TUGAS AKHIR – MS 184801

ANALISIS PENERAPAN KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* : STUDI KASUS TUKS BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

Rizky Samudera Nusa
NRP. 0441144 00000 45

DOSEN PEMBIMBING
Murdjito, M.Sc., Eng.
Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

TUGAS AKHIR – MS 184801

ANALISIS PENERAPAN KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* : STUDI KASUS TUKS BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

Rizky Samudera Nusa
NRP 0441144 00000 45

DOSEN PEMBIMBING
Murdjito, M.Sc., Eng.
Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

FINAL PROJECT – MS 184801

ANALYSIS OF APPLICATION OF ALL WEATHER TERMINAL CONCEPT : A CASE STUDY OF BONTANG, EAST KALIMANTAN

Rizky Samudera Nusa
NRP 0441144 00000 45

SUPERVISOR
Murdjito, M.Sc., Eng.
Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENERAPAN KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* : STUDI KASUS TUKS BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKY SAMUDERA NUSA

NRP. 04411440000045

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Murdjito, M.Sc., Eng.	Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.
NIP. 196501231996031001	NIP. 199001042015041002

31/9/2019

SURABAYA, JANUARI 2019

LEMBAR REVISI

ANALISIS PENERAPAN KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* : STUDI KASUS TUKS BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 15 Januari 2019

Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKY SAMUDERA NUSA

NRP. 04411440000045

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Christino Boyke Surya Permana, S.T., M.T. .....
2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T. .....
3. Siti Dwi Lazuardi, S.T., MSc. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Murdjito, M.Sc.Eng. .....
2. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T. .....

SURABAYA, JANUARI 2019

ANALISIS PENERAPAN KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* : STUDI KASUS TUKS BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

Nama Penulis	:	Rizky Samudera Nusa
NRP	:	0441144 00000 45
Jurusan	:	Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Dosen Pembimbing	:	1. Murdjito, MSc., Eng. 2. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

ABSTRAK

TUKS Bontang merupakan terminal khusus milik PT. Pupuk Kaltim yang melayani lebih dari 2/3 wilayah Indonesia. Lokasi TUKS tersebut berada di kota Bontang, dimana lokasi tersebut memiliki curah hujan yang tinggi sehingga dapat mengganggu kegiatan muat pupuk. Pada *sample* salah satu dermaga, faktor cuaca sendiri dapat mempengaruhi sebanyak 20% dari total waktu sandar kapal. Adanya waktu *idle* yang dipengaruhi oleh faktor cuaca, maka penelitian ini bertujuan menganalisa penerapan konsep *All Weather Terminal* dengan metode simulasi diskrit. Beberapa kriteria yang ditentukan sebagai pembanding kondisi saat ini dan kondisi skenario adalah *Throughput, Shipcall, Berthing Time* rata-rata, *Waiting Time,* dan *Berth Occupancy Ratio.* Data tersebut didapat dari data sekunder yang telah diolah. Skenario yang diusulkan adalah menerapkan konsep *All Weather Terminal* tipe 1,dan konsep *All Weather Terminal* tipe 2. Hasil skenario tersebut diterapkan pada 2 dermaga, yaitu BSL dan Tursina dengan masing masing dermaga menggunakan konsep *All Weather Terminal* tipe 1 dan tipe 2. Setelah dilakukan pembandingan, hasil yang dapat direalisasikan dan berdampak positif terhadap sistem pola operasional dengan hasil Jumlah *Throughput* dermaga BSL meningkat 22% dan dermaga Tursina meningkat 12%, jumlah *Shipcall* Dermaga BSL meningkat 21% dan Dermaga Tursina meningkat 9%, lama rata rata *Berthing Time* Dermaga BSL menurun 28% dan Dermaga Tursina menurun 7%, rasio BOR Dermaga BSL menurun 1% dan Dermaga Tursina menurun 1%, dan lama rata rata *Waiting Time* Dermaga BSL menurun 33% dan Dermaga Tursina menurun 10%. Lalu investasi yang dibutuhkan untuk pengembangan kosnep tersebut sebesar dermaga BSL sebesar Rp. 1,198 Miliar/tahun dan dermaga Tursina Rp. 42,36 Miliar/tahun.

Kata Kunci : *All Weather Terminal*, Simulasi Diskrit, Waktu *Idle*

ANALYSIS OF APPLICATION OF ALL WEATHER TERMINAL CONCEPT : A CASE STUDY OF BONTANG, EAST KALIMANTAN

Name	:	Rizky Samudera Nusa
Student No.	:	0441144 00000 45
Department	:	Department of Marine Transportation Engineering, Faculty of Marine Technology Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Supervisor	:	1. Murdjito, MSc. Eng. 2. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

ABSTRACT

TUKS Bontang is a special terminal owned by PT. Pupuk Kaltim which serves more than 2/3 of Indonesia's territory. The location of the TUKS is in the city of Bontang, where the location has high rainfall so that it can disrupt the loading of fertilizers. In the sample of one of the docks, the weather factor itself can affect as much as 20% of the total docked time. The existence of idle time which is influenced by weather factors, this study aims to analyze the application of the concept of the All Weather Terminal with a discrete simulation method. Some criteria are determined as a comparison of current conditions and scenario conditions are Throughput, Shipcall, Average Berthing Time, Waiting Time, and Berth Occupancy Ratio. The data is obtained from secondary data that has been processed. The proposed scenario is to apply the concept of All Weather Terminal type 1, and the concept of All Weather Terminal type 2. The results of these scenarios are applied to 2 docks, namely BSL and Tursina with each dock using the concept of All Weather Terminals type 1 and type 2. After benchmarking , results that can be realized and have a positive impact on the operational pattern system with the results of BSL pier Throughput increasing by 22% and Tursina jetty increasing by 12%, Shipcall number BSL Pier increasing by 21% and Tursina Pier increasing by 9%, average Berthing Time BSL Pier decreasing 28% and Tursina Pier decreased 7%, BSL Pier BSL ratio decreased 1% and Tursina Pier decreased 1%, and the average length of BSL Dock Pier Time decreased 22% and Tursina Pier decreased 10%. Then the investment needed for the development of the investment amounted to BSL jetty of Rp. 1,198 billion rupiah / year and Tursina pier Rp. 42,36 billion rupiah / year.

Keywords : *All Weather Terminal, Discreate Simulation, Idle Time*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir dengan judul **"Analisis Penerapan Konsep *All Weather Terminal* : Studi Kasus TUKS Bontang, Kalimantan Timur"** ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Murdjito, MSc., Eng. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua, yang telah sabar memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Abah Satrijo Wiweko, Umi Siti Annurijati Hatidja dan saudara laki-laki Faizal Shah Alam yang sangat penulis hormati dan sayangi. Terima kasih atas doa, kasih sayang, dan dukungannya baik secara moril maupun materiil.
2. Bapak Christino Boyke S. P. ST., MT. selaku dosen wali penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Transportasi Laut ITS.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Ketua Departemen Transportasi Laut.
4. Bapak Achmad Mustakim ST., MT., MBA dan Ibu Dika Virginia Devintasari serta Laboratorium KOI Teknik Industri selaku pembimbing dalam simulasi Arena.
5. Dosen-dosen di Departemen Transportasi Laut, atas segala ilmu yang diberikan.
6. Bapak Gatut, Bapak Jarwo, Bapak Dadhit, Bapak Toni, Mas Ibnu, Mas Toni, dan Mas Damai selaku staff distribusi PT. Pupuk Kaltim cabang Surabaya yang selalu membantu diskusi mengenai ide awal kepada penulis.
7. Ibu Nurul, Bapak Gunawan dan Mas Dwi selaku staff pelabuhan dan pengapalan PT. Pupuk Kaltim memberikan banyak informasi tentang dunia pelabuhan serta banyak membantu akomodasi selama survey kepada penulis.
8. Teman-teman yang telah mendahuluhi "Danforth Part 118" dan teman teman seperjuangan "Danforth Part 119" serta teman teman yang masih berjuang "Danforth Part 120 dst" yang memberikan semangat dan doa bagi penulis selama masa perkuliahan. (*Special Thank to* : trio NRP 43-44-45, Grup menatap masa depan, The Murdjitos, Partner TA Pengguna Arena, Tim KP IKT dan Jakarta Squad, Tim KP PKT, Penghuni Nusantara.)
9. Kelompok Lab Telematika dan Pasukan Survey Lab Pelabuhan, yang memberikan motivasi, solusi serta menemani dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

10. Mas mbak dan teman-teman 2012, 2013, 2015, 2016, 2017 dst, atas segala doa, dukungan, pengalaman, bantuan dan ilmu yang telah diberikan.
11. Teman-teman *FORDA IMMI*, dan teman-teman SMA seperjuangan di Surabaya khususnya yang menjadi tempat melepas penat yang baik hatinya. (*Special Thank to*: Dito, Firman, Akbar, Andre, Rycho, Bayu, Bachrudin, Yona, Lilik)
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan serta jauh dari sempurna. Oleh karena itu diharapkan saran dan kritik dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2019
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.

LEMBAR REVISI ..... **i**

ABSTRAK ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **v**

DAFTAR ISI ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

DAFTAR TABEL ..... **xiii**

BAB 1 PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan 3

1.4 Manfaat 3

1.5 Batasan Masalah 4

1.6 Hipotesis 4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **5**

2.1 Pelabuhan 5

2.1.1 Terminal 7

2.1.2 Dermaga 9

2.2 Operasional Pelabuhan 15

2.2.1 Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan 15

2.2.2 Kinerja Bongkar Muat Kapal 17

2.2.3 Utilitas Fasilitas dan Peralatan Terminal 17

2.3 Konsep All Weather Terminal 19

2.4 Karakteristik Pupuk 26
2.5 Sistem 27
2.5.1 Definisi Sistem 27
2.5.2 Pemodelan Sistem 29
2.6 Simulasi 30
2.7 Pola Distribusi Data 31
2.8 Software ARENA 35
2.8.1 Input Analyzer 36
2.8.2 Tampilan awal *software* Arena 37
2.8.3 Modul *Basic Process* dalam ARENA 38
2.8.4 Modul *Advanced Process* dalam ARENA 44
2.8.5 Modul *Advanced Transfer* dalam ARENA 47
2.8.6 Data Module *Advanced Transfer Panel* 51
2.9 Penelitian Sejenis 52
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 55
3.1 Diagram Alir 55
3.2 Tahap Identifikasi Masalah 56
3.3 Tahap Perumusan Masalah dan Tujuan 56
3.4 Tahap Studi Literatur 56
3.5 Tahap Analisis Kondisi Eksisting 56
3.6 Tahap Analisis Perbandingan 56
3.7 Tahap Perancangan Konsep *All Weather Terminal* 57
3.8 Tahap Dampak dari Penerapan Konsep *All Weather Terminal* 57
3.9 Kesimpulan dan Saran 57
BAB 4 GAMBARAN UMUM 59
4.1 TUKS PT. Pupuk Kaltim Bontang 59
4.2 Kondisi Geografis 60

4.3 Kapasitas Produksi PT. Pupuk Kaltim 61
4.4 Fasilitas Pelabuhan Khusus PT. Pupuk Kaltim 62
4.4.1 Fasilitas Darat 63
4.4.2 Fasilitas Perairan 67
4.5 Jumlah Kunjungan Kapal 68
4.6 Utilitas Dermaga 68
4.7 Kegiatan Bongkar Muat 69
4.8 Berthing Time Rata-Rata 70
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 71
5.1 Model Konseptual Operasional Terminal 71
5.2 Inputan Model Simulasi 72
5.2.1 Data dan Analisa Inputan Simulasi 72
5.2.2 Inputan Entitas 73
5.2.3 Inputan Atribut 74
5.2.4 Inputan Proses 75
5.3 Pembuatan Model Simulasi 79
5.3.1 Model Simulasi Tahap Awal 79
5.3.2 Model Simulasi Tahap Menengah 79
5.3.3 Model Simulasi Tahap Akhir 80
5.4 Verifikasi dan Validasi Model 81
5.4.1 Verifikasi 81
5.4.2 Validasi 82
5.5 Hasil Simulasi 86
5.6 Skenario Penerapan Konsep *All Weather Terminal* 86
5.6.1 Penentuan Skenario 87
5.6.2 Skenario Pertama 88
5.6.3 Skenario Kedua 89

5.7 Analisis Operasional Perbandingan Antar Skenario 90

5.8 Analisis Operasional Sandar Kapal Dampak Penerapan Skenario 94

5.9 Analisis Teknis Perancangan Dimensi *All Weather Terminal* 94

5.10 Analisis Biaya Investasi Tiap Dermaga 97

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 100

6.1 Kesimpulan 100

6.2 Saran 101

DAFTAR PUSTAKA 102

LAMPIRAN 104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Komponen Berthing Time Salah Satu Dermaga di PT. Pupuk Kaltim 1
Gambar 1-2 Perbedaan Cuaca di Salah Satu Dermaga PT. Pupuk Kaltim.....2
Gambar 2-1 Dermaga Quay Wall PT. Indonesia Kendaraan Terminal 10
Gambar 2-2 Dermaga Jetty di Pelabuhan Gresik.....12
Gambar 2-3 Dermaga Deck on Pile 13
Gambar 2-4 Dermaga Sheet Pile.....14
Gambar 2-5 Dermaga Anchored Sheet Pile.....14
Gambar 2-6 Dermaga Diaphragma Pile dengan Barrete Pile 14
Gambar 2-7 Dermaga Caisson.....15
Gambar 2-8 All Weather Terminal Amsterdam 21
Gambar 2-9 All Weather Terminal Rotterdam 22
Gambar 2-10 All Weather Terminal Antwerp 22
Gambar 2-11 All Weather Terminal Goole 23
Gambar 2-12 All Weather Terminal Hull.....24
Gambar 2-13 All Weather Terminal Marin 24
Gambar 2-14 All Weather Terminal Kokkola 25
Gambar 2-15 All Weather Terminal Basel 26
Gambar 2-16 Bagan Alur Sistem.....30
Gambar 2-17 Tampilan awal software Arena.....37
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....55
Gambar 4-1 Lokasi TUKS PT. Pupuk Kaltim.....59
Gambar 4-2 Peta Dermaga TUKS PT. Pupuk Kaltim 63
Gambar 4-3 Dermaga Bulk Ship Loader (BSL) PT. Pupuk Kaltim 64
Gambar 4-4 Dermaga Tursina PT. Pupuk Kaltim 64
Gambar 4-5 Gedung Departemen Pelabuhan & Pengapalan PT. Pupuk Kaltim.....65
Gambar 4-6 Bulk Ship Loader di Dermaga BSL PT. Pupuk Kaltim.....66
Gambar 4-7 Rail Mounted Harbor Crane (RMHC) di Dermaga Tursina.....66
Gambar 4-8 Alur Masuk Pelayaran Teminal Khusus PT. Pupuk Kalimantan Timur 67
Gambar 4-9 Jumlah Kunjungan Kapal Pelabuhan PT. X Tahun 2015 - 2017.....68
Gambar 4-10 Utilitas Dermaga per Tahun.....69
Gambar 4-11 Total Bongkar Muat Pengapalan PT. Pupuk Kaltim 2015 - 2017.....69
Gambar 5-1 Tahapan Proses Bisnis Pada TUKS PT. Pupuk Kaltim.....71

Gambar 5-2 Diagram pengembangan model simulasi 79
Gambar 5-3 Alur Kedatangan Kapal dan Pemilihan Dermaga 80
Gambar 5-4 Model Simulasi Kondisi Eksisting 81
Gambar 5-5 Error Check Model Eksisting dalam ARENA 82
Gambar 5-6 Kurva uji hipotesa 2 arah 83
Gambar 5-7 Ilustrasi Penerapan Konsep All Weather Terminal Tipe 1 87
Gambar 5-8 Ilustrasi Penerapan Konsep All Weather Terminal Tipe 2 88
Gambar 5-9 Perbandingan Throughput 90
Gambar 5-10 Perbandingan Shipcall 91
Gambar 5-11 Perbandingan Berthing Time 91
Gambar 5-12 Perbandingan Waiting Time 92
Gambar 5-13 Perbandingan Berth Occupacy Ratio 93
Gambar 5-14 Dimensi All Weather Terminal Dermaga BSL 96
Gambar 5-15 Dimensi All Weather Terminal Dermaga Tursina 96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Modul Basic Process ARENA 38
Tabel 2.2 Modul Advanced Process ARENA 44
Tabel 2.3 Modul Advanced Transfer ARENA 47
Tabel 2.4 Modul Advanced Transfer Panel 51
Tabel 2.5 Penelitian Terkait All Weather Terminal dan model simulasi pada pelabuhan 53
Tabel 4.1 Data Curah Hujan dan Hari Hujan 60
Tabel 4.2 Data Kapasitas Produksi PT Pupuk Kalimantan Timur per tahun 61
Tabel 4.3 Kapasitas Gudang (Urea Bulk Storage) di PT. Pupuk Kaltim 66
Tabel 4.4 Berthing Time Rata-Rata per Bulan, Tahun 2017 70
Tabel 5.1 Distribuusi Interval Kedatangan Kapal 73
Tabel 5.2 Klasifikasi Interval Kedatangan Kapal dan Distribusi Tiap Entitas 74
Tabel 5.3 Distribusi Jumlah Muatan 74
Tabel 5.4 Distribusi ET Dermaga BSL 76
Tabel 5.5 Distribusi ET Dermaga Tursina 76
Tabel 5.6 Distribusi NOT Dermaga BSL 76
Tabel 5.7 Distribusi NOT Dermaga Tursina 77
Tabel 5.8 Distribusi IT Non Hujan Dermaga BSL 77
Tabel 5.9 Distribusi IT NON Hujan Dermaga Tursina 78
Tabel 5.10 Distribusi IT Hujan Dermaga BSL 78
Tabel 5.11 Distribusi IT Hujan Dermaga Tursina 78
Tabel 5.12 Perbandingan troughput model simulasi dengan kondisi eksisting 83
Tabel 5.13 Hasil Uji *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances* 83
Tabel 5.14 Data Validasi Throughput 84
Tabel 5.15 Data Validasi Shipcall 85
Tabel 5.16 Data Validasi Rata-Rata Berthing Time 85
Tabel 5.17 Data Validasi BOR 85
Tabel 5.18 Data Validasi Waiting Time 86
Tabel 5.19 Hasil Simulasi 86
Tabel 5.20 Hasil Simulasi Skenario 1 88
Tabel 5.21 Hasil Simulasi Skenario 2 89

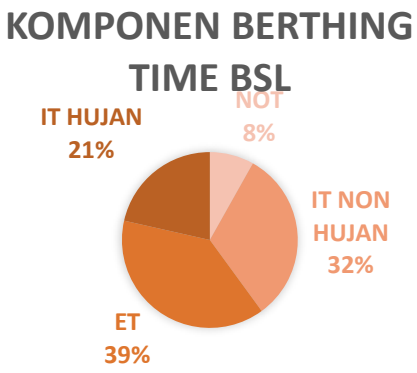
Tabel 5.22 Perbandingan *Waiting Time* dan *Berthing Time* Tiap Skenario 92
Tabel 5.23 Hasil Perbandingan Antar Skenario.....93
Tabel 5.24 Perhitungan Kolam Putar.....94
Tabel 5.25 Constraint Kapal Curah Kering 95
Tabel 5.26 Constraint Kapal *General Cargo*.....95
Tabel 5.27 Perancangan Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga BSL dengan Skenario 2 Terpilih.....95
Tabel 5.28 Perancangan Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga Tursina Skenario 1 Terpilih 95
Tabel 5.29 Data Luasan Dermaga *All Weather Terminal*.....97
Tabel 5.30 Total Nilai Investasi.....97
Tabel 5.31 Pertambahan Biaya Investasi 98
Tabel 5.32 Total Beban Biaya per Tahun 98

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menigkatnya produktivitas pertanian dalam beberapa dasarwasa terakhir membuat kebutuhan pupuk di Indonesia sebagai salah satu negara dengan kantong pertanian dunia mengalami peningkatan kebutuhan. Permintaan pasar terhadap produk pupuk melonjak dan diprediksikan terus mengalami peningkatan kebutuhan. Dengan permintaan yang terus mengalami penigkatan, produsen pupuk dipacu untuk terus melakukan berbagai langkah langkah strategis untuk meningkatkan produktivitasnya.

Sebagai perusahaan yang memproduksi pupuk, PT. Pupuk Kaltim mencangkup wilayah pemasaran 2/3 wilayah Indonesia yakni Kawasan Timur Indonesia hingga Papua dan sebagian besar Jawa Timur dan Kalimantan, kecuali Kalimantan Barat. Sedangkan untuk pemasaran luar negeri, PT. Pupuk Kaltim melakukan ekspor ke negara-negara di kawasan Asia Pasifik, Amerika Serikat, Amerika Selatan dan lain sebagainya.Khusus untuk distribusi menggunakan moda laut yakni kapal, PT. Pupuk Kaltim juga memiliki dan mengoperasikan pelabuhan khusus di Bontang, dengan tujuh dermaga yang dapat melayani kapal-kapal berukuran sampai dengan 40.000 DWT. Dermaga 1 (Construction Jetty), Dermaga 2 (Bulk Ship Loader / Ammonia) . Dermaga 3 (Quadrant Arm Loader), Dermaga 4 (Tursina), Dermaga 6 (KPA), Dermaga 7 (KPI), Dermaga 8 (Boiler).



Gambar 1-1 Komponen Berthing Time Salah Satu Dermaga di PT. Pupuk Kaltim

Namun terdapat masalah pada TUKS PT. Pupuk Kaltim yaitu cuaca di Kota Bontang yang cenderung tidak menentu. Karena lokasi Kota Bontang yang berada di dekat garis ekuator (khatilistiwa) dan dipengaruhi iklim tropis basah dengan ciri ciri khas hujan di sepanjang tahun dengan suhu rata rata 24-33 C. Kota Bontang hampir tidak memiliki perbedaan pergantian musim hujan dan kemarau sehingga perubahan cuaca yang naik dan turun, cenderung tidak pasti. Berdasarkan pengamatan saat survey dan diskusi dengan pihak perusahaan, cuaca yang tidak menentu ini sangat merugikan bagi seluruh pihak, karena jika hujan, proses pemuatan tidak dapat dilakukan, sehingga proses pemuatan harus dihentikan. Cuaca yang tidak menentu ini juga akan berdampak adanya muatan yang rusak pada saat proses pemuatan. Solusi yang selama ini ditawarkan adalah penutupan terpal (terpal disediakan oleh PBM), namun sejauh ini pula masih ditemukan muatan rusak (terutama kantong) di lokasi lapangan penumpukan (muatan yang segera dimuat ke kapal). Sehingga proses muat barang lebih lama karena harus mengganti muatan rusak dengan muatan baru.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 1-2 Perbedaan Cuaca di Salah Satu Dermaga PT. Pupuk Kaltim

Pada akhir diskusi dengan pihak perusahaan, sempat terpikirkan mengenai kegiatan muat di dalam ruangan ataupun *indoor* sehingga kegiatan muat kapal tidak terganggu akibat cuaca. Berdasarkan buku karangan H. Velsink, yang berjudul

”Ports and Terminals” terdapat konsep *All Weather Terminal* menyediakan dermaga tertutup sehingga dermaga terlindungi dari cuaca. Melalui simulasi diskrit penulis akan membuat skenario penerapan konsep *All Weather Terminal* yang dapat menjadi solusi dari permasalahan dari perusahaan PT. Pupuk Kaltim. Dengan adanya penelitian ini di harapkan dapat menerapkan konsep *All Weather Terminal*, kemudahan dalam proses bongkar muatan curah maupun general cargo agar tidak terjadi keterlambatan dalam proses pengiriman barang akibat masalah cuaca.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi saat cuaca buruk dan cuaca normal pada saat kegiatan bongkar muat di TUKS Bontang?
2. Bagaimana analisis perbandingan antara TUKS dalam kondisi eksisting dan TUKS dengan penerapan konsep *All Weather Terminal* ?
3. Bagaimana dampak dari penerapan dari konsep *All Weather Terminal* ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi eksisting bongkar muat di pelabuhan pada saat cuaca buruk dan cuaca normal
2. Menganalisa perbandingan antara pelabuhan dalam kondisi eksisting dan pelabuhan dengan penerapan konsep *All Weather Terminal*
3. Mengetahui dampak dari penerapan dari konsep sistem operasional *All Weather Terminal*

1.4 Manfaat

Penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantara lain :

1. Hasil penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan khususnya terhadap konsep *All Weather Terminal*, manfaat yang diharapkan untuk kalangan mahasiswa agar dapat menjadi salah satu referensi penelitian yang memiliki keterkaitan dengan bahasan penulis.

2. Manfaat untuk institusi pendidikan diharapkan penelitian tugas akhir ini dapat menambah koleksi pustaka yang ada sehingga memudahkan semua pihak yang membutuhkan informasi yang terkandung dalam penelitian ini.

Manfaat untuk industri khususnya PT. Pupuk Kaltim agar dapat menjadikan penelitian ini sebagai salah satu rujukan jika akan melakukan investasi untuk meningkatkan produktifitas terminal.

1.5 Batasan Masalah

Agar dalam penelitian tugas akhir ini berfokus pada sebuah bahasan, maka lingkup penelitian perlu dibatasi sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini berada di perusahaan PT. Pupuk Kaltim selaku perusahaan yang menaungi pelabuhan khusus.
2. Pada penelitian ini menggunakan data pelabuhan pada tahun 2017.
3. Pada penelitian ini muatan yang diteliti adalah *dry bulk* dan *bag cargo.*
4. Pada penelitian ini berfokus terhadap beberapa skenario diantara lain :
   - Pola operasi dengan kondisi saat ini
   - Pola operasi dengan menerapkan konsep *All Weather Terminal*
5. Pada penelitian ini mengasumsikan bahwa konstruksi dermaga dapat menompang konsep *All Weather Terminal.*

1.6 Hipotesis

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk dapat menganalisa proses muat di TUKS di PT. Pupuk Kaltim yang dirasa terganggu ketika terjadi cuaca buruk sehingga muncul beberapa masalah seperti buka tutup palkah kapal yang memakan waktu dan juga *berthing time* kapal yang cukup tinggi. Dugaan awal penulis dengan menganalisa proses muat di TUKS di PT. Pupuk Kaltim mampu memberikan beberapa alternatif rujukan penerapan konsep *All Weather Terminal* yang mampu meningkatkan produktifitas yang bertolok ukur melalui jumlah *throughput*, *shipcall*, BOR dan dapat dijadikan opsi dengan menghitung nilai investasinya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan dasar teori yang sesuai dengan penelitian yang dibahas dan dikerjakan dalam tugas akhir. Terdapat gambaran umum terhadap penelitian atau bahasan yang telah dilakukan sebelumnya.

2.1 Pelabuhan

Tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas- batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi (Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2009).

Pelabuhan menurut jenisnya sebagaimana PP No. 61 Tahun 2009 terdiri dari:

1. Pelabuhan umum yang digunakan untuk melayani kepentingan umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh Pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara yang didirikan dengan maksud tertentu.

2. Pelabuhan khusus yang digunakan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu, baik instansi pemerintah, seperti TNI AL dan Pemda Dati I/Dati II, maupun badan usaha swasta seperti, pelabuhan khusus P.T. BOGASARI yang digunakan untuk bongkar muat tepung terigu atau LNG Arun di Aceh yang digunakan untuk mengirimkan hasil produksi gas alam cair ke suatu daerah dalam NKRI atau luar negeri. Pelabuhan ini tidak boleh digunakan untuk kepentingan umum, kecuali dalam keadaan tertentu dengan ijin pemerintah.

Ditinjau dari segi pengusahaannya, pelabuhan dibagi menjadi 6, yaitu:

1. Pelabuhan ikan

Pada umumnya pelabuhan ikan tidak memerlukan kedalaman yang besar karena kapal - kapal motor yang digunakan untuk menangkap ikan tidak besar.

Pada umumnya, nelayan - nelayan di Indonesia masih menggunakan kapal kecil. Jenis kapal kecil ini bervariasi dari yang sederhana berupa jukung sampai kapal motor. Pelabuhan ikan dibangun disekitar daerah perkampungan nelayan.

Pelabuhan ini harus lengkap dengan pasar lelang, pabrik/gudang es, persediaan bahan bakar, dan juga tempat cukup luas untuk perawatan alat - alat penangkap ikan.

2. Pelabuhan minyak

Untuk keamanan, pelabuhan minyak harus diletakkan agak jauh dari keperluan umum. Pelabuhan minyak biasanya tidak memerlukan dermaga atau pangkalan yang harus dapat menahan muatan vertikal yang besar, melainkan cukup membuat jembatan perancah atau tambahan yang dibuat menjorok ke laut untuk mendapatkan kedalaman air yang cukup besar. Bongkar muat dilakukan dengan pipa - pipa dan pompa.

3. Pelabuhan barang

Pelabuhan ini mempunyai dermaga yang dilengkapi dengan fasilitas untuk bongkar muat barang. Pelabuhan dapat berada di pantai atau estuari dari sungai besar. Daerah perairan pelabuhan harus cukup tenang sehingga memudahkan bongkar muat barang. Pelabuhan barang ini bisa digunakan baik Pemintah maupun swasta untuk keperluan transportasi hasil produksinya seperti baja, alumunium, pupuk, batu bara, minyak, dan sebagainya.

4. Pelabuhan penumpang

Pelabuhan penumpang tidak banyak berbeda dengan pelabuhan barang. Pada pelabuhan barang di belakang dermaga terdapat gudang - gudang sedangkan untuk pelabuhan penumpang dibagun stasiun penumpang yang melayani segala kegiatan yang berhubungan dengan kebutuhan orang yang berpergian, seperti kantor imigrasi, duane, keamanan, direksi pelabuhan, maskapai pelayaran, dan sebagainya.

5. Pelabuhan campuran

Pada umumnya penggunaan fasilitas pelabuhan ini terbatas untuk penumpang dan barang. Untuk keperluan minyak dan ikan biasanya terpisah. Bagi pelabuhan kecil atau masih dalam taraf perkembangan, keperluan untuk bongkar muat minyak juga masih menggunakan dermaga atau jembatan.

6. Pelabuhan militer

Pelabuhan ini mempunyai daerah perairan yang cukup luas untuk memungkinkan gerakan cepat dari kapal - kapal perang dan supaya letak bangunan cukup terpisah. Konstruksi tambatan maupun dermaga hampir sama dengan dengan pelabuhan barang, tetapi situasi dan perlengkapan sedikit berbeda. Pada pelabuhan barang, letak/kegunaan bangunan harus seefisien mungkin, sedangkan pada pelabuhan militer bangunan - bangunan pelabuhan harus terpisah dengan jarak yang lebih jauh.

2.1.1 Terminal

Terminal adalah salah satu fasilitas pelabuhan di daratan. Masing - masing terminal mempunyai bentuk dan fasilitas yang berbeda. Terminal barang potong (general cargo terminal) harus mempunyai perlengkapan bongkar muat berbagai bentuk barang yang berbeda. Terminal barang curah biasanya direncanakan untuk tunggal guna dan mempunyai peralatan bongkar muat untuk muatan curah. Demikian juga terminal peti kemas. Berbagai jenis terminal tersebut dapat berada dalam satu pelabuhan, serta letak antara terminal satu dengan lainnya dapat berdampingan.

Pada umumnya, terminal di pelabuhan dibagi ke dalam empat jenis:

1. Terminal Barang Potongan (*General Cargo Terminal*)

Fasilitas - fasilitas yang terdapat pada terminal potongan terdiri dari:

1. *Apron*

Apron adalah halaman di atas dermaga yang terbentang di sisi muka dermaga sampai gudang laut atau lapangan penumpukan terbuka. *Apron* digunakan

untuk menempatkan barang yang akan dinaikkan ke kapal atau barang yang baru saja diturunkan dari kapal. Bentuk apron tergantung pada jenis muatan, apakah barang potongan, curah, atau peti kemas. Biasanya lebar apron adalah 15 - 25 m.

2. Gudang Laut dan Lapangan Penumpukan Terbuka

Gudang laut (disebut juga gudang pabean, gudang linier ke-I, gudang transit) adalah gudang yang berada di tepi perairan pelabuhan dan hanya dipisahkan dari air laut oleh dermaga pelabuhan. Gudang laut hanya menyimpan barang - barang untuk sementara waktu sambil menunggu pengangkutan lebih lanjut ke tempat tujuan akhir.

3. Gudang

Gudang (*warehouse*) digunakan untuk menyimpan barang - barang dalam waktu yang lama. Gudang ini dibuat agak jauh dari dermaga.

4. Bangunan pendingin (*cold storage*)

Bangunan pendingin di pelabuhan diperlukan sebelum barang komuditas yang didinginkan didistribusikan ke tempat tujuan dengan kereta api atau truk yang sudah disediakan sistem pendinginan tertentu. Barang - barang komoditas yang perlu pendinginan adalah ikan, daging, buah - buahan, dan sayur.

2. Terminal barang curah (*bulk cargo terminal*) Muatan curah dapat dibedakan menjadi dua macam:

1. Muatan lepas yang berupa hasil tambang seperti batu bara, biji besi, bauxite, dan hasil pertanian seperti beras, gula, jagung, dan sebagainya.

2. Muatan cair yang diangkut dalam kapal tangki seperti minyak bumi, minyak kepala sawit, bahan kimia cair, dan sebagainya.

Terminal muatan curah harus dilengkapi dengan fasilitas penyimpanan muatan. Jenis fasilitas penyimpanannya tergantung pada jenis muatannya, yang dapat berupa lapangan untuk mengangkut muatan, tangki - tangki untuk minyak, silo atau

gudang untuk material yang memerlukan perlindungan terhadap cuaca, atau lapangan terbuka untuk menimbun batu bara, bijih besi, dan bauxit.

3. Terminal peti kemas

Pengiriman barang dengan mengguanakn peti kemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ke tahun. Pengangkutan dengan menggunakan peti kemas memungkinkan barang - barang digabung menjadi satu dalam peti kemas sehingga aktivitas bongkar muat dapat dimekanisasikan. Hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa ditangani sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat.

4. Terminal khusus

Terminal yang terletak di luar daerah lingkungan kerja dan daerah lingkungan kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan terdekat untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya.

2.1.2 Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Di dermaga juga dilakukan kegiatan untuk mengisi bahan bakar untuk kapal, air minum, air bersih, saluran untuk air kotor/limbah yang akan diproses lebih lanjut di pelabuhan. Dimensi dermaga didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Menurut Triatmodjo (1996) dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *wharf* atau *quay* dan *jetty* atau pier atau jembatan. *Wharf* adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Jetty* adalah dermaga yang menjorok ke laut. Sebelum merancang dan membangun dermaga, perlu diketahui untuk keperluan apa dermaga tersebut didirikan.

Pemilihan tipe dermaga sangat dipengaruhi oleh kebutuhan yang akan dilayani, ukuran kapal, arah gelombang dan angin, kondisi topografi dan tanah dasar laut, dan tinjauan ekonomi untuk mendapatkan bangunan yang paling ekonomis.

Dermaga merupakan salah satu bangunan terpenting di pelabuhan untuk tempat sandar kapal dan melakukan aktivitas bongkar muat. Terdapat 3 bentuk dermaga diantaranya :

1. Dermaga *Quay Wall*

   Dermaga quay wall ini terdiri dari struktur yang sejajar pantai, berupa tembok yang berdiri di atas pantai, dan dapat dibangun dengan beberapa pendekatan konstruksi diantaranya sheet pile baja/beton, *caisson* beton atau *open filled structure*.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 2-1 Dermaga *Quay Wall* PT. Indonesia Kendaraan Terminal

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pembangunan *quay wall*, yaitu :

- Dermaga *quay wall* adalah dermaga yang dibuat sejajar pantai dan relatif berhimpit dengan pantai (kemiringan pantai curam).
- Konstruksi dermaga biasanya dibangun langsung berhimpit dengan areal darat.
- Kedalaman perairan cukup memadai dan memungkinkan bagi kapal merapat dekat sisi darat (pantai). Kedalaman perairan tergantung kepada ukuran kapal yang akan berlabuh pada dermaga tersebut.
- Kondisi tanah cukup keras

- Pasang surut tidak mempengaruhi pada pemilihan tipe struktur tetapi berpengaruh pada detail dimensi struktur yang dibutuhkan.

2. Dermaga *Dolphin* (*Trestel*)

Dermaga dolphin merupakan tempat sandar kapal berupa *dolphin* diatas tiang pancang. Biasanya dilokasi dgn pantai yang landai, diperlukan jembatan trestel sampai dengan kedalaman yang dibutuhkan. Beberapa pertimbangan yang digunakan dalam pembangunan dermaga *dolphin*:

- Dermaga *dolphin* adalah sarana tambat kapal yang fasilitas bongkar muatnya ada di haluan atau buritan.
- Jarak kedalaman perairan yang disyaratkan dari pantai relatif cukup panjang.
- Terdapat konstruksi tambahan berupa jembatan dermaga (trestel), tanggul atau dapat juga keduanya.
- Sarana tambat yang akan direncanakan terdiri dari struktur *breasting* dan *mooring* yang dihubungkan dengan catwalk.
- Posisi *breasting* berfungsi utama sebagai sarana sandar kapal, tapi juga dapat berfungsi sebagai sarana tambat kapal jika dipasang *bollard*, sedangkan *mooring dolphin* berfungsi menahan kapal sehingga tetap berada pada posisi sandar.
- Pasang surut tidak mempengaruhi pada pemilihan tipe struktur tetapi berpengaruh pada detail dimensi struktur yang dibutuhkan.

3. Dermaga Apung (*Jetty*)

Dermaga apung adalah tempat untuk menambatkan kapal pada suatu ponton yang mengapung diatas air. Digunakannya ponton adalah untuk mengantisipasi air pasang surut laut, sehingga posisi kapal dengan dermaga selalu sama, kemudian antara ponton dengan dermaga dihubungkan dengan suatu landasan/jembatan yang fleksibel ke darat yang bisa mengakomodasi pasang surut laut.

Biasanya dermaga apung digunakan untuk kapal kecil, *yacht* atau feri seperti yang digunakan di dermaga penyeberangan yang banayak ditemukan di sungai-sungai yang mengalami pasang surut. Ada beberapa jenis bahan yang digunakan untuk membuat dermaga apung seperti :

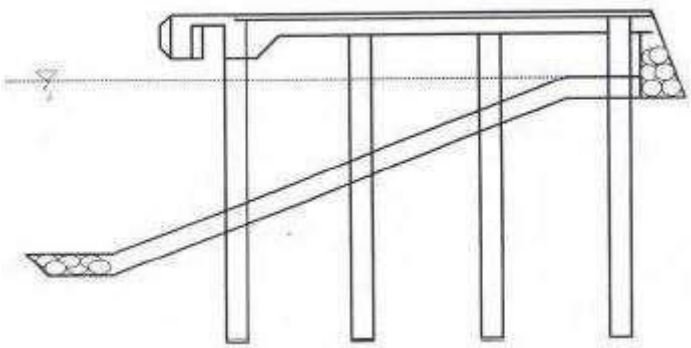
- Dermaga ponton baja yang mempunyai keunggulan mudah untuk dibuat tetapi perlu perawatan, khususnya yang digunakan dimuara sungai yang airnya bersifat lebih korosif.
- Dermaga ponton beton yang mempunyai keunggulan mudah untuk dirawat sepanjang tidak bocor.
- Dermaga ponton dari kayu gelondongan, yang menggunakan kayu gelondongan yang berat jenisnya lebih rendah dari air sehingga bisa mengapungkan dermaga.
- Dermaga ponton dari bahan HDPE atau dikenal dengan Dermaga Apung HDPE yang dapat berupa kubus apung atau Pipa (silinder) yang merupakan inovasi terbaru menggantikan ketiga ponton diatas karena lebih tahan lama dan tidak merusak lingkungan/Ramah Lingkungan (*Green Technology*).

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 2-2 Dermaga Jetty di Pelabuhan Gresik

Sebagai pertimbangan untuk pemilihan jenis struktur dermaga dipilih 3 jenis struktur yang umum digunakan yaitu *Deck On Pile*, *Sheet Pile*, dan *Caisson*

1. Struktur *Deck On Pile* menggunakan tiang pancang sebagai pondasi bagi lantai dermaga. Seluruh beban dilantai dermaga (termasuk gaya berthing dan mooring diterima sistem lantai dermaga dan tiang pancang tersebut). Dibawah lantai dermaga, kemiringan tanah dibuat sesuai dengan kemiringan alaminya serta dilapisi dengan perkuatan untuk mencegah tergerusnya tanah akibat pergerakan air yang disebabkan oleh maneuver kapal. Untuk menahan gaya lateral yang cukup besar akibat berthing dan mooring kapal, jika diperlukan dapat dilakukan pemasangan tiang pancang miring.



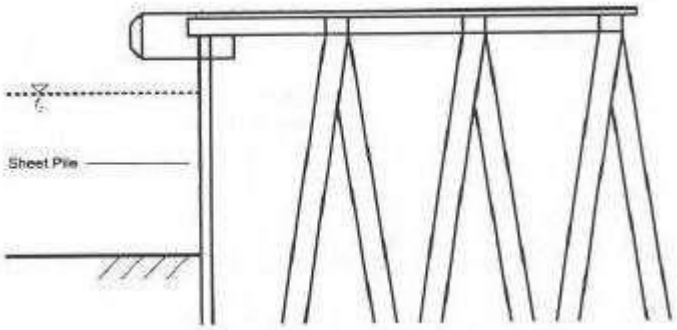
Sumber : Triadmodjo, 1999

Gambar 2-3 Dermaga Deck on Pile

2. Sheet Pile

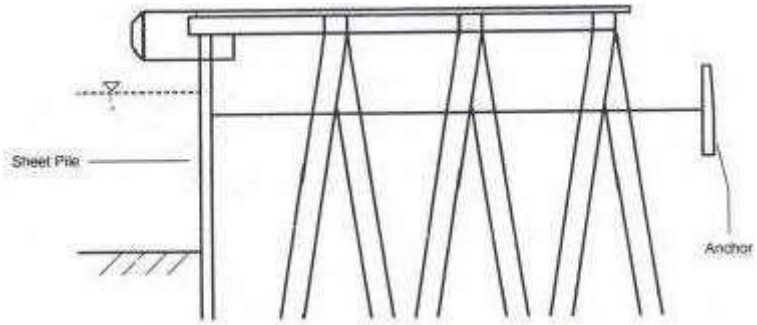
Struktur *Sheet pile* adalah jenis struktur yang tidak menggunakan kemiringan alami dari tanah. Dalam hal ini, gaya – gaya akibat perbedaan elevasi antara lantai dermaga dengan dasar alur pelayaran ditahan oleh struktur dinding penahan tanah. Tiang pancang miring masih diperlukan untuk menahan gaya lateral dari kapal yang sedang sandar atau untuk membantu *sheet pile* menahan tekanan lateral tanah. Struktur *Sheet Pile* dapat direncanakan dengan menggunakan penjangkaran ataupun tanpa enjangkaran. Selain *sheet pile*, *diapraghma wall* beton juga dapat berfungsi sebagai penahan tekanan lateral tanah. Selain itu diapraghma wall juga dapat direncanakan menerima beban vertikal dari lantai dermaga, karena dinding ini juga merupakan dinding beton bertulang yang struktural. *Barrete pile* dapat

digunakan pada struktur ini yang berfungsi sebagai anchor bagi *diapraghma wall*, keduanya dihubungkan oleh sistem *tie beam* atau *tie slab.*



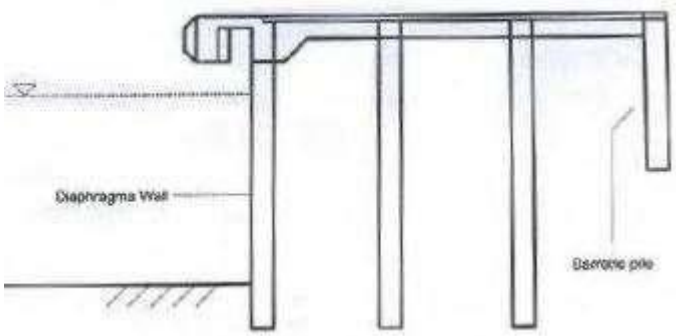
Sumber : Triadmodjo, 1999

Gambar 2-4 Dermaga Sheet Pile



Sumber : Triadmodjo, 1999

Gambar 2-5 Dermaga Anchored Sheet Pile



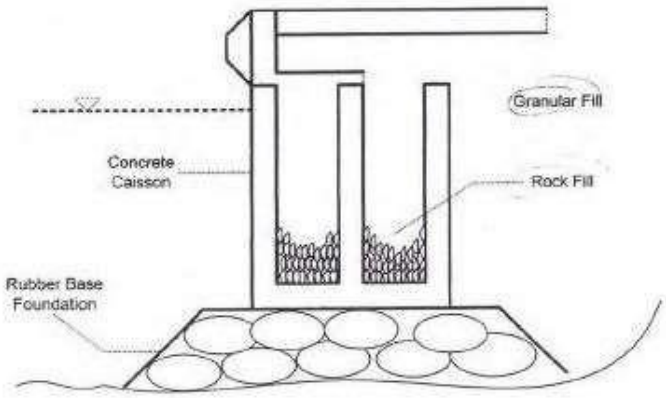
Sumber : Triadmodjo, 1999

Gambar 2-6 Dermaga Diaphragma Pile dengan Barrete Pile

3. *Caisson*

Struktur ini merupakan salah satu jenis dermaga *gravity structure*,

yang pada prinsipnya menggunakan berat sendiri dari struktur untuk menahan gaya vertical dan horizontal, terutama untuk menahan tekanan tanah. *Caisson* terdiri dari blok beton bertulang yang dibuat didarat dan dipasang dan dipasang pada lokasi dermaga dengan cara mengapungkan dan diatur pada posisi yang direncanakan, kemudian ditenggelamkan dengan mengisi blok – blok tersebut dengan pasir laut ataupun buatan.



Sumber : Triadmodjo, 1999

Gambar 2-7 Dermaga Caisson

2.2 Operasional Pelabuhan

Operasional di pelabuhan maksudnya adalah kegiatan yang dilakukan di pelabuhan baik oleh kapal yang sedang sandar ataupun oleh pekerja pelabuhan.

2.2.1 Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan

Kegiatan kepelabuhanan yang dilakukan oleh kapal adalah kegiatan labuh tambat dan bongkar muat muatan, jika dibagi sesuai waktu kerja kapal di pelabuhan, dapat dilihat uraiannya seperti di bawah ini:

a. *Turn Round Time* (TRT) merupakan total waktu kapal berada di pelabuhan, dengan komponen utama *postpone time* (PT) + *Approaching Time* (AT) +*Waiting Time* (WT) dan *Berthing Time* (BT).

b. *Postpone Time* adalah selang waktu diantara kedatangan kapal di rede sampai dengan melakukan permintaan pelayanan kapal. Permintaan pelayanan kapal akan diberikan bila kapal benar-benar berada di lokasi rede atau telah melewati ambang luar. PT merupakan

domain kepentingan pihak kapal atau pelayaran, komponen PT antara lain adalah tunggu muatan, tunggu dokumen, tunggu order agen, tunggu perbaikan/repair, tunggu berangkat, tender/melambung tidak bekerja, tunggu air pasang, tunggu fumigasi serta pemeriksaan oleh instansi terkait.

c. *Waiting Time* adalah jumlah rata-rata waktu tunggu kapal di perairan kolam labuh pelabuhan lokasi lego jangkar sampai pelayanan pemanduan dan pelayanan fasilitas tambat, WT terdiri atas WT *for berth* dan WT *for pilot*.

- *Waiting Time for Pilot* adalah selisih waktu penetapan pelayanan pandu dengan waktu pandu naik ke kapal (*pilot on board*)
- *Waiting Time for Berth* adalah selisih waktu sejak mengajukan permohonan tambat terhitung sejak kapal berlabuh di rede sanpai dengan pandu naik ke kapal bergerak menuju tambatan.

d. *Approach Time* adalah jumlah jam yang terpakai selama kapal berangkat dari lokasi lego jangkar / ambang luar sampai dengan ikat tali di tambatan atau sebaliknya, atau lamanya waktu pelayanan pemanduan selama kapal di pelabuhan.

e. *Berthing Time* adalah waktu kapal selama berada di tambatan, dihitung sejak kapal ikat tali sampai dengan selesai lepas tali. BT terdiri dari dua komponen yaitu *Berth working Time* (BWT) dan *Not Operation Time* (NOT).

f. *Berth Working Time* (BWT) adalah waktu kapal sandar di tambatan melakukan kegiatan bongkar muat dimulai sejak tanggal dan jumlah mulai kerja sampai dengan tanggal dan jam selesai kerja.

g. *Not Operation Time* (NOT) adalah jumlah waktu kapal yang direncanakan tidak bekerja selama berada di tambatan, misalnya waktu menunggu persiapan bongkar/muat (buka/tutup palkah), waktu istirahat serta selesai bongkar muat dan waktu menunggu lepas tambat (keberangkatan)

h. *Idle time* (IT) adalah jumlah waktu kapal sandar di tambatan yang terbuang akibat kegiatan kapal atau kegiatan bongkar/muat yang tidak

efektif, misalnya waktu hujan, tunggu angkutan darat, tunggu muatan, peralatan rusak, kecelakaan kerja serta tunggu buruh

i. *Effective Time* (ET) adalah waktu kapal sandar di tambatan yang benar-benar efektif digunakan untuk kegiatan B/M

2.2.2 Kinerja Bongkar Muat Kapal

Kinerja bongkar muat barang di Terminal Jamrud terdapat beberapa jenis kinerja bergantung pada jenis satuan muatan yang dibongkar ataupun dimuat di terminal tersebut. Berikut ini adalah penjelasan mengenai kinerja bongkar muat.

1. *Box / Crane / Hour* (B/C/H)

Kinerja bongkar muat petikemas dalam *box/crane/hour* yaitu kecepatan bongkar muat per kapal tiap jam selama kapal di tambatan atau jumlah rata-rata bongkar muat per kapal tiap jam selama kapal berada di tambatan.

$$\boldsymbol{rate\ PK\ per\ crane}\ (\frac{\frac{B}{C}}{H}) = \frac{\boldsymbol{jumlah\ PK\ yang\ dibongkar\ atau\ muat\ (box)}}{\frac{\boldsymbol{jumlah\ alat}}{\boldsymbol{gang}} * \boldsymbol{efektif\ time\ (ET)}}$$

2. *Ton / Gang / Hour* (T/G/H)

Kinerja bongkar muat general cargo dalam *ton per gang per hour* adalah jumlah total muatan general cargo dalam ton atau m3 yang dibongkar atau dimuat dalam waktu satu jam oleh satu gang TKBM

$$\boldsymbol{Rate}\ (\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{G/H}}) = \frac{\boldsymbol{jumlah\ barang\ GC\ yang\ dibongkar\ muat\ per\ kapal}}{\boldsymbol{jumlah\ gang\ per\ shift * jam\ efektif\ tiap\ shift}}$$

3. *Ton / Ship / Hour*

Kinerja bongkar muat general cargo dalam *ton per ship per hour* adalah jumlah total muatan general cargo dalam ton atau m3 yang dibongkar atau dimuat dalam waktu satu jam untuk setiap satu kapal yang sandar.

$$\frac{\boldsymbol{Rate}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{S}}}{\boldsymbol{H}} = \frac{\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{G}}}{\boldsymbol{H}} * \boldsymbol{jumlah\ gang\ per\ kapal}$$

2.2.3 Utilitas Fasilitas dan Peralatan Terminal

1. Rasio pemakaian gudang pelabuhan

Rasio pemakaian gudang atau *shed occupation ratio* (SOR) menggambarkan tingkat pemakaian gudang penumpukan. SOR merupakan perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan gudang penumpukan yang dihitung dalam satuan ton hari dan m^3 hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia.

Untuk menghitung rasio pemakaian gudang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{SOR}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{ton\ m^3 barang\ x\ hari\ dwelling\ time}}{\boldsymbol{Kapasitas\ efektif\ gudang\ penumpukan\ dalam\ ton/m^3}}\ \boldsymbol{x\ 100\%}$$

Dwelling time (rata-rata waktu barang ditumpuk) merupakan jumlah dari rata-rata tiap ton/m^3 barang yang ditumpuk selama satu bulan.

2. Daya Lalu Gudang

Daya lalu gudang atau *shed throughput* adalah jumlah ton/m^3 muatan barang dalam waktu tertentu (bulan atau tahun) yang melewati tiap m^2 luas efektif gudang. Untuk menghitung STP dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$\boldsymbol{STP}\ (\frac{\boldsymbol{ton}}{\boldsymbol{m^2}}) = \frac{\boldsymbol{jumlah\ \frac{ton}{m^3}\ barang\ dalam\ periode\ tertentu}}{\boldsymbol{m^2\ luas\ efektif\ gudang}}$$

3. Rasio pemakaian lapangan penumpukan

Rasio pemakaian lapangan penumpukan atau *yard occupation ratio* (YOR) adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan lapangan penumpukan yang dihitung dalam satuan ton hari dan m^3 hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia. Untuk menghitung YOR di lapangan dapat digunakan persamaan berikut

$$\boldsymbol{YOR}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{ton\ m^3 barang\ x\ hari\ dwelling\ time}}{\boldsymbol{Kapasitas\ efektif\ lapangan\ penumpukan\ dalam\ ton/m^3}}\ \boldsymbol{x\ 100\%}$$

4. Daya lalu lapangan penumpukan

Daya lalu lapangan penumpukan atau *yard throughput* (YTP) adalah jumlah ton/m3 muatan barang dalam waktu tertentu (bulan atau tahun) yang melewatti tiap m^2 luas efektif penumpukan pelabuhan. Untuk menghitung STP dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$\boldsymbol{YTP}\ (\frac{\boldsymbol{ton}}{\boldsymbol{m^2}}) = \frac{\boldsymbol{jumlah\,\frac{ton}{m^3}\,barang\ dalam\ periode\ tertentu}}{\boldsymbol{m^2\ luas\ efektif\ lapangan\ penumpukan}}$$

5. Rasio pemakaian dermaga (*Berth Occupation Ratio*)

Berth Occupancy Ratio (BOR) atau tingkat pemakaian tambatan adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tiap tambatan dibanding dengan jumlah demaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam prosen.

$$\boldsymbol{BOR}\ (\%) = \frac{\sum\{(\boldsymbol{LOA\ kapal(m) + space(m))x\ \ berthing\ time(jam)}\}}{\boldsymbol{panjang\ dermaga\ x\ waktu\ operasional\ pelabuhan}}\ \boldsymbol{x\ 100}\%$$

2.3 Konsep All Weather Terminal

Konsep *All Weather Terminal* pertama kali diterapkan oleh pelabuhan di Amsterdam, Belanda pada tahun 1998. Pada saat itu, perusahaan yang menangani yaitu VCK group membangun dermaga dengan memeberikan atap di atas kapal yang sedang bersandar dan dikedua ujung dermaga tersebut tetap terbuka untuk keluar masuk kapal sehingga ketika kegiatan bongkar muat tidak terganggu oleh cuaca buruk. Dimensi *All Weather Terminal* yang pertama dibangun dengan panjang dermaga 80 meter, lebar 23 meter, tinggi 18 meter dan kedalaman 15 meter. Pada pelabuhan tersebut dilengkapi juga dengan *gantry crane* yang menggantung di atap tersebut dengan kekuatan maksimal 40 ton. Agar muatan tetap terjaga dari cuaca buruk maka pelabuhan tersebut juga terhubung dengan gudang berukuran 5000 meter per segi yang dapat berfungsi untuk meletakan muatan sebelum diangkut ke kapal maupun sesudah dibongkar dari kapal. Pelabuhan tersebut juga terhubung dengan jalur kereta api lintas negara negara eropa tengah hingga timur yang tidak memiliki pelabuhan untuk mengangkut muatan mereka. Pada awalnya pelabuhan ini melayani muatan c*argo* yang bersifat sensitif terhadap perubahan cuaca seperti kertas, bubuk susu, kayu, besi baja dan terkadang alat transportasi umum yang membutuhkan prioritas utama. Selain kegiatan bongkar muat yang terlindung dari cuaca buruk, kelebihan dari konsep ini ialah banyaknya kapal yang dapat dilayani, jumlah *throughput* meningkat, dan muatan aman dari kerusakan karena dampak cuaca buruk. Namun kekurangan dari konsep ini adalah biaya

investasi awal yang mahal, sehingga tidak banyak pelabuhan yang menggunakan konsep ini.

Hingga saat ini di pelabuhan Amsterdam memiliki 4 pelabuhan dengan konsep *All Weather Terminal* dan sudah digunakan banyak negara negara di Eropa seperti Inggris, Belgia, Findlandia, dan Spanyol dengan beberapa pendekatan sesuai yang dibutuhkan masing masing pelabuhannya. Berikut adalah data data yang telah dikumpulkan mengenai pelabuhan yang telah menerapkan konsep *All Weather Terminal*.

Konsep *All Weather Terminal* dibagi menjadi dua bagian: area basah dan area kering. Area basah adalah bagian di mana tempat kapal bersandar dan melakukan kegiatan bongkar muat. Kemuadian untuk area kering terdiri dari ruang kerja, area transit dan area pengiriman untuk pelabuhan tersebut. Ruang kerja dibuat untuk beberapa kegiatan yang berbeda di dermaga, area pengiriman digunakan untuk memuat dan membongkar truk atau kereta api dan area transit untuk penyimpanan produk hingga 72 jam. Ruang ini dikembangkan untuk menyimpan perpindahan ekstra ke penyimpanan dan masih dapat dijangkau oleh *gantry crane* di konsep *All Weather Terminal*.

Hasil analisis sebelumnya mengatakan bahwa kapal terbesar yang pernah dibuat adalah 15000 DWT. Dimensi kapal ini secara tidak langsung menentukan dimensi utama dari konsep *All Weather Terminal*. Khususnya tinggi konsep *All Weather Terminal* adalah dimensi yang sangat penting karena biaya investasi sangat bergantung pada dimensi ini. Selain itu perhatian ekstra diberikan kepada lebar dari konsep *All Weather Terminal* yang mengatur haluan untuk manuver kapal. Kesimpulannya bahwa ruang bebas di konsep *All Weather Terminal*, dalam kaitannya dengan dermaga, harus sekitar 13 meter untuk melayani sebagian besar kapal-kapal besarnya hingga 15,000 DWT. Berikut adalah contoh pelabuhan yang menerapkan konsep *All Weather Terminal*.

- Pelabuhan Amsterdam, Belanda
  Panjang Tot Dermaga : 100 m
  Lebar Dermaga : 30 m

Tinggi AWT : 25 m

Kedalaman : 20 m LWS

Maks DWT Kapal : 15,000 DWT

Komoditas : Alumunium, besi, baja, kertas, pulp, kayu

Sumber : VCK Group Logistic

Gambar 2-8 *All Weather Terminal* Amsterdam

- Pelabuhan Rotterdam, Belanda

Panjang Tot Dermaga : 120 m

Lebar Dermaga : 30 m

Tinggi AWT : 25 m

Kedalaman : 15 m LWS

Maks DWT Kapal : 8,000 DWT

Komoditas : Alumunium, besi, baja, kertas, pulp, kayu

Sumber : VCK Group Logistic

Gambar 2-9 *All Weather Terminal* Rotterdam

- Pelabuhan Antwerp, Belgia

  Panjang Tot Dermaga : 120 m

  Lebar Dermaga : 15 m

  Tinggi AWT : 20 m

  Kedalaman : 13.5 m LWS

  Maks DWT Kapal : 9,000 DWT

  Komoditas : baja dan kertas

Sumber : Antwerpen

Gambar 2-10 *All Weather Terminal* Antwerp

- Pelabuhan Goole, Inggris

  Panjang Tot Dermaga : 120 m

  Lebar Dermaga : 15 m

  Tinggi AWT : 20 m

  Kedalaman : 13.5 m LWS

  Maks DWT Kapal : 5,000 DWT

  Komoditas : hasil hutan dan kertas

Sumber : Ports of Goole

Gambar 2-11 *All Weather Terminal* Goole

- Pelabuhan Hull, Inggris

  Panjang Tot Dermaga : 120 m

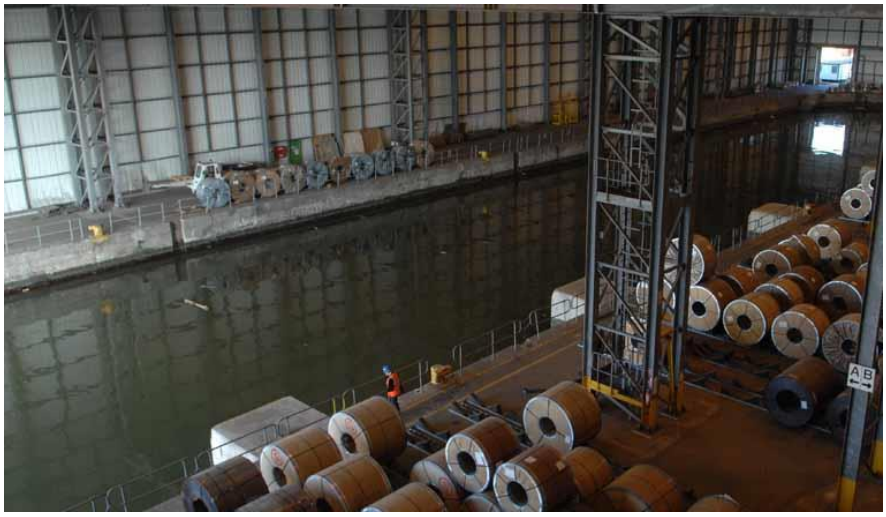
  Lebar Dermaga : 15 m

  Tinggi AWT : 20 m

  Kedalaman : 13.5 m LWS

  Maks DWT Kapal : 4,000 DWT

  Komoditas : hasil hutan, besi, baja, *bag cargo* dan kertas



Sumber : Ports of Hull

Gambar 2-12 *All Weather Terminal* Hull

- Pelabuhan Marin, Spanyol

  Panjang Tot Dermaga : 120 m

  Lebar Dermaga : 13 m

  Tinggi AWT : 22 m

  Kedalaman : 12 m LWS

  Maks DWT Kapal : 6,000 DWT

  Komoditas : besi, baja, dan hasil hutan

Sumber : Godar Moreira

Gambar 2-13 *All Weather Terminal* Marin

- Pelabuhan Kokkola, Findlandia

  Panjang Tot Dermaga : 122 m

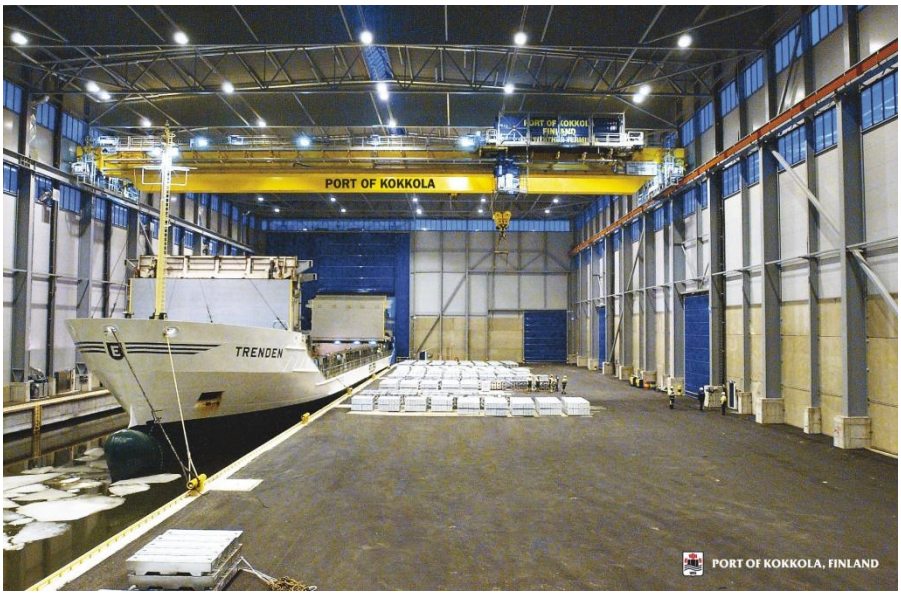
  Lebar Dermaga : 14 m

  Tinggi AWT : 24 m

  Kedalaman : 10 m LWS

  Maks DWT Kapal : 10,500 DWT

  Komoditas : *breakbulk cargo*



Sumber : Port of Kokkola

Gambar 2-14 *All Weather Terminal* Kokkola

- Pelabuhan Basel, Swiss

  Panjang Tot Dermaga : 15 m

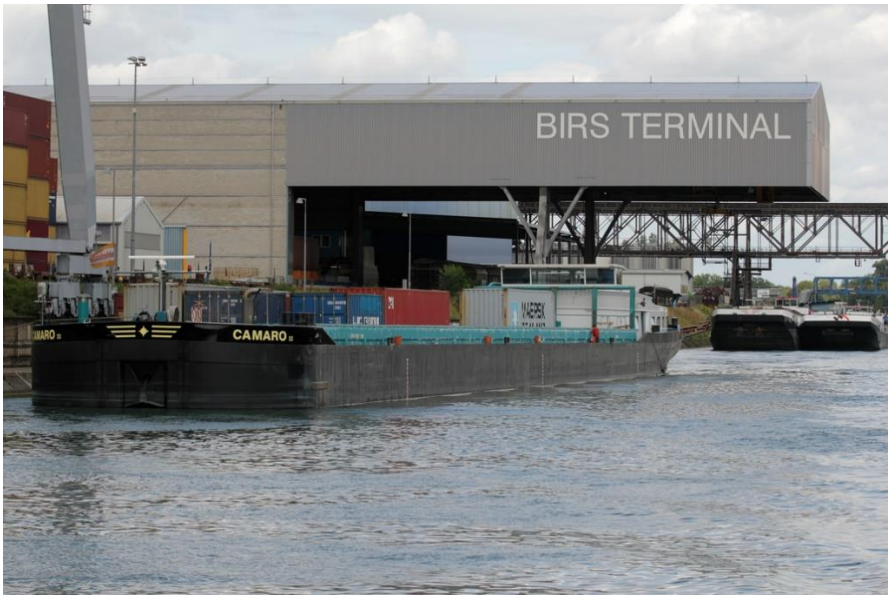
  Lebar Dermaga : 7.2 m

  Tinggi AWT : 24 m

  Kedalaman : 6 m LWS

  Maks DWT Kapal : 400 DWT

  Komoditas : *breakbulk cargo*



Sumber : Birs Terminal

Gambar 2-15 *All Weather Terminal* Basel

2.4 Karakteristik Pupuk

Pada penelitian ini, muatan yang diamgkut adalah berupa pupuk urea baik yang menggunakan kemasan karung/kantong maupun tanpa menggunakan kemasan/curah kering. Pupuk Urea adalah pupuk kimia mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi. Unsur Nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman. Pupuk urea berbentuk butir-butir kristal berwarna putih. Pupuk urea dengan rumus kimia NH_2 $CONH_2$ merupakan pupu yang mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis), karena itu sebaiknya disimpan di tempat yang kering dan tertutup rapat. Pupuk urea mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg mengandung 46 kg Nitrogen, Moisture 0,5%, Kadar Biuret 1%, ukuran 1-3,35MM 90% Min serta berbentuk Prill.

Adapun ciri ciri dari pupuk urea sendiri adalah sebagai berikut:

- Mengandung Nitrogen (N) berkadar tinggi.
- Berbentuk butir-butir Kristal berwarna putih.
- Memiliki rumus kimia NH_2CONH_2.
- Mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis).

- Mengandung unsur hara N sebesar 46%.

Unsur hara Nitrogen dikandung dalam pupuk urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, diantaranya :

- Membuat daun tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (chlorophyl) yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesa.
- Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain)
- Menambah kandungan protein tanaman
- Dapat dipakai untuk semua jenis tanaman baik tanaman pangan, holtikultura, tanaman perkebunan.
- Dengan pemupukan yang tepat dan benar (berimbang) secara teratur, tanaman akan tumbuh segar, sehat dan memberikan hasil yang berlipat ganda dan tidak merusak struktur tanah.

2.5 Sistem

2.5.1 Definisi Sistem

Sistem sebagai sekelompok komponen yang beroperasi secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu atau sekumpulan entitas yang bertindak dan berinteraksi bersama-sama untuk memenuhi suatu tujuan akhir yang logis (Law & Kelton, 2000). Sedangkan menurut (Arifin, 2009) sebuah sistem didefinisikan sebagai sekumpulan objek (manusia, mesin, dan informasi) yang dihubungkan dan saling berinteraksi bersama-sama dalam aturan-aturan atau adanya saling ketergantungan untuk menyelesaikan beberapa tujuan.

Beberapa elemen model simulasi yang berupa istilah-istilah asing perlu dipahami oleh pemodel karena bagian-bagian ini sangat penting dalam menyusun suatu model simulasi

1. Entitas *(entity)*

Kebanyakan simulasi melibatkan ‘pemain’ yang disebut entitas yang bergerak, merubah status, memepengaruhi dan dipengaruhi oleh entitas yang lain serta memperngaruhi hasil pengukuran kinerja sistem. Entitas

merupakan obyek yang dinamis dan simulasi. Biasanya entitas dibuat oleh pemodel atau secara otomatis diberikan oleh software simulasinya.

2. Atribut *(Attribut)*

Setiap entitas memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakan antara satu dengan yang lainnya. Karakteristik yang dimiliki oleh setiap entitas disebut dengan atribut. Atribut ini akan membawa nilai tertentu bagi setiap entitas. Satu hal yang perlu diingat bahwa nilai atribut mengikat entitas tertentu. Sebuah *part* (entitas) memiliki atribut (*arrival, time, due date, priority, dan color)* yang berbeda dengan part yang lain.

3. Variabel *(variable)*

Variabel merupakan potongan informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem. Variabel berbeda dengan atribut karena dia tidak mengikat suatu entitas melainkan sistem secara keseluruhan sehingga semua entitas dapat mengandung variabel yang sama. Misalnya, panjang antrian, *batch size*, dan sebagainya.

4. Sumber daya *(Resource)*

Entitas-entitas seringkali saling bersaing untuk mendapat pelayanan dari *resource* yang ditunjukkan oleh operator, peralatan, atau ruangan penyimpangan yang terbatas. Suatu *resouce* dapat grup atau pelayanan individu.

5. Antrian *(Queue)*

Ketika entitas tidak bergerak (diam) hal ini dimungkinkan karena resource menahan *(size)* suatu entitas sehingga entitas yang lain untuk menunggu. Jika *resource* telah kosong (melepas satu entitas) maka entitas yang lain bergerak kembali dan seterusnya demikian.

6. Kejadian *(Event)*

Bagaimana sesuatu bekerja ketika simulasi dijalankan? Secara sederhana, semuanya bekerja karena dipicu oleh suatu kejadian. Kejadian adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut atau variabel. Ada tiga kejadian umum dalam

simulasi, yaitu *Arrival* (kedatangan), *Operation* (Proses), *Departure* (entitas meninggalkan sistem), dan *The End* (simulasi berhenti).

7. Simulation Clock

Nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variabel disebut sebagai *simulation Clock*. Ketika simulasi berjalan dan pada kejadian tertentu waktu dihentikan untuk melihat nilai saat itu maka nilai tersebut adalah nilai simulasi pada saat tersebut.

8. Replikasi

Replikasi mempunyai pengertian bahwa setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula (‘*identical’ part*), tapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah *(‘independent’part*) untuk membangkitkan waktu antar-kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu simulasi yang diinginkan untuk setiap replikasi *disebut length of replication*.

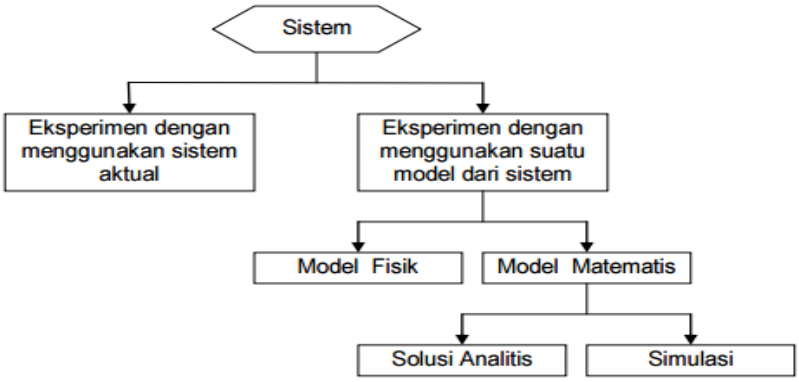
2.5.2 Pemodelan Sistem

Ada beberapa cara untuk dapat merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem. Salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan, membuat model dari sistem tersebut. Model adalah alat yang sangat berguna untuk menganalisis maupun merancang sistem. Sebagai alat komunikasi yang sangat efisien, model dapat menunjukkan bagaimana suatu operasi bekerja dan mampu merangsang untuk berpikir bagaimana meningkatkan atau memperbaikinya.

Model didefinisikan sebagai suatu deskripsi logis tentang bagaimana sistem bekerja atau komponen-komponen berinteraksi. Dengan membuat model dari suatu sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis. Hal ini merupakan prinsip pemodelan, yaitu bahwa pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangannya.

Melakukan pemodelan adalah suatu cara untuk mempelajari sistem dan model itu sendiri dan juga bermacam-macam perbedaan perilakunya.

Berikut ini adalah gambaran dari aneka cara mempelajari sistem :



Sumber : Law & Kelton, 2000

Gambar 2-16 Bagan Alur Sistem

2.6 Simulasi

Simulasi merupakan salah satu sistem pendukung keputusan yang menawarkan pada pengambil keputusan suatu kemampuan untuk menghadapi adanya perubahan. Simulasi dapat didefinisikan sebagai teknik analisa yang mengimitasi *performance* dari sistem yang sebenarnya, dalam suatu lingkungan yang dikontrol untuk mengestimasi *performance* yang sesungguhnya dari sistem (Hiller, 1990).

Simulasi dapat digunakan sebagai alat yang dapat memberikan informasi dalam kaitannya dengan proses pengambilan keputusan. Simulasi ini sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan, karena proses pengambilan keputusan akan memakan waktu yang sangat singkat dengan bantuan simulasi, baik secara manual maupun simulasi dengan menggunakan *software*. Simulasi juga dapat digunakan sebagai senjata terakhir dalam pemecahan suatu masalah apabila algoritma-algoritma yang sudah ada tidak bisa menyelesaikan masalah, karena simulasi merupakan gambaran secara nyata permasalahan yang ada (Law & Kelton, 2000)

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem, berdasarkan sifat perubahannya sendiri dikategorikan menjadi 2 yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu.

Sistem diskrit mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya pada sebuah

bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan Sistem kontinyu mempunyai arti jika keadaan variabel variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus bergerak

Menurut (Banks, J. Carson II, & B. L. Nelson, 1984), klasifikasi model simulasi terdiri atas tiga dimensi yang berbeda, yaitu :

1. Menurut kejadian perubahan sistem yang berlangsung :

Model Simulasi Statis vs Dinamis

Model statis merupakan representasi dari sebuah sistem pada waktu tertentu sedangkan Model dinamis menggambarkan suatu sistem yang lambat laun terjadi tanpa batas waktu (contoh: Sistem konveyor).

2. Menurut kepastian dari probabilitas perubahan sistem;

Model Simulasi Deterministik vs Stokastik

Model simulasi dikatakan deterministik jika dalam model tersebut mengandung komponen probabilitas yang pasti. Kebalikannya Model simulasi stokastik adalah model yang kemungkinan perubahannya sangat acak.

3. Menurut sifat perubahannya ;

Model Simulasi Kontinyu vs Diskrit

Dalam simulasi sistem konrinyu, maka peruabahan keadaan suatu sistem akan berlangsung terus menerus seiring dengan perubahan waktu, sebagai contoh adalah perubahan debit air dalam sebuah tangki reservoir yang dilubang bagian bawahnya. Akan tetapi untuk simulasi sistem diskrit, perubahan keadaan sistem hanya akan berlangsung pada sebagian titik perubahan waktu, seperti perubahan sistem yang terjadi pada suatu sistem manufaktur dan penanaganan material.

2.7 Pola Distribusi Data

Suatu simulasi tentu di dalamnya terdapat asumsi-asumsi yang berbentuk hubungan matematik dan logika dimana akan membentuk model yang digunakan

untuk mendapatkan pemahaman bagaimana perilaku hubungan dari sistem tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan distribusi dalam pemodelan dan simulasi untuk mengetahui pola interaksi dalam bilangan random yang dibangkitkan (Akmal, 2015) Adapun macam-macam distribusi yang digunakan pada program Arena adalah sebagai berikut (Kelton, Sadowski, & Zupick, 2010):

1. Erlang

   Distribusi Erlang adalah suatu kasus secara khusus yang menyangkut distribusi gamma, dimana parameter bentuk adalah suatu bilangan bulat (k). Distribusi Erlang dapat digunakan dalam situasi di mana suatu aktivitas terjadi dalam tahap berurutan dan mempunyai distribusi yang bersifat exponen. Distribusi Erlang sering digunakan untuk menghadirkan waktu dan menyelesaikan suatu tugas. Distribusi Erlang dapat dipakai saat kondisi dimana terjadi suatu aktivitas pada fase keberhasilan dengan setiap fase merupakan distribusi eksponensial. Pada distribusi ini parameter yang digunakan adalah rata-rata (β) untuk setiap komponen dengan distribusi eksponensial, dan nilai eksponensial *random* variabel (k) adalah parameter distribusi, nilai eksponensial rata-rata tergolongkan sebagai bilangan nyata positif *integer* positif. Distribusi ini biasanya digunakan untuk mewakilkan permintaan waktu untuk menyelesaikan sebuah tugas.

2. Exponential

   Distribusi Exponential adalah distribusi yang sering digunakan untuk model *inteverent* pada suatu proses kedatangan acak, tetapi umumnya hanya untuk memproses penundaan waktu. Distribusi Exponensial sering digunakan untuk model yang terdapat perbedaan waktu antar kejadian (*interevent times*) pada kedatangan acak dan proses yang berbeda. Model distribusi ini umumnya tidak dapat digunakan pada model yang terdapat jeda waktu (*delay*). Spesifikasi ukuran dari seluruh populasi Beta (β) sebagai bilangan asli positif.

3. Lognormal

   Lognormal digunakan pada situasi dimana kuantitas menjadi suatu produk yang berjumlah acak. Distribusi ini berhubungan dengan bilangan normal. Distribusi Lognormal dapat digunakan dalam kondisi dimana terdapat banyak jumlah kuantitas produk dengan jenis random. Distribusi ini berhubungan

dengan distribusi normal jika sebuah variabel acak X adalah distribusi Log (μl, σl), dan hanya jika, Ln x mengikuti distribusi normal dengan mean μ dan varians σ. Parameter distribusi ini memiliki rata-rata LogMean (μl> 0) dan standar deviasi LogStd (σl> 0) dari lognormal variabel acak. Baik nilai LogMean dan LogStd harus terspesifikasi sebagai bilangan asli positif.

4. Normal

Distribusi normal adalah distribusi yang digunakan dalam situasi dimana batas pusat digunakan untuk menerapkan penjumlahan yang lain. Distribusi ini juga digunakan untuk pengalaman yang banyak pada suatu proses yang nampak akan mempunyai suatu distribusi *symmetric*, sebab distribusi ini tidak digunakan untuk penjumlahan positif seperti waktu proses. Distribusi Normal digunakan pada situasi dimana teori batas tengah berlaku, pada kondisi ini penyebaran data terbagi secara merata atau simetris dengan satu puncak. Rata-rata distribusi ini terletak di tengah kurva yaitu satu garis dengan puncak kurva. Nilai rata-rata (μ) dispesifikasikan sebagai bilangan asli dan standar deviasi (σ) dispesifikasikan sebagai bilangan asli positif.

5. Uniform

Distribusi uniform adalah distribusi yang digunakan ketika semua nulai-nilai atas suatu cakupan terbatas mungkin dianggap sama. Kadang-kadang tidak digunakan ketika informasi selain dari cakupan sudah tersedia. Distribusi seragam mempunyai suatu perbedaan lebih besar dibandingkan distribusi lain yang digunakan ketika sedang kekurangan informasi (distribusi triangular).

6. Weibull

Distribusi weibull secara luas digunakan di dalam model keandalan untuk menghadirkan suatu alat. Jika sutu sistem terdiri dari sejumlah besar komponen yang gagal dengan bebas, dan jika dibanding waktu antara kegagalan berurutan dapat didekati oleh distribusi weibul. Distribusi ini juga digunakan untuk menghadirkan bukan suatu tugas yang negatif kepada yang ditinggalkan. Distribusi Weibull memiliki skala parameter Beta (β) dan bentuk parameter Alpha (α) dispesifikasikan sebagai bilangan asli positif. Pada model ini secara luas digunakan dalam model reabilitas untuk mewakilkan suatu umur pemakaian dari suatu alat. Jika sistem terdiri dari sejumlah data yang besar

dengan bagian yang gagal secara independent dan ketika sistem itu gagal, maka waktu antar kegagalannya berturut-turut diperkirakan distribusi ini adalah distribusi Weibull.

7. Gamma

Distribusi Gamma adalah distribusi yang digunakan untuk menghadirkan waktu dan untuk menyelesaikan beberapa tugas (sebagai contoh, suatu pengerjaan dengan mesin waktu atau pada waktu memperbaiki mesin). Distribusi Gamma digunakan untuk bilangan bulat yang membentuk parameter, distribusi gamma menjadi sama lainnya dengan distribusi Erlang. Distribusi Gamma digunakan pada jenis kejadian yang memiliki parameter integer. Model distribusi ini sering digunakan untuk mewakili jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan beberapa pekerjaan. Jenis distribusi ini memiliki spesifikasi ukuran dari seluruh populasi Beta (β) dan Alpha (α) sebagai bilangan asli positif.

8. Beta

Distribusi Beta banyak digunakan untuk mewakili proporsi acak. Jenis distribusi ini memiliki spesifikasi ukuran dari seluruh populasi Beta (β) dan Alpha (α) sebagai bilangan asli positif. Variabel acak distribusi ini terletak diantara 0 dan 1. Karena kisaran distribusi beta adalah dari 0 sampai 1, Sampel X dapat ditransformasi ke skala beta sampel Y dengan range dari a hingga b dengan menggunakan $Y = a + (b - a) X$.

9. Triangular

Distribusi Triangular digunakan dalam situasi di mana format tepat dari distribusi tidaklah dapat dikenal, yaitu untuk perkiraan yang minimum dan maksimum, dan nilai-nilai hampir bisa dipastikan ada tersedia. Pada distribusi triangular ini akan lebih mudah untuk menggunakan dan menjelaskan dibandingkan distribusi lain yang mungkin digunakan di dalam situasi ini (distribusi beta). Distribusi triangular atau segitiga banyak digunakan pada situasi dimana bentuk pasti dari distribusi tidak dapat diketahui, tetapi dapat di estimasikan sebagai minimum, maksimum, dan data yang tersedia paling banyak. Distribusi segitiga sangat mudah digunakan untuk menjelaskan distribusi lainnya yang mungkin digunakan pada situasi ini. Spesifikasi nilai

untuk distribusi ini terdiri dari minimum (a), mode (m), dan maksimum (b) sebagai bilangan asli dengan a < m < b.

10. Poisson

Distribusi poisson adalah distribusi yang sering digunakan untuk banyaknya model pada peristiwa acak yang terjadi di dalam suatu interval waktu yang telah ditetapkan. Ciri-ciri distribusi *poisson* yaitu banyaknya haisl percobaan yang satu tidak tergantung dari banyaknya hasil percobaan yang lain, probabilitas hasil percobaan sebanding dengan panjang interval waktu, probabilitas lebih dari satu hasil percobaan yang terjadi dalam interval waktu yang singkat dalam daerah yang kecil dapat diabaikan. Distribusi ini juga digunakan untuk model ukuran *batch* acak.

2.8 Software ARENA

Arena adalah perangkat lunak simulasi diskrit yang dikembangkan oleh Rockwell Automation pada tahun 2000. Program ini menggunakan prosesor SIMAN dan bahasa simulasi. Arena dapat diintegrasikan dengan teknologi Microsoft. Ini termasuk Visual Basic untuk aplikasi sehingga model dapat lebih otomatis jika algoritma tertentu diperlukan. Hal ini juga mendukung mengimpor diagram alur dari Microsoft Visio, serta membaca dari atau keluaran ke spreadsheet Excel dan database Access.

Di Arena, pengguna membangun model eksperimen dengan menempatkan modul (kotak dari berbagai bentuk) yang mewakili proses atau logika. Garis konektor digunakan untuk bergabung modul ini bersama-sama dan untuk menentukan aliran entitas. Sementara modul memiliki tindakan spesifik terhadap entitas, aliran, dan waktu, representasi yang tepat dari modul dan entitas masing-masing relatif terhadap kondisi nyata. Data statistik, seperti waktu siklus dan WIP (barang dalam proses) tingkat, dapat direkam dan dikeluarkan sebagai laporan. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan Arena, antara lain :

- Memodelkan setiap proses yang terjadi dalam kondisi yang sebenarnya
- Mensimulasikan performa di masa yang mendatang dari sistem pemodelan yang telah kita buat untuk memahami hubungan antar proses dalam sistem
- Memvisualisasikan kondisi operasional dengan animasi dinamis

- Menganalisa bagaimana kinerja sistem berdasarkan konfigurasi dari modul-modul yang telah dibuat dan alternatif-alternatif yang mungkin bisa direalisasikan sehingga dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan yang terbaik.

Model simulasi Arena dapat digunakan untuk menganalisis sistem yang lebih kompleks. Model simulasi dapat dipadukan dengan model numerik sehingga keduanya saling mendukung dalam menganalisis suatu jenis sistem yang kompleks. Model simulasi biasanya didukung oleh tipe data yang berhubungan langsung dengan angka acak, sedangkan tipe data bersifat probabilitas. Data yang seperti ini memiliki perilaku terhadap sistem yang tidak dapat diprediksikan secara pasti karena perilakunya tidak beraturan. (Nur, 2013)

2.8.1 Input Analyzer

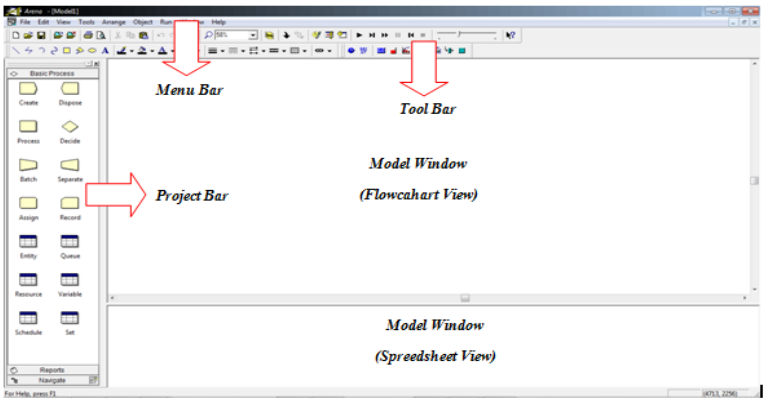
Input analyzer adalah fasilitas dari *software* Arena yang berguna untuk mencari distribusi yang sesuai dari data historis yang telah dikumpulkan atau didapatkan. Misalnya data waktu antar kedatangan, waktu proses, waktu pelayanan, dan data lainnya. *Input Analyzer* juga dapat menentukan jenis distribusi yang paling tepat melalui metode *fitting* yang dimiliki, pengguna dapat menguji kecocokan suatu pola distribusi dengan asumsi dari Input Analyzer. Distribusi yang didapat dari data, akan diuji kembali melalui *Input Analyzer* apakah sebaran tersebut sesuai jenis distribusinya dengan menggunakan metode *fitting.* Dari metode *fitting,* akan menghasilkan *chi square,* Kolmogorov-Smirnov *test,* dan *Square Error.Chi Square* dan Kolmogorov-Smirnov *test* akan menghasilkan nilai p, dimana semakin tinggi nilai p, maka jenis distribusi tersebut semakin cocok. Dan Input Analyzer akan memilih *Square Error* paling rendah dari semua *fitting* yang dilakukan. *Square Error* terkecil tidak menjadi jaminan bahwa pola distribusi tersebut adalah yang paling cocok dan mendekati pola distribusi yang dianalisa. Hal tersebut harus dibandingkan kembali dengan nilai p.

Selain itu, Input Analyzer juga dapat membantu dalam mencoba *fitting* untuk jenis distribusi lain, seperti distribusi Gamma dan Beta cukup identik satu sama lain,

dan menggunakan *chi square*, Kolmogorov-Smirnov *test*, dan *Square Error*, akan dapat ditemukan pola distribusi alternatif.

2.8.2 Tampilan awal *software* Arena

Tampilan awal pada *software* Arena dapat dilihat gambar berikut :



Gambar 2-17 Tampilan awal software Arena

a. *Menu Bar*

Menu bar yang ada di dalam Arena secara umum terdiri dari menu file (untuk manajemen file pengguna), *menu edit*, *view* dan terdapat beberapa menu bar untuk membantu pengerjaan *modeling system* seperti tools, arrange, object dan run.

b. *Project Bar*

Project bar pada Arena terdiri dari 2 (dua) hal,yaitu :

Flowchart module merupakan modul untuk membangun model simulasi dalam arena terdiri dari modul *basic process*, modul *advance transfer* dan modul *advance process*.

Spreadsheet module merupakan modul untuk melihat status dari flowchart yang digunakan. Status yang ada didapatkan secara otomatis atau secara manual.

c. *Status Bar*

Merupakan suatu modul dalam Arena yang bertujuan untuk melihat status dari pekerjaan (modul) saat ini seperti kondisi *running model* yang sedang dijalankan.

d. *Tool Bar*

Merupakan suatu window yang berisi daftar perintah yang sering digunakan dan di presentasikan dalam bentuk tombol.

e. Model Window (*flowchart view)*

Window ini merupakan window induk yang melingkupi seluruh lingkungan kerja arena. Fungsi utama window ini adalah sebagai tempat docking bagi modul-modul yang digunakan.

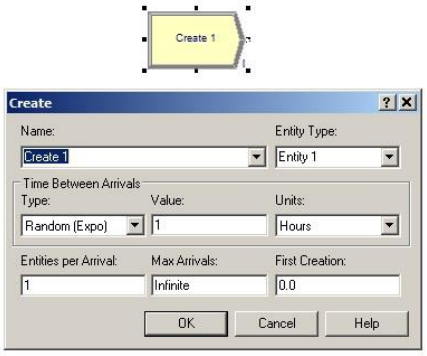
a. Model Window (*spreadsheet view*)

Window ini digunakan untuk melihat data yang terdapat pada modul modul yang digunakan pada *flowchar*t modul.

2.8.3 Modul *Basic Process* dalam ARENA

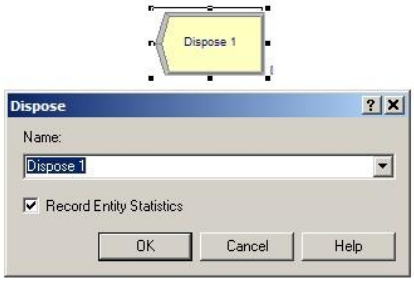
Modul Basic Process merupakan modul-modul dasar yang digunakan untuk simulasi. Berikut template basic process, yaitu :

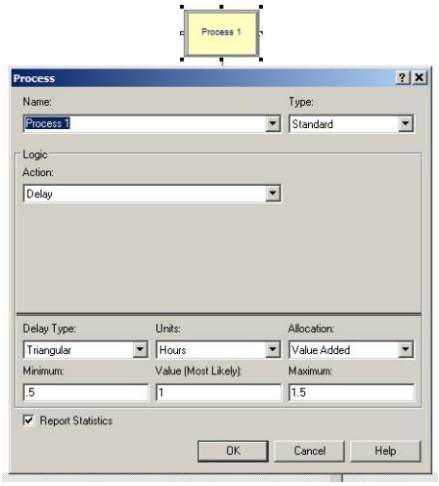
Tabel 2.1 Modul Basic Process ARENA

No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
1	*Create Module* 	Sebagai titik awal atau kedatangan entitas kedalam simulasi.	a. Kedatangan kapal dalam proses pelayanan.

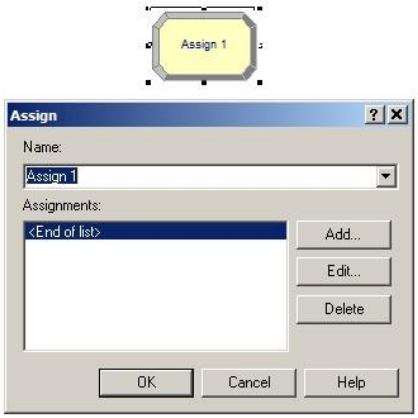
Prompt &Deskripsi		
a	*Name*	digunakan untuk memberi nama pada modul yang dibuat
b	*Entity Type*	mendeskripsikan jenis entitas yang akan dibangkitkan
c	*Type*	menentukan jenis aliran kedatangan yang akan dihasilkan
d	*Value*	menentukan *mean* dari distribusi eksponensial (jika *Random* digunakan) atau nilai konstan (*Constant* jika digunakan) untuk waktu antara kedatangan.
e	*Unit*	menjelaskan satuan waktu yang digunakan untuk pembuatan antar kedatangan.
f	*Entity per arrival*	Jumlah entitas yang akan masuk sistem pada waktu tertentu dalam masing-masing kedatangan.
g	*Max Arrival*	Maksimum jumlah entitas dapat dihasilkan oleh modul ini. Ketika nilai ini tercapai, penciptaan entitas baru dengan modul ini berhenti.

No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
2	*Dispose Module*	Modul ini adalah titik akhir untuk entitas dalam model simulasi yang dimana entitas statistik dapat	a. Kapal meninggalkan pelabuhan

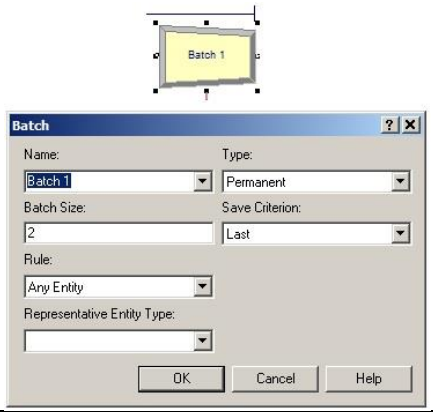
		direkam sebelum entitas tersebut dijual.	
Prompt &Deskripsi			
a	*Name*	*Identifier* modul yang unik ditampilkan pada bentuk modul.	
b	*Record entity statistic*	Menentukan penyimpanan statistik entitas yang masuk.	

No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
3	*Process Module* 	Modul ini digunakan untuk mendefinisikan langkah-langkah proses dimana ketika *entity* masuk ke *Process Module* maka akan menunggu sampai *server* yang bisa berupa *resource* atau *transporter* dalam kondisi siap.	a. Proses mengambil satu petikemas oleh *container crane*.
Prompt dan Deskripsi			
a	*Type*	Metode menentukan logika dalam modul.	

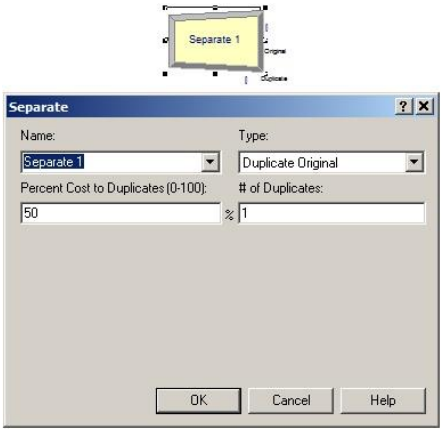
b	*Action (Seize delay Release, Delay, Seize Delay, Delay Release)*	Menunjukkan bahwa sumber daya (s) akan dialokasikan diikuti dengan penundaan proses dan kemudian sumber daya yang dialokasikan (s) akan dirilis.
c	*Resource:*	Daftar sumber daya atau *set* sumber daya yang digunakan untuk pengolahan entitas.
d	*Delay Type*	Jenis distribusi atau metode menentukan parameter *delay*.
e	*Allocation*	Menentukan bagaimana waktu proses dan biaya proses akan dialokasikan untuk entitas.

No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
4	*Assign Module* 	Modul ini memberikan penetapan nilai kepada variabel pengguna yang didefinisikan tingkat atau level kontinu, atribut entity atau gambar, variabel-variabel status model, atau tempat sumber daya.	a. Pengubahan tipe *entity* untuk mewakili salinan data customer.
Prompt dan Deskripsi			
a	*Assigments*	menentukan satu atau lebih tugas yang akan dilakukan ketika entitas mengeksekusi modul.	

b	*Type*	Jenis tugas yang akan dibuat. Lainnya dapat mencakup variabel sistem, seperti kapasitas sumber daya atau waktu simulasi akhir.
c	*Variable Name*	Nama variabel yang akan diberi nilai baru ketika entitas memasuki modul.
d	*Attribute Name*	Nama atribut entitas yang akan diberi nilai baru ketika entitas memasuki modul.
e	*New Value*	Penugasan nilai atribut, variabel, atau variabel sistem lainnya.

No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
5	*Batch Module* 	Modul ini digunakan untuk mengumpulkan sejumlah entitas sebelum dapat diproses pada proses selanjutnya.	a. Penyatuan salinan data yang pada awalnya terpisah. b. Kapal dan data muatan sebelum dimulainya kegiatan bongkar muat.
Prompt dan Deskripsi			
a	*Type*	*M*etode *batching* entitas bersama-sama.	
b	*Batch Size*	Jumlah entitas yang akan *batched*.	
c	*Save Criterion*	Metode untuk nilai yang ditetapkan pengguna untuk menugaskan perwakilan entitas atribut.	

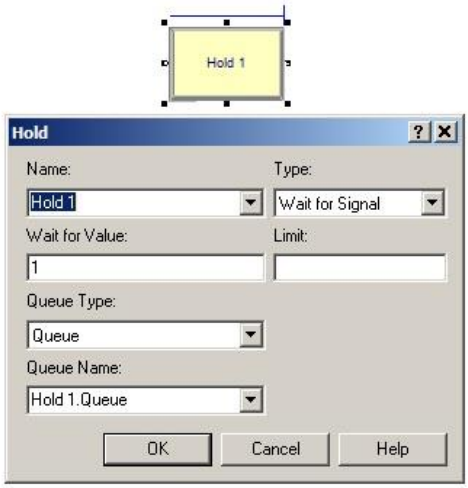
d	*Rule*	Menentukan bagaimana entitas yang masuk akan di *batch.*
e	*Atributte Name*	Nama atribut yang nilainya harus sesuai dengan nilai.

No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
6	*Separate Module* 	Modul ini digunakan untuk menyalin entitas yang ada untuk menjadi beberapa entitas atau membagi sebuah entitas yang sebelumnya telah dikelompokkan (batch).	a. Pemisahan dokumen sebelum dikelompokkan.
Prompt dan Deskripsi			
a	*Type*	Metode memisahkan entitas yang masuk. Duplikat Asli hanya akan mengambil entitas asli dan membuat beberapa jumlah duplikat yang identik.	
b	*Percent cost duplicates*	Alokasi biaya dan waktu dari entitas yang masuk ke duplikat keluar. Nilai ini ditetapkan sebagai persentase dari biaya entitas asli dan waktu (antara 0-100)	
c	*# of duplicates*	Jumlah entitas yang keluar akan meninggalkan modul, di samping entitas asli yang masuk.	

2.8.4 Modul *Advanced Process* dalam ARENA

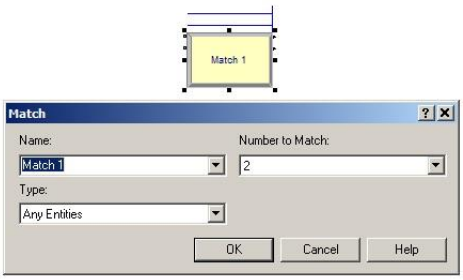
Advanced process panel adalah panel yang memiliki beberapa module yang memiliki fungsi dan aplikasi proses yang lebih bervariasi daripada panel *basic process*. Panel tersebut dibagi menjadi *General flowchart Module* dan *Data Module*. Berikut adalah beberapa modul dari *Advanced Procces* dalam Arena :

Tabel 2.2 Modul Advanced Process ARENA

No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
1	*Hold Module* 	Modul ini akan memegang sebuah entitas dalam sebuah antrian untuk menunggu sinyal, menunggu untuk kondisi tertentu benar kemudian dilakukan pemindaian, atau terpegang selama waktu yang tidak terbatas.	a. Menahan kapal masuk ketika keadaan semua *container crane* dalam kondisi sibuk semua.
Prompt & Deskripsi			
a	*Name*	Identifikasi modul yang unik yang ditampilkan pada bentuk modul.	
b	*Type*	Alasan untuk memegang entitas dalam waktu tertentu. *Wait For Signal*menunjukkan entitas akan di *hold* sampai sinyal darinilai yang sama diterima. *Scan for Condition* mengadakan entitas sampai kondisi yang ditetapkan menjadi benar. *Infinite Hold* mengadakan entitas	

		sampai tersebut akan dihapus dari antrian oleh modul Hapus.
c	*Wait for Value*	Nilai Sinyal untuk entitas menunggu.
d	*Limit*	Jumlah maksimum entitas tunggu yang akan dirilis setelah menerima sinyal.
e	*Condition*	Menentukan kondisi yang akan dievaluasi untuk menahan entitas dimodul. Jika kondisi ini dievaluasi dan bernilai benar, entitas meninggalkan modul segera. Jika kondisi salah, entitas akan menunggu di terkait antrian sampai kondisi menjadi benar.
f	*Queue Type*	Menentukan jenis antrian yang digunakan untuk menahan entitas. Jika Antrian dipilih, nama antrian ditentukan. Jika Set dipilih, antrian diatur dan anggota dalam set yang ditentukan. Jika internal dipilih, antrian internal yang digunakan untuk menyimpan semua entitas menunggu. Atribut dan Ekspresi adalah tambahan metode untuk menentukan antrian yang akan digunakan.
g	*Queue Name*	Untuk mendefinisikan simbol nama antrian.
h	*Set Index*	Untuk mendefinisikan indeks ke set antrian. Perhatikan bahwa ini adalah indeks ke set dan bukan nama antrian di set. Misalnya, entri hanya berlaku untuk antrian set berisi tiga anggota adalah ekspresi yang mengevaluasi ke 1,2, atau 3.

i	*Attribute*	Bidang ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Atribut. Atribut masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian adalah menjadi digunakan.
j	*Expression*	Ekspresi ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Expression. Ekspresi masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian akan digunakan.

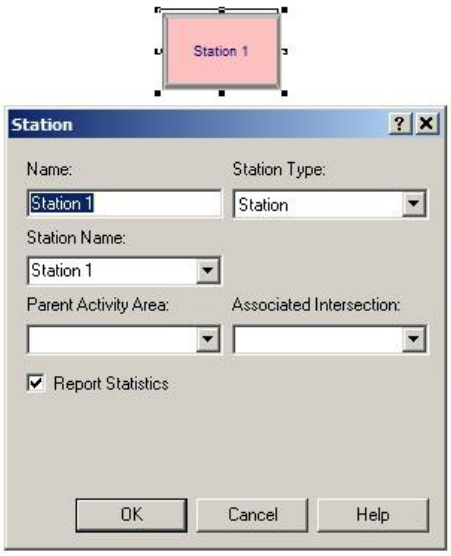
No	*Module*	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
2	*Match Module* 	*Match module* membawa beberapa entitas sekaligus untuk menunggu di antrian yang berbeda.	a. Penggabungan kapal dengan muatan sebelum meninggalkan pelabuhan.
Prompt & Deskripsi			
a	*Name*	*Module* unik untuk mengidentifikasikan bentuk *module* yang ditampilkan.	
b	*Number to Match*	Jumlah entitas yang cocok yang harus berada dalam antrian yang berbeda sebelum proses *matching* dapat diselesaikan.	
c	*Type*	Metode pencocokan entitas yang masuk. Jika Jenis adalah *Any Entitases*, salah satuentitas harus berada di setiap antrian	

		untuk pertandingan yang akan dibuat. Jika Type berdasarkanpada Atribut, satu entitas harus berada dalam antrian masing-masing dengan nilai atribut yang sama.

2.8.5 Modul *Advanced Transfer* dalam ARENA

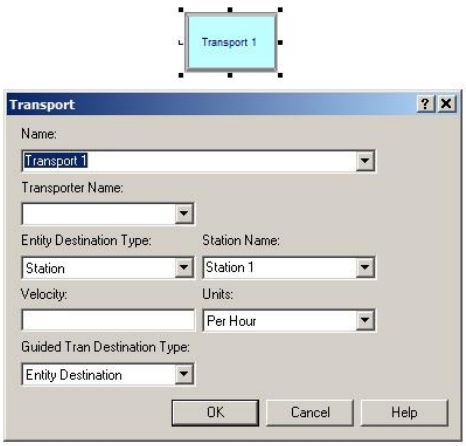
Modul *Advanced Transfer* merupakan modul-modul yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan entitas dalam sistem,berikut adalah beberapa contoh modul *Advanced Transfer* :

Tabel 2.3 Modul Advanced Transfer ARENA

No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
1	*Station Module* 	*Station module* mendefinisikan sebuah *station* (atau kumpulan station) yang cocok secara fisik atau logis lokasi dimana proses muncul.	a. Penetapan area blok penumpukan.
Prompt & Deskripsi			
a	*Station Type*	Jenis stasiun yang ditetapkan, baik sebagai stasiun individu atau *Set*	
b	*Station Name*	Nama dari setiap *station*.	
c	*Set Name*	Nama untuk pengaturan *station*.	

d	*Parent Activity Area*	Nama untuk aktivitas sumber *Area*.
e	*Associated Intersection*	Nama untuk irisan yang disatukan dengan *station* ini dalam jaringan *transport*er terpandu.
f	*Report Statistics*	Menentukan apakah statistik otomatis akan dikumpulkan dan disimpan dalam *database* laporan untuk stasiun ini dan yang sesuai kegiatan daerah.
g	*Save Attribute*	Nama atribut digunakan untuk menyimpan nomer *index*dalam pengaturan *station* dari anggota yang telah dipilih.
h	*Station Set Members*	Nama untuk *station-station* yang menjadi anggota dalam pengaturan *station* tersebut.
i	*Station Name*	Sebuah stasiun yang diberikan hanya dapat eksis sekali dalam model. Oleh karena itu, stasiun individu hanya dapat menjadi anggota dari satu set stasiun, dan bahwa stasiun individu mungkin bukan nama sebuah stasiun di *module* lain.
j	*Parent Activity Area*	Nama dari *Activity Area's parent* untuk anggota *station*.

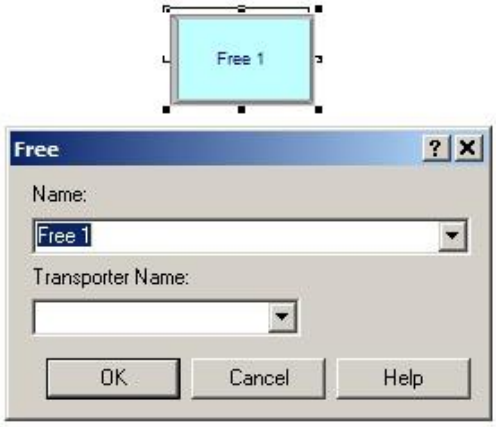
No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan

2.	*Transport Module* 	*Transport module* mentransfer entitas pengendali ke stasiun tujuan.	a. *Headtruck* & *chasis* yang membawa petikemas dari dan ke lapangan penumpukan atau ke dermaga.

Prompt & Deskripsi		
a	*Name*	Nama unik untuk *module* yang akan ditampilkan dalam dalam diagram alir.
b	*Transporter Name*	Nama *transporter* yang bergerak.
c	*Unit Number*	Menentukan unit *transporter* yang berapa dalam *transporter* setuntuk *transport*asi.
d	*Entity Destination Type*	Menentukan metode untuk spesifikasi logika *station* tujuan dari entitas.
e	*Attribute Name*	Nama untuk atribut yang menyimpan nama *station* untuk entitas yang akan dijalankan.
f	*Expression*	Ekspresi yang akan dievalusi untuk *station* dimana entitas akan dijalankan.
g	*Velocity*	Menspesifikasikan kecepatan sementara pada entitas dan *transporter* yang akan bergerak ke *station* tujuan.
h	*Units*	Satuan kecepatan waktu.
i	*Guided Tran Destination Type*	Memungkinkan spesifikasi tujuan *guided transporter* yang berbeda dari tujuan

		entitas. *Field* ini diabaikan jika *Transporter Name* adalah *free-path transporter*.
j	*Station Name*	Mendefinisikan nama *station* dengan menyatukan irisan untuk *transporter* yang dikendalikan akan bergerak.
k	*Attribute Name*	Mendefinisikan nama atribut yang menyimpan nama station dengan sebuah penyatuan irisan hingga transporter yang akan dikendalikan akan bergerak.
l	*Expression*	Mendefinisikan sebuah ekspresi yang mengevalusi untuk lokasi hubungan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak.
m	*Intersection Name*	Mendefinisikan nama dari irisan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak.
n	*Network Link Name*	Mendefinisikan nama dari hubungan jaringan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak.
o	*Zone*	Jumlah zona spesifik pada *Network Link Name*.

No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan

3	*Free Module* 	*Free module* melepaskan entitas yang terakhir dialokasikan oleh *transporter unit*.	a. Petikemas menunggu dilepaskan oleh *headtruck* untuk diletakkan di lapangan penumpukan.
Prompt & Deskripsi			
a	*Name*	Nama unik dari modul yang akan ditampilkan dalam diagram alur.	
b	*Transporter Name*	Nama transporter untuk membebaskan entitas.	
c	*Unit Number*	Menentukan mana unit transporter dalam transporter yang diatur untuk membebaskan entitas.	

2.8.6 Data Module *Advanced Transfer Panel*

Data module adalah sekumpulan objek yang ada di tampilan lembar kerja dari model yang mendefinisikan kerakteristik bermacam-macam elemen proses seperti distance dan segment. Berikut adalah macam-macam module yang termasuk dalam data module *Advanced Transfer Panel.*

Tabel 2.4 Modul Advanced Transfer Panel

No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
1.	*Distance Module*	*Distance module* digunakan untuk menetapkan jarak perjalanan antara semua stasiun yang dapat diakses oleh *free-path Transporter.*	a. Pendefinisian jarak perjalanan di lapangan penumpukan.

Prompt & Deskripsi			
a	*Name*	Nama *distance set*	
b	*Beginning Station*	Nama *station* awal.	
c	*Ending Station*	Nama *Station* akhir.	
No	Module	Fungsi *Module*	Contoh Penggunaan
2	*Transporter Module* Transporter	*Transporter module* menetapkan perangkat *Free-path* atau guided transporter untuk menggerakkan entitas dari satu lokasi ke lokasi lain.	a. truk yang memindahkan petikemas.
Prompt & Deskripsi			
a	*Name*	Nama segmen.	
b	*Beginning Station*	Nama stasiun pertama yang terletak di conveyor.	
c	*Next Station*	Nama stasiun berikutnya yang terletak di conveyor.	
d	*Length distance*	Panjang Jarak antara stasiun dan stasiun sebelumnya.	

2.9 Penelitian Sejenis

Berikut ini merupakan rangkuman dari beberapa penelitian terkait konsep *All Weather Terminal* dan model simulasi pelabuhan dengan menggunakan software arena:

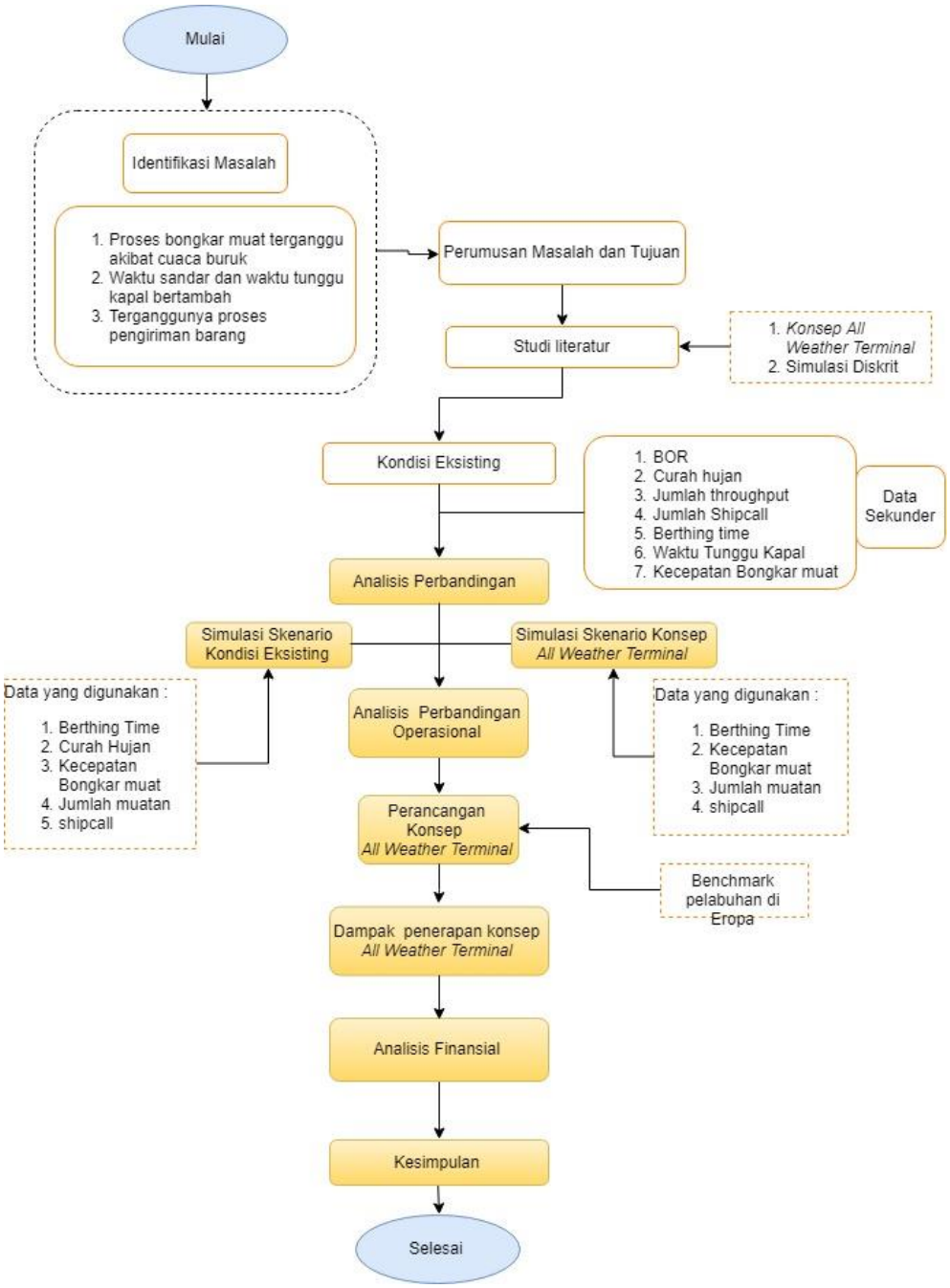
Tabel 2.5 Penelitian Terkait All Weather Terminal dan model simulasi pada pelabuhan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Deskripsi	Metode	Tahun
1	Berg, M. Van Den	*Het ontwerp van een All Weather Terminal.*	Pada penelitian ini terdapat konsep dasar dan desain dari *All Weather Terminal*	Desain	2002
2	Widiafina, Nadhira Zahrani	Model Penurunan *Demurrage* Pada Pelabuhan : Studi Kasus Pelabuhan Khusus Curah Kering	Pada penelitian ini dikembangkan sebuah model simulasi untuk menurunkan *demurrage cost* di pelabuhan tersebut dengan mempertimbangankan prioritas antrian.	Simulasi	2017
3	Choeroh, Fariddatul	Analisis Pengaruh Hubungan Kongesti Pelabuhan dengan *Demurrage* Kapal Muatan Curah dan General Cargo Studi Kasus : Terminal Jamrud	Pada penelitian ini dikembangkan sebuah model simulasi untuk mencari tahu hubungan antara kongesti dan *demurrage* di pelabuhan tersebut.	Simulasi	2017

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini, dibutuhkan metodologi untuk mempermudah alur dan proses kerja. Secara umum, metodologi dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir berikut ini.

3.1 Diagram Alir



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

3.2 Tahap Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Permasalahan yang timbul adalah proses bongkar muat pada saat cuaca buruk harus tutup palkah kapal dan dihentikan sementara waktu hingga cuaca menjadi baik, karena kendala tersebut maka proses pengiriman barang menjadi terhambat dan dapat mengurangi nilai jual dari barang tersebut dan juga bertambahnya waktu sandar kapal sehingga berdampak bertambahnya biaya demurage pada pelabuhan.

3.3 Tahap Perumusan Masalah dan Tujuan

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang telah di identifikasi sebelumnya dan diangkat menjadi tujuan dari penelitan ini.

3.4 Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah refrensi pelabuhan di eropa yang memiliki konsep *All Weather Terminal*, karateristik muatan, biaya operasional pelabuhan, dan curah hujan. Studi literatur juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dilakukan.

3.5 Tahap Analisis Kondisi Eksisting

Pada dilakukan identifikasi kondisi saat ini bagaimana proses bongkar muat di TUKS PT. Pupuk Kaltim, sesuai dengan penelitian yang di ajukan.

3.6 Tahap Analisis Perbandingan

Pada tahap ini dilakukan analisis perbandingan kondisi eksisting dengan konsep *All Weather Terminal.* Analisis ini menggunakan simulasi dengan bantuan software *Arena* dengan data data yang telah ditentukan. Sehingga hasil dari analisis ini dapat menentukan kondisi yang terbaik untuk diaplikasikan kedepannya.

3.7 Tahap Perancangan Konsep *All Weather Terminal*

Pada tahap ini dilakukan perancangan pelabuhan dengan konsep *All Weather Terminal* dengan penyesuaian kondisi eksisting yang digunakan dalam penelitian ini

3.8 Tahap Dampak dari Penerapan Konsep *All Weather Terminal*

Dalam tahap ini dilakukan analisis dari dampak konsep yang telah diterapkan. Baik dari segi operasional dan finansial.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini di lakukan sebuah penarikan kesimpulan yang akan menjawab dari semua permasalahan pada penelitian ini dan penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan.

BAB 4 GAMBARAN UMUM

Pada bab ini akan dibahas mengenai gambaran umum yang berlokasi di TUKS PT. Pupuk Kaltim, Bontang, Kalimantan Timur. Selain itu juga dibahas mengenai pengumpulan, serta pengolahan data yang dilakukan pada penelitain ini.

4.1 TUKS PT. Pupuk Kaltim Bontang

Lokasi yang dijadikan studi kasus dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan di salah satu pelabuhan khusus. TUKS yang dikelola oleh PT. Pupuk Kaltim terletak di kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi tersebut dipilih karena ditinjau karena lokasi berdekatan dengan lokasi pabrik PT. Pupuk Kaltim sendiri. Selain itu lokasi tersebut terletak di tengah tengah negara Indonesia dimana daerah tersebut cocok untuk pemasaran pupuk untuk ekspor maupun distribusi pupuk pemasaran dalam negeri. Karena letaknya yang strategis berada di ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) II dan didukung oleh kawasan pabrik yang bisa diperluas kapanpun. Saat ini perusahaan ini memiliki kapasitas produksi Urea sebesar 3,43 juta ton per tahun, Amoniak sebesar 2,74 juta ton per tahun dan NPK sebesar 350 ribu ton per tahun.

Sumber : Google Maps

Gambar 4-1 Lokasi TUKS PT. Pupuk Kaltim

4.2 Kondisi Geografis

Pelabuhan Khusus milik PT. Pupuk Kaltim Bontang berlokasi di Kalimantan Timur dengan posisi 00^0 – 10' – 48" Lintang Utara dan 112^0 – 29' –38" Bujur Timur dan dikelilingi oleh Selat Makassar. Secara Hidrografi Alur masuk Pelabuhan Khusus Terminal PT. Pupuk Kaltim diapit oleh dua terumbu karang yakni Tambun Rock dan Segajah Coral, dimana bagian luar kedua sisinya ditumbuhi oleh Pohon Bakau. Untuk cuaca sendiri musim hujan terjadi antara bulan November – Mei, frekuensi hujan 13 – 16 hari per bulan, dan curah hujan antara 150 mm – 240 mm. Musim kering (kemarau) terjadi antara bulan Juni – Oktober, dengan frekuensi hujan sekitar 10-15 hari per bulan dan curah hujan sekitar 100 – 150 mm. Waktu standar yang digunakan adalah GMT + 08.00. Arah angin menuju barat laut dan kecepatan angin adalah 0.1 – 11.9 m/sec. Untuk arus sendiri kekentalan maksimum (maximum velocity) adalah 3 mil/hour dari barat laut menuju barat daya. Rata – rata suhu adalah 28.5^0C, dengan variasi antara 22^0C sampai dengan 35^0C dan tekanan udara adalah sekitar 1000 sampai dengan 1010 mb. Kelembaban udara adalah sekitar 39.5% dengan variasi antara 11% hingga 68%. Dan untuk massa jenis air laut adalah sekitar 1.015 – 1.020 kg/L.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan dan Hari Hujan

Bulan	Curah Hujan (mm3)	Hari Hujan (hari)
Januari	205.40	16
Februari	131.90	12
Maret	212.10	13
April	166.30	16
Mei	198.40	18
Juni	238.70	16
Juli	157.00	15
Agustus	133.60	15
September	78.90	10
Oktober	151.80	15
November	242.00	15
Desember	94.00	14
Average	167.51	15

Sumber : BMKG Kalimantan Timur

4.3 Kapasitas Produksi PT. Pupuk Kaltim

PT Pupuk Kalimantan Timur menjalankan operasi bisnisnya dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pupuk domestik, baik untuk sektor tanaman pangan melalui distribusi pupuk bersubsidi dengan wilayah pemasaran meliputi seluruh kawasan timur Indonesia, maupun untuk sektor tanaman perkebunan dan industri untuk produk nonsubsidi yang pemasarannya ke seluruh wilayah Indonesia serta untuk kebutuhan ekspor. Tugas ini diberikan oleh Pemerintah dan PT Pupuk Indonesia (Persero) untuk memberikan kontribusi dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Selain memasarkan urea, PT Pupuk Kalimantan Timur juga menjual amoniak untuk kebutuhan industri dalam dan luar negeri.

Tabel 4.2 Data Kapasitas Produksi PT Pupuk Kalimantan Timur per tahun

Pabrik	Amoniak (Ton/th)	Urea (Ton/th)
Pabrik 1A	660.000	570.000
Pabrik 2	595.000	570.000
Pabrik 3	330.000	570.000
Pabrik 4	330.000	570.000
Pabrik 5	825.000	1.155.000
Total Produksi	2.740.000	3.430.000

Sumber : PT. Pupuk Kalimantan Timur

Produk Utama PT. Pupuk Kaltim antara lain :

- Amoniak

  Amoniak digunakan sebagai bahan mentah dalam industri kimia. Amoniak produksi Pupuk Kaltim dipasarkan dalam bentuk cair pada suhu -33° C dengan kemurnian minimal 99,5% dan campuran (impurity) berupa air maksimal 0,5%. Amoniak dibuat dari bahan baku gas bumi yang direaksikan dengan udara dan uap air yang diproses pada suhu dan tekanan tinggi secara bertahap melalui beberapa reaktor yang mengandung katalis.

- Urea

  Urea, disebut juga pupuk Nitrogen (N), memiliki kandungan Nitrogen 46%. Urea dibuat dari reaksi antara Amoniak (NH3) dengan Karbon Dioksida (CO2) dalam suatu proses kimia menjadi urea padat dalam bentuk prill (ukuran 1-3,35 mm) atau granul (ukuran 2-4,75 mm). Urea prill banyak

digunakan untuk segmen tanaman pangan dan industri, sedangkan urea granul lebih cocok untuk segmen perkebunan dan industri. Urea non subsidi yang berwarna putih dipasarkan dan dijual dengan merek dagang Daun Buah, sedangkan urea bersubsidi yang berwarna pink dipasarkan dengan merek dagang Pupuk Indonesia Holding Company.

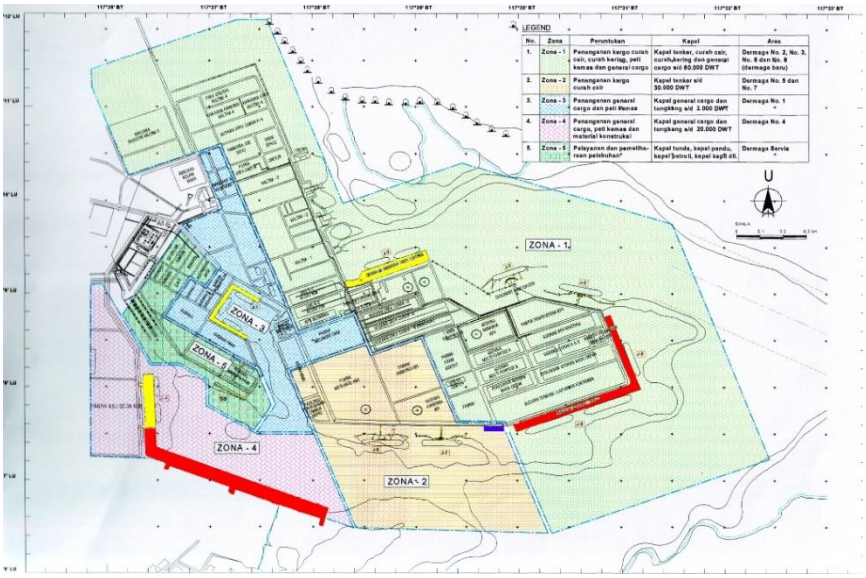
- NPK

  Pupuk NPK produksi Pupuk Kaltim terdiri dari dua jenis, yaitu NPK Blending dan NPK Fusion. NPK dibuat dalam berbagai komposisi, sesuai kebutuhan tanaman dan jenis tanah. Jenis pupuk ini mengandung tiga unsur hara makro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Bahan baku NPK berupa urea, DAP (Diammonium Phosphate)/RP (Rock Phosphate), KCl (Kalium Klorida), dan bahan-bahan lain berupa mikronutrien berkualitas tinggi. Pupuk NPK dipasarkan dan dijual dengan merek dagang NPK Phonska Pupuk Indonesia Holding Company untuk sektor subsidi dan merek dagang NPK Pelangi dan Pelangi Agro untuk sektor non subsidi.

4.4 Fasilitas Pelabuhan Khusus PT. Pupuk Kaltim

Untuk memenuhi penugasan Pemerintah kepada PT Pupuk Indonesia (Persero) dalam pemenuhan suplai pupuk Urea dan NPK bersubsidi di dalam negeri, PT. Pupuk Kaltim menyiapkan stok pupuk Urea dan NPK bersubsidi yang cukup untuk kebutuhan di masing-masing wilayah distribusi sesuai ketentuan Pemerintah yang secara berkala ditetapkan melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia.

Sesuai PM 20 tahun 2017, definisi dari terminal khusus adalah terminal yang terletak diluar kerja dan daerah lingkungan kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan terdekat untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya. Terdapat banyak sekali aturan yang mengatur dunia kemaritiman, baik dari sisi pelayaran, kepelabuhanan, dan lingkungan maritim. Selain itu, terminal khusus PT. Pupuk Kaltim wajib untuk menaati regulasi tersebut untuk kelancaran serta keamanan proses bisnisnya.



Sumber : PT. Pupuk Kaltim

Gambar 4-2 Peta Dermaga TUKS PT. Pupuk Kaltim

Khusus untuk distribusi menggunakan moda laut yakni kapal, PT. Pupuk Kaltim juga memiliki dan mengoperasikan pelabuhan khusus di Bontang, dengan tujuh dermaga yang dapat melayani kapal-kapal berukuran sampai dengan 40.000 DWT. Dermaga 1 (Construction Jetty), Dermaga 2 (Bulk Ship Loader / Ammonia) . Dermaga 3 (Quadrant Arm Loader), Dermaga 4 (Tursina), Dermaga 6 (KPA), Dermaga 7 (KPI), Dermaga 8 (Boiler).

4.4.1 Fasilitas Darat

- Dermaga

Di daerah TUKS PT. Pupuk Kaltim terdapat 8 dermaga, 6 merupakan milik PT. Pupuk Kaltim sedangkan 2 adalah milik perusahaan lain yaitu milik PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) dan milik PT. Kaltim Parna Industri (KPI). Namun pada penelitian ini hanya difokuskan 2 dermaga muat. Berikut adalah rincian dari masing – masing dermaga :

- Dermaga 1 *"Bulk Ship Loader Jetty* (BSL)"

  Tipe : Marginal

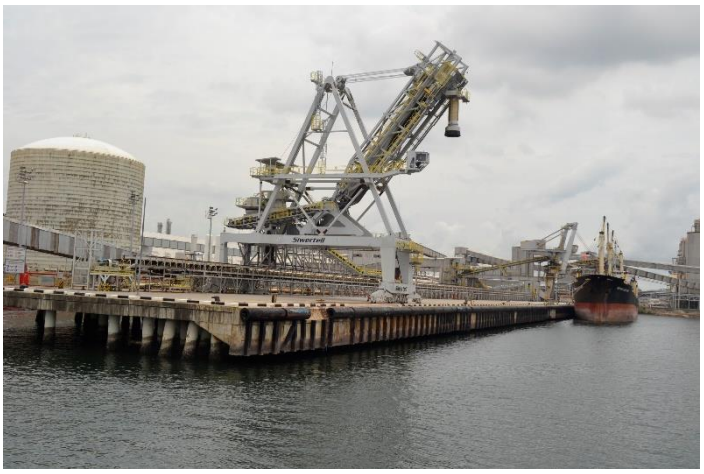
  Panjang Tot Dermaga : 300 m

  Kedalaman : 12 – 14 m LWS

  Lebar Dermaga : 38 m

Maks DWT Kapal : 50,000 DWT

Muatan : Untuk Urea Curah



Sumber : PT. Pupuk Kalimantan Timur

Gambar 4-3 Dermaga Bulk Ship Loader (BSL) PT. Pupuk Kaltim

- Dermaga 2 "*Tursina Jetty*"

  Tipe : Marginal

  Panjang : 300 m

  Lebar : 30.5 m

  Kedalaman : 9.5 m

  Maks DWT Kapal : 25,000 DWT

  Muatan : Untuk urea kantong

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 4-4 Dermaga Tursina PT. Pupuk Kaltim

Selain bangunan masing – masing dermaga terdapat satu lagi fasilitas darat yang dimiliki oleh Pelabuhan Khusus PT. Pupuk Kaltim. Fasilitas darat tersebut adalah Gedung Departemen Pelabuhan & Pengapalan. Gedung ini terdiri dari 3 lantai dengan konsep One Stop System, dimana beberapa cabang perusahaan berada di dalamnya seperti ; kantor cabang PT Pelindo IV, PT Gesuri Lloyd, Imigrasi, ISPS Code, Sucofindo,PT KAD, dan PT BES.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 4-5 Gedung Departemen Pelabuhan & Pengapalan PT. Pupuk Kaltim

- Peralatan Bongkar Muat

Alat untuk bongkar muat tersedia di masing-masing dermaga sesuai jenis muatan yang dibongkar/dimuat. Di Dermaga BSL, terdapat alat bongkar muat yaitu Bulk Ship Loader berjumlah 2 unit. Sebelumnya, alat ini adalah Bag Ship Loader atau pemuat barang kantong. Prinsip kerja dari BSL adalah menuangkan muatan curah ke kapal dengan kapasitas ton/jam, oleh karena itu dermaga ini hanya difungsikan untuk pemuatan.

Sumber : PT. Pupuk Kalimantan Timur

Gambar 4-6 Bulk Ship Loader di Dermaga BSL PT. Pupuk Kaltim

Dermaga Tursina difungsikan untuk memuat muatan kantong serta. Alat yang digunakan untuk pemuatan muatan kantong adalah *crane* kapal, namun juga tersedia alat bongkar muat yang disewakan apabila dibutuhkan, yaitu *Rail Mounted Harbor Crane* (RMHC). Alat ini berupa *crane* yang memiliki kapasitas pengangkutan *Grab* 40 ton dengan *payload* 25 ton, *Hook* 30 ton, dan *under spreader* 25 ton. Secara keseluruhan, kecepatan bongkar muat alat ini adalah 500 ton/jam.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 4-7 Rail Mounted Harbor Crane (RMHC) di Dermaga Tursina

- Gudang

Untuk menyimpan hasil produksi perusahaan dan bahan baku produksi PT. Pupuk Kaltim memiliki fasilitas pergudangan yang terletak di dalam area pelabuhan. Untuk muatan urea curah terdapat 6 (enam) gudang dengan kapasitas tampung yang bervariasi berkisar antara 35,000-100,000 ton, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kapasitas Gudang (Urea Bulk Storage) di PT. Pupuk Kaltim

Kapasitas Gudang		
UBS - 1	35.000	ton
UBS - 2	35.000	ton
UBS - 3	45.000	ton
UBS - 4	40.000	ton

Kapasitas Gudang		
UBS - 5	60.000	ton
UBS - 6	100.000	ton
Total Kapasitas	**315.000**	**ton**

Sumber: Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim diolah kembali

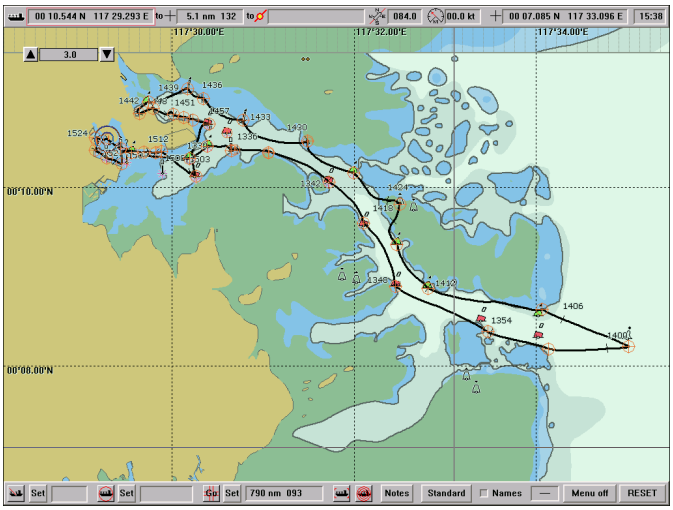
Untuk gudang lebih sering difungsikan sebagai tempat penyimpanan hasil produksi, yakni urea dalam bentuk curah maupun dalam karung. Total kapasitas gudang yang dimiliki PT. Pupuk Kaltim saat ini adalah 315.000 ton.

4.4.2 Fasilitas Perairan

Alur Masuk Pelayaran berfungsi untuk koordinat batas pilotage (pemanduan kapal) adalah 00^0 08’ 20” Lintang Utara dan 117^0 35’ 00” Bujur timur. Kondisi alur laut saat ini adalah sebgai berikut:

L	: 6.5 mil
B	: 350 m
Sarat	: 12 m LWS
Keadaan tanah	: berpasir

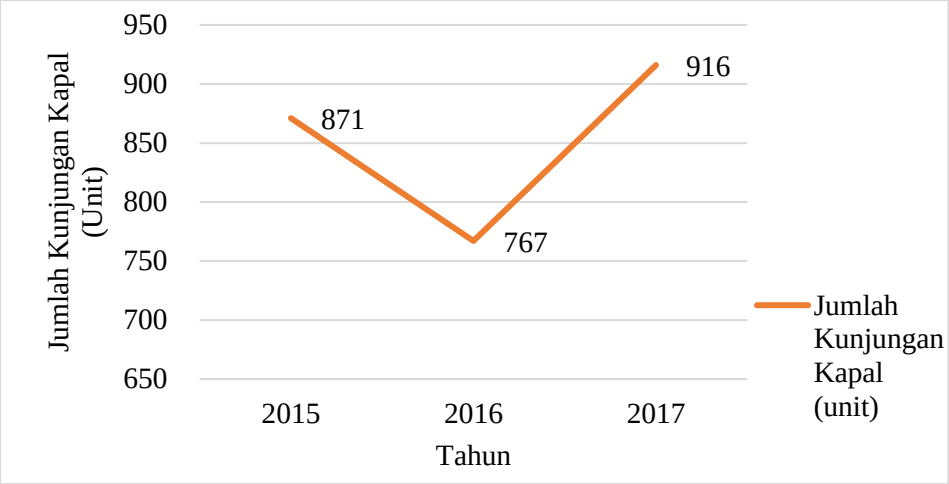
Sedangkan ukuran maksimum kapal yang dapat memasuki pelabuhan ini adalah kapal dengan panjang maksimum 200 m dan sarat 12 m.



Sumber : PT. Pupuk Kaltim

Gambar 4-8 Alur Masuk Pelayaran Teminal Khusus PT. Pupuk Kalimantan Timur

4.5 Jumlah Kunjungan Kapal



Sumber: Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim diolah kembali

Gambar 4-9 Jumlah Kunjungan Kapal Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim Tahun 2015 - 2017

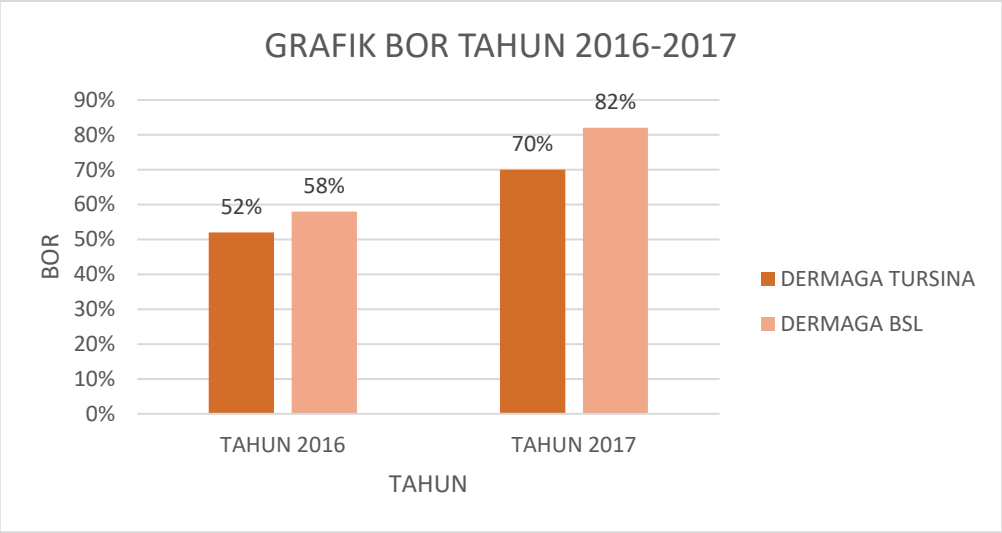
Kegiatan bongkar muat di pelabuhan khusus PT. Pupuk Kaltim mengalami fluktuasi, begitu pula pada jumlah kunjungan kapal. Pada tahun 2015 jumlah kunjungan kapal adalah 871 kali, sedangkan tahun 2016 terjadi penurunan sebesar 12% sehingga jumlah kunjungan kapalnya menjadi 767 kali, dan pada tahun 2017 terjadi kenaikan sebesar 16% sehingga jumlah kunjungan kapalnya adalah 916 kali.

Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya fluktuasi tersebut adalah kapal-kapal yang datang pada tahun 2016 memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan tahun-tahun lainnya. Sedangkan pada tahun 2017 kapal-kapal yang datang memiliki ukuran yang lebih kecil. Kenaikan jumlah kunjungan kapal pada tahun 2016 ke 2017 ini berkebalikan dengan penurunan total bongkar muat yang terjadi pada tahun 2016 ke 2017.

4.6 Utilitas Dermaga

Dilihat melalui data jumlah kunjungan kapal maka utilitas atau penggunaan tambatan juga perlu ikut dianalisan. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah, nilai BOR (Berth Occupancy Ratio) dari 2 dermaga yang diambil sampel yaitu dermaga Tursina dan BSL pada tahun 2016-2017 TUKS PT. Pupuk Kaltim cenderung mengalami peningkatan. BOR sendiri merupakan jumlah waktu pemakaian tiap tambatan dibanding dengan total panjang dermaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam prosentase. Pada tahun

2016 BOR masing masing dermaga telah mencapai 52% dan 58%, sedangkan pada tahun 2017 menjadi 70% dan 82%.

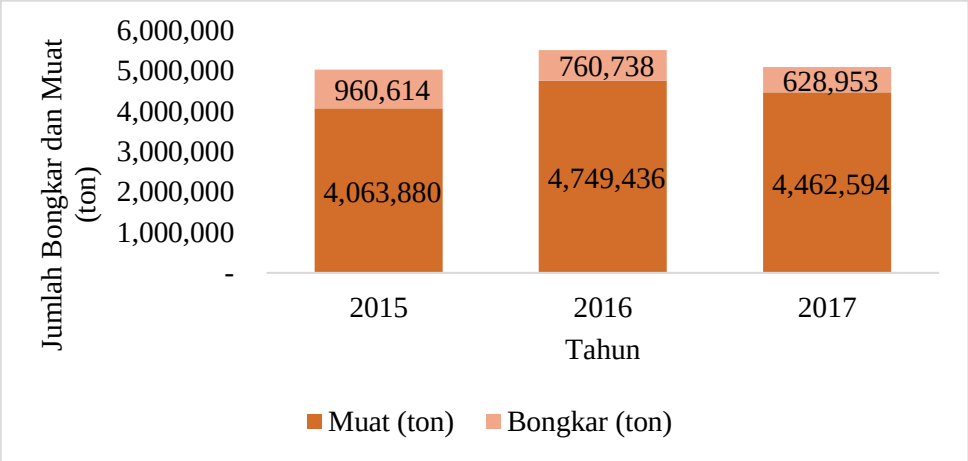


Sumber : Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim diolah kembali

Gambar 4-10 Utilitas Dermaga per Tahun

4.7 Kegiatan Bongkar Muat

Sama halnya dengan pelabuhan pada umumnya, kegiatan utama dari pelabuhan PT. Pupuk Kaltim adalah kegiatan bongkar dan muat barang. Kegiatan bongkar untuk bahan baku produksi dan kegiatan muat untuk bahan hasil produksi, kegiatan bongkar muat tersebut dibantu dengan alat-alat bongkar muat yang dimiliki oleh pelabuhan.



Sumber: Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim diolah kembali

Gambar 4-11 Total Bongkar Muat Pengapalan PT. Pupuk Kaltim 2015 - 2017

Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa terjadi fluktuasi pada kegiatan bongkar muat di pelabuhan PT. Pupuk Kaltim. Jumlah total bongkar muat pada tahun 2015 sebesar 5,575,137 ton, sedangkan pada tahun 2016 dan 2017 jumlah total bongkar muat masing-masing adalah 5,510,173 ton dan 5,091,547 ton. Terjadi peningkatan sebesar 9.7% pada tahun 2016 dan penurunan sebesar 7.6% pada tahun 2017. Fluktuasi tersebut disebabkan oleh beberapa kendala internal perusahaan.

4.8 Berthing Time Rata-Rata

Rata-rata waktu sandar kapal merupakan salah satu fungsi dari *BSH* karena rata-rata waktu sandar merupakan perkalian dari total muatan baik bongkar maupun muat dikali dengan *BSH*, selain itu rata-rata waktu sandar juga berpengaruh pada utilitas dermaga sehingga 3 hal ini merupakan acuan produktivitas sebuah terminal secara keseluruhan (sistem). Berikut adalah data rata-rata waktu sandar kapal per bulan pada tahun 2017 TUKS PT. Pupuk Kaltim.

Tabel 4.4 Berthing Time Rata-Rata per Bulan, Tahun 2017

No	Bulan	Berthing Time (Jam)	
		Dermaga BSL	Dermaga Tursina
1	Januari	108.2	140.6
2	Februari	91.8	126.3
3	Maret	85.5	111.0
4	April	106.7	135.4
5	Mei	80.7	132.3
6	Juni	122	116.8
7	Juli	128.8	145.3
8	Agustus	107.4	172.5
9	September	103.5	142.4
10	Oktober	84.4	114.6
11	November	102.3	157.9
12	Desember	128.2	137.9

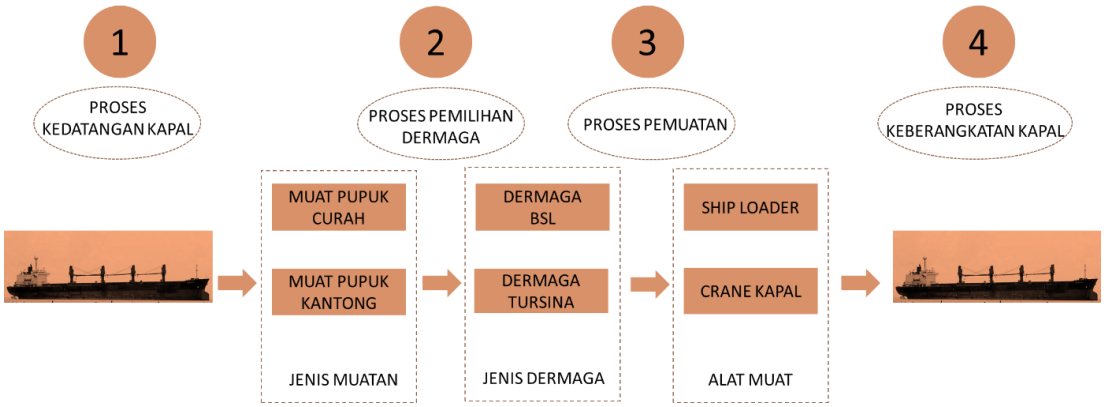
Sumber : Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim diolah kembali

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tentang proses pembuatan simulasi, kemudian bertahap pengembangan model, analisa skenario yang dilakukan sehingga memperoleh skenario konsep *All Weather Terminal* yang sesuai.

5.1 Model Konseptual Operasional Terminal

Dasar pengembangan sebuah model adalah mengetahui proses bisnis dan unsur (komponen) dari sebuah kegiatan/proses. Proses bisnis terdiri dari subproses dan beberapa unsur yang saling berinteraksi. Sebelum membuat sebuah model hal yang perlu diketahui dan diperhatikan adalah proses bisnis atau kegiatan yang ada pada sistem yang akan dimodelkan, sehingga akan didapat model yang sesuai dengan kondisi nyata. Proses yang terdapat pada TUKS PT. Pupuk Kaltim dapat dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut.



Gambar 5-1 Tahapan Proses Bisnis Pada TUKS PT. Pupuk Kaltim

1. Tahap proses kedatangan kapal. Pada studi kasus ini terdapaat 4 jenis kapal yang dibagi yaitu kapal curah kering, kapal kayu, kapal general cargo ukuran kecil, dan kapal general cargo ukuran besar.

2. Tahap proses pemilihan dermaga, sebelum proses sandar ke tambatan kapal harus disortir terlebih dahulu karena terdapat 2 dermaga (BSL dan Tursina) memiliki fungsi dan kedalaman kolam yang berbeda. Populasi kapal dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kapal curah (LOA : 80-180 m), kapal general cargo ukuran kecil (LOA : 40-60 m) dan kapal general cargo ukuran besar (LOA : 60-160 m). Dermaga BSL dapat ditambati khusus kapal curah kering,

sedangkan untuk Dermaga Tursina hanya dapat ditambati kapal general cargo kecil dan besar.

3. Tahap proses pemuatan, setelah kapal dan peralatan sudah siap untuk melakukan proses muat, maka proses muat dapat dilakukan, muatan yang telah disiapkan dapat dimuat diatas kapal. Untuk dermaga BSL proses pemuatan menggunakan alat bulk ship loader, sedangkan untuk dermaga tursina proses pemuatan menggunakan alat crane kapal.
4. Tahap proses keberangkatan kapal, setelah kapal dinyatakan selesai dimuat maka pihak operasional darat perlu untuk melengkapi dokumen agar kapal dapat berlayar, dan juga persiapan mesin sehingga terdapat *idle time* yang diperlukan kapal sebelum lepas tambat. Setelah semua proses selesai maka kapal dapat lepas tambat dan tambatan dapat digunakan oleh kapal lain yang perlu tambat.

5.2 Inputan Model Simulasi

Sebelum membuat model simulasi, terlebih dahulu perlu diketahui inputan yang akan digunakan dalam model simulasi tersebut, sehingga model simulasi dapat menggambarkan kondisi nyata operasional TUKS PT. Pupuk Kaltim.

5.2.1 Data dan Analisa Inputan Simulasi

Data inputan simulasi adalah data yang akan digunakan dalam proses pembuatan model simulaisi, data ini didapatkan dari hasil kunjungan ke objek penelitian. Data yang dimasukkan merupakan data selama 1 (satu) tahun yakni pada tahun 2017 di Pelabuhan PT. Pupuk Kaltim. Data yang dimaksud dapat berupa data primer maupun sekunder, antara lain:

- Data interval kedatangan kapal
- Data panjang kapal
- Data muatan muat kapal
- Data *Berthing Time*
- Data jumlah *Throughput*
- Data kecepatan bongkar muat pelabuhan

Setelah data inputan simulasi ditentukan, maka dilakukan analisa terhadap data inputan tersebut dengan *input analyzer*, yaitu sebuah program di dalam *software* Arena yang berfungsi untuk mengetahui jenis distribusi dari sebuah data. Distribusi yang digunakan sebagai inputan simulasi adalah jenis distribusi dengan nilai *Square Error* terkecil.

5.2.2 Inputan Entitas

Inputan entitas terdiri dari waktu interval kedatangan kapal di TUKS PT. Pupuk Kaltim. Entitas dibagi menjadi 3 populasi yaitu kapal curah kering, kapal general cargo ukuran kecil dan kapal general cargo ukuran besar sehingga interval kedatangan kapal juga dibedakan antar populasi. Lalu dibawah ini merupakan distribusi atribut interval kedatangan kapal di TUKS PT. Pupuk Kaltim pada tabel, sebagai berikut:

Tabel 5.1 Distribuusi Interval Kedatangan Kapal

Klasifikasi Ukuran	Jenis Kapal	Interval Kedatangan (jam)		
		Jenis Distribusi	Persamaan	*Square Error*
1	1	-	65	-
2	1	Eksponensial	1.5 + EXPO(22.2)	0.048
3	1	Eksponensial	-0.5 + EXPO(9.16)	0.026
4	1	Eksponensial	6.5 + EXPO(24.2)	0.087
5	1	Eksponensial	15 + EXPO(117)	0.298
6	1	Eksponensial	-0.001 + EXPO(57.6)	0.068
7	1	Eksponensial	41 + EXPO(116)	0.298
8	1	Eksponensial	7.5 + EXPO(23.7)	0.138
9	1	-	3	-
10	1	Eksponensial	5.5 + EXPO(17.4)	0.057
11	2	Eksponensial	8.5 + EXPO(28)	0.232
12	2	Eksponensial	3 + EXPO(35)	0.043
13	2	Eksponensial	-0.001 + EXPO(25.6)	0.018
14	3	Eksponensial	-0.5 + EXPO(8.38)	0.030
15	3	Eksponensial	1.5 + EXPO(17.1)	0.072
16	3	Eksponensial	-0.5 + EXPO(12.4)	0.034
17	3	Eksponensial	7.5 + EXPO(27.9)	0.086
18	3	Eksponensial	1.5 + EXPO(13.5)	0.044

5.2.3 Inputan Atribut

Inputan *attribute* terdiri dari panjang kapal, muatan muat dan jenis populasi entitas. *Attribute* dibagi menjadi 4 populasi yaitu kapal curah kering, kapal pelra, kapal general cargo ukuran kecil dan kapal general cargo ukuran besar sehingga tiap data yang digunakan juga berbeda antar populasi kapal.

Tabel 5.2 Klasifikasi Interval Kedatangan Kapal dan Distribusi Tiap Entitas

Klasifikasi Ukuran	Jenis Kapal	Ukuran Panjang Kapal (m)	Jenis Distribusi	Persamaan	*Square Error*
1	1	Kurang dari 90	-	83.16	-
2	1	90 sd 100	Beta	90 + 10 * BETA(0.248, 0.302)	0.079
3	1	100 sd 110	Beta	100 + 9 * BETA(0.775, 1.54)	0.053
4	1	110 sd 120	Beta	110 + 7 * BETA(1.84, 0.971)	0.053
5	1	120 sd 130	Beta	122 + 0.94 * BETA(0.621, 0.601)	0.153
6	1	130 sd 140	Beta	130 + 6.81 * BETA(1.11, 0.526)	0.153
7	1	150 sd 160	-	159	-
8	1	160 sd 170	Weibull	164 + WEIB(0.129, 0.253)	0.073
9	1	170 sd 180	Beta	153 + 6 * BETA(0.585, 0.187)	0.225
10	1	180 sd 190	Beta	185 + 4.39 * BETA(0.543, 0.805)	0.154
11	2	40 sd 50	Uniform	UNIF(45, 48.9)	0.050
12	2	50 sd 60	Beta	51.1 + 6.64 * BETA(0.95, 1.15)	0.058
13	2	60 sd 70	Uniform	UNIF(60, 70)	0.064
14	3	70 sd 80	Beta	70 + 10 * BETA(0.757, 1.23)	0.039
15	3	80 sd 90	Triangle	TRIA(81, 85.5, 90)	0.062
16	3	90 sd 100	Beta	91 + 9 * BETA(0.441, 0.459)	0.031
17	3	100 sd 110	Beta	100 + 10 * BETA(0.515, 0.85)	0.086
18	3	diatas 110	Beta	110 + WEIB(18.1, 0.737)	0.020

Dibawah ini merupakan distribusi atribut jumlah muatan kapal yang dibawa masing – masing klasifikasi kapal di TUKS PT. Pupuk Kaltim pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.3 Distribusi Jumlah Muatan

Klasifikasi Ukuran	Jenis Kapal	Jumlah Muatan (ton) **Jenis Distribusi**	**Persamaan**	***Square Error***
1	1	-	3009.621	-
2	1	Beta	2.71e+003 + 3.89e+003 * BETA(0.348, 0.372)	0.076
3	1	Beta	4.16e+003 + 3.95e+003 * BETA(1.36, 2.13)	0.012
4	1	Triangular	TRIA(6.21e+003, 8.21e+003, 8.94e+003)	0.065
5	1	Beta	6.55e+003 + 3.92e+003 * BETA(0.159, 0.13)	0.233
6	1	Beta	1.09e+004 + 1.66e+003 * BETA(0.211, 0.169)	0.166
7	1	Beta	2.07e+004 + 1.98e+003 * BETA(0.116, 0.125)	0.220

Klasifikasi Ukuran	Jenis Kapal	Jumlah Muatan (ton) **Jenis Distribusi**	**Persamaan**	***Square Error***
8	1	Uniform	UNIF(1.89e+004, 3.09e+004)	0.078
9	1	Beta	750 + 3.11e+004 * BETA(0.112, 0.112)	0.211
10	1	Uniform	UNIF(38, 3.72e+004)	0.050
11	2	Triangular	TRIA(700, 811, 823)	0.157
12	2	Uniform	UNIF(800, 1.51e+003)	0.065
13	2	Eksponensial	1.1e+003 + EXPO(484)	0.043
14	3	Normal	NORM(2.18e+003, 1.03e+003)	0.108
15	3	Beta	3 + 3.9e+003 * BETA(1.5, 0.727)	0.037
16	3	Normal	2 + 7.11e+003 * BETA(0.95, 0.619)	0.036
17	3	Triangular	TRIA(5, 5.22e+003, 5.8e+003)	0.127
18	3	Triangular	TRIA(3, 7e+003, 7.91e+003)	0.041

5.2.4 Inputan Proses

Inputan proses merupakan waktu layanan yang diterima oleh kapal setelah kapal sandar di dermaga, proses yang dilalui oleh kapal tersebut antara lain: proses *final draft survey* serta pengecekan muatan oleh pihak ketiga atau surveyor untuk memastikan jumlah muatan yang akan dimuat, proses muat dengan peralatan bongkar muat yang dimiliki pelabuhan ataupun yang tersedia di atas kapal, proses *idle* dibagi menjadi 2, yaitu pertama yang disebabkan oleh kapal menunggu muatan, *trimming cargo*, serta menunggu perbaikan alat rusak, kedua adalah akibat gangguan cuaca dan yang terakhir *final draft survey* serta proses pengecekan akhir muatan untuk memastikan bahwa jumlah muatan yang dimuat sudah sesuai. Lama proses bongkar atau muat bergantung pada masing-masing alat yang digunakan.

Proses yang akan dilalui oleh kapal akan menentukan lamanya waktu sandar kapal. Waktu sandar sendiri merupakan total waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk melakukan proses bongkar atau muat kapal serta pelayanan lain di pelabuhan. Secara hakekatnya waktu muat didapatkan dari pembagian antara jumlah muatan dengan produktivitas alat dari masing – masing dermaga. Namun pada kenyataannya karena performa alat yang semakin menurun karena faktor usia terdapat deviasi antara waktu ET yang seharusnya dengan waktu ET realita. Berikut merupakan deviasi waktu ET tersebut yang akan dimasukkan sebagai inputan pada proses muat:

Tabel 5.4 Distribusi ET Dermaga BSL

Klasifikasi Ukuran	Deviasi ET di Dermaga BSL (jam) **Jenis Distribusi**	**Persamaan**	***Square Error***
1	-	10.58333333	-
2	Lognormal	(4 + LOGN(13.4, 17.9))	0.040682
3	Normal	(NORM(21.2, 14.6))	0.103515
4	Normal	(NORM(22, 8.22))	0.042086
5	Beta	(14 + 6 * BETA(0.484, 0.53))	0.098582
6	Beta	20 + 28 * BETA(0.591, 0.616)	0.130099
7	Lognormal	(57.1 + LOGN(3.48, 6.22))	0.290802
8	Normal	(NORM(62.6, 12))	0.051094
9	Gamma	(75 + GAMM(10.1, 0.21))	0.256718
10	Triangular	(TRIA(12, 93.9, 129))	0.015601

Tabel 5.5 Distribusi ET Dermaga Tursina

Klasifikasi Ukuran	Deviasi ET di Dermaga Tursina (jam) **Jenis Distribusi**	**Persamaan**	***Square Error***
11	Beta	14.2 + 7.8 * BETA(0.883, 0.697)	0.108409
12	Beta	17 + 18 * BETA(0.471, 0.562)	0.065689
13	Lognormal	25 + LOGN(6.88, 12.8)	0.031617
14	Gamma	17 + GAMM(18.1, 1.35)	0.01276
15	Triangular	TRIA(17, 41, 65)	0.014637
16	Triangular	TRIA(13, 46.9, 126)	0.01593
17	Beta	31 + 99 * BETA(0.387, 0.437)	0.08728
18	Triangular	TRIA(7, 107, 150)	0.060045

Selanjutnya terdapat waktu lain yang juga menjadi inputan proses dari kegiatan muat, yakni *not operating time* (NOT) dan *idle time*. Waktu NOT disebabkan oleh persiapan alat, *draft survey*, operator ganti *shift*, maupun waktu yang telah diprediksi lainnya. Sedangkan waktu *idle* merupakan waktu menunggu yang tidak diprediksikan sebelumnya serta bersifat tidak diinginkan. Tabel dibawah ini merupakan distribusi *Not operating time* (NOT) di TUKS PT. Pupuk Kaltim.

Tabel 5.6 Distribusi NOT Dermaga BSL

Klasifikasi Ukuran	Deviasi NOT di Dermaga BSL (jam) **Jenis Distribusi**	**Persamaan**	***Square Error***
1	-	36.66666667	-
2	Eksponensial	2 + EXPO(5.74)	0.047152
3	Normal	NORM(7.22, 4.29)	0.026866
4	Weibull	0.999 + WEIB(4.78, 0.682)	0.011657

Klasifikasi Ukuran	Deviasi NOT di Dermaga BSL (jam)		
	Jenis Distribusi	**Persamaan**	***Square Error***
5	Beta	2.3 + 7.4 * BETA(0.618, 0.596)	0.150451
6	Beta	5 + 10 * BETA(0.833, 0.805)	0.066414
7	Gamma	3 + GAMM(17.1, 0.198)	0.260036
8	Beta	2 + 6.78 * BETA(0.656, 0.722)	0.039924
9	Gamma	5 + GAMM(64.1, 0.174)	0.266758
10	Beta	3 + 13 * BETA(0.75, 1.27)	0.003016

Tabel 5.7 Distribusi NOT Dermaga Tursina

Klasifikasi Ukuran	Deviasi NOT di Dermaga Tursina (jam)		
	Jenis Distribusi	Persamaan	*Square Error*
11	Gamma	6 + GAMM(5.06, 1.16)	0.144054
12	Uniform	UNIF(4, 25)	0.02449
13	Lognormal	8 + LOGN(22.4, 30)	0.008983
14	Lognormal	10 + LOGN(22.7, 39.8)	0.003978
15	Triangular	TRIA(12, 23.1, 78)	0.071171
16	Triangular	TRIA(5, 33.6, 117)	0.006618
17	Normal	NORM(47.2, 20.7)	0.018596
18	Uniform	UNIF(18, 117)	0.035

Sedangkan untuk waktu *idle* dibagi menjadi 2 yaitu *idle* non hujan dan *idle* hujan. Waktu *idle* non hujan pada kasus ini disebabkan oleh menunggu muatan, menunggu alat rusak, waktu meratakan muatan (trimming), waktu terbuang karena *shifting* kapal, serta waktu non kegiatan. Berikut adalah distribusi waktu *idle* non hujan pada masing – masing dermaga.

Tabel 5.8 Distribusi IT Non Hujan Dermaga BSL

Klasifikasi Ukuran	Deviasi IT Non Hujan di Dermaga BSL (jam)		
	Jenis Distribusi	Persamaan	*Square Error*
1	-	7.416666667	-
2	Weibull	5 + WEIB(25.2, 0.92)	0.007606
3	Normal	NORM(22.4, 12.1)	0.046891
4	Lognormal	9 + LOGN(19.6, 28.4)	0.045515
5	Beta	22 + 9 * BETA(0.414, 0.295)	0.103472
6	Weibull	6 + WEIB(19.6, 1.16)	0.063422
7	Beta	32 + 21 * BETA(0.359, 0.379)	0.038625
8	Triangular	TRIA(5, 23.3, 66)	0.045125
9	Beta	21 + 48 * BETA(0.18, 0.21)	0.173085
10	Lognormal	17 + LOGN(41.5, 76.1)	0.004823

Tabel 5.9 Distribusi IT NON Hujan Dermaga Tursina

Klasifikasi Ukuran	Deviasi IT Non Hujan di Dermaga Tursina (jam)		
	Jenis Distribusi	**Persamaan**	***Square Error***
11	Eksponensial	-0.001 + EXPO(41)	0.070997
12	Tria	TRIA(9, 15.7, 72)	0.047497
13	Beta	-0.001 + 72 * BETA(0.675, 0.93)	0.106005
14	Eksponensial	-0.001 + EXPO(30.8)	0.015177
15	Eksponensial	-0.001 + EXPO(29.8)	0.01292
16	Eksponensial	2 + EXPO(29.4)	0.001943
17	Uniform	UNIF(2, 63)	0.02314
18	Beta	3 + 73 * BETA(0.559, 0.65)	0.00792

Sementara *idle* hujan adalah waktu menunggu akibat gangguan cuaca. Berikut adalah distribusi waktu *idle* hujan pada masing – masing dermaga.

Tabel 5.10 Distribusi IT Hujan Dermaga BSL

Klasifikasi Ukuran	Deviasi IT Hujan di Dermaga BSL (jam)		
	Jenis Distribusi	**Persamaan**	***Square Error***
1	-	7.666666667	-
2	Eksponensial	-0.001 + EXPO(12.5)	0.058206
3	Eksponensial	-0.001 + EXPO(12.9)	0.001141
4	Eksponensial	-0.001 + EXPO(18)	0.016431
5	Beta	-0.5 + 10 * BETA(0.45, 0.475)	0.168308
6	Eksponensial	16 + EXPO(10.7)	0.033942
7	Eksponensial	16 + EXPO(10.7)	0.033942
8	Triangular	TRIA(-0.001, 54.9, 63)	0.042206
9	Beta	27 + 63 * BETA(0.161, 0.135)	0.228499
10	Uniform	UNIF(-0.001, 77)	0.017778

Tabel 5.11 Distribusi IT Hujan Dermaga Tursina

Klasifikasi Ukuran	Deviasi IT Hujan di Dermaga Tursina (jam)		
	Jenis Distribusi	Persamaan	*Square Error*
11	Weibull	-0.001 + WEIB(0.778, 0.258)	0.061313
12	Uniform	UNIF(-0.001, 14)	0.02449
13	Eksponensial	-0.001 + EXPO(5.92)	0.0227
14	Eksponensial	-0.001 + EXPO(8.79)	0.0032
15	Eksponensial	-0.001 + EXPO(10.1)	0.018205
16	Eksponensial	-0.001 + EXPO(13.7)	0.029055
17	Normal	NORM(12.6, 13.7)	0.073293
18	Triangular	TRIA(-0.001, 4.8, 48)	0.023272

5.3 Pembuatan Model Simulasi

Berdasarkan model konseptual operasional pelabuhan, maka selanjutnya dapat dilakukan pembutan model simulasi yang dapat menggambarkan kejadian nyata dengan bantuan software Arena. Model simulasi akan dibuat berdasarkan beberapa tahapan, mulai dari tahapan awal sampai tahapan paling kompleks yang dapat menggambarkan kondisi nyata kegiatan operasional pada TUKS PT. Pupuk Kaltim. Berikut diagram pengembangan model simulasi TUKS PT. Pupuk Kaltim :

Gambar 5-2 Diagram pengembangan model simulasi

5.3.1 Model Simulasi Tahap Awal

Model awal ini merupakan model sederhana yang menjadi dasar dari operasional TUKS PT. Pupuk Kaltim. Tahapan yang terjadi adalah:

1) Kapal (entitas) akan memasuki pelabuhan (sinyal)
2) Proses pelayanan oleh pihak pelabuhan
3) Kapal meninggalkan terminal

5.3.2 Model Simulasi Tahap Menengah

Model simulasi tahap menengah merupakan pengembangan dari model simulasi tahap awal, dimana pada tahap ini kapal akan melewati beberapa tahapan operasional pelabuhan:

(1) Kapal masuk ke pelabuhan
(2) Setiap kapal akan membawa atribut yang terdiri dari: panjang kapal, jumlah muatan, dan jenis kapal

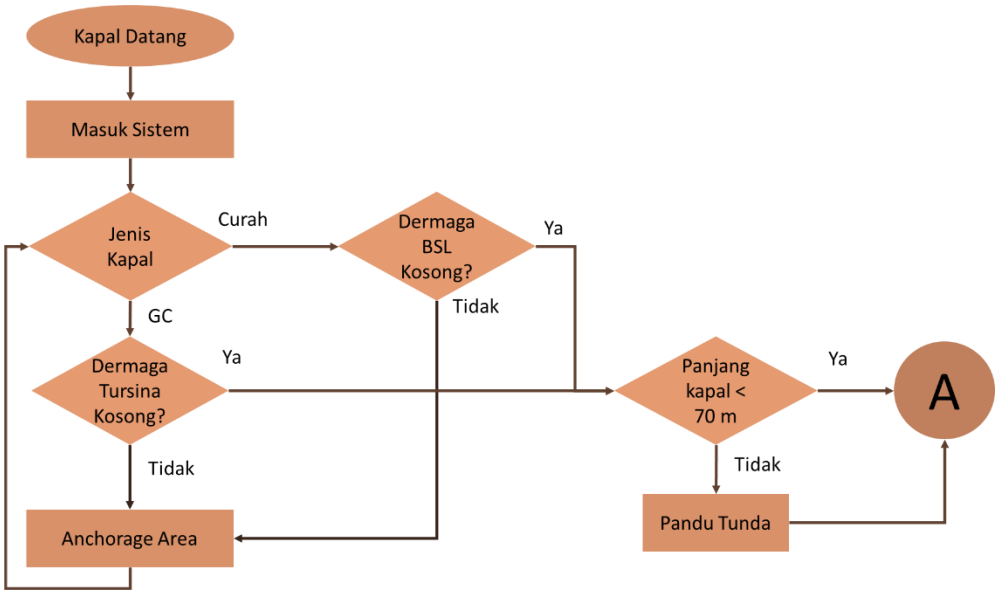
(3) Kapal menuju dermaga yang dapat disandari berdasarkan atribut yang dimiliki

(4) Proses pelayanan kapal di dermaga sandar

(5) Kapal meninggalkan pelabuhan setelah proses muat selesai

5.3.3 Model Simulasi Tahap Akhir

Model simulasi tahap akhir merupakan pengembangan dari model simulasi tahap sebelumnya dan sekaligus sebagai model terakhir yang dianggap dapat menggambarkan kondisi nyata operasional TUKS PT. Pupuk Kaltim sebagai objek penelitian. Pada tahap akhir ini akan beberapa atribut serta variabel pendukung yang dapat menghitung waktu proses serta keadaan demurrage kapal yang terjadi pada sistem. Entitas (kapal) dibagi menjadi 21 klasifikasi sesuai dengan panjang dan jenis kapalnya. Hal ini dilakukan untuk memudahkan *software* menentukan angka *random* sesuai dengan input data yang dimasukkan. Apabila kapal tidak diklasifikasikan menjadi beberapa ukuran, maka *software* secara acak akan mencari angka *random* dari ukuran panajng kapal yang terkecil hingga yang terbesar. Jika hal itu terjadi, maka kemungkinan hasil dari model simulasi kurang merepresentasikan kondisi nyata akan semakin besar.



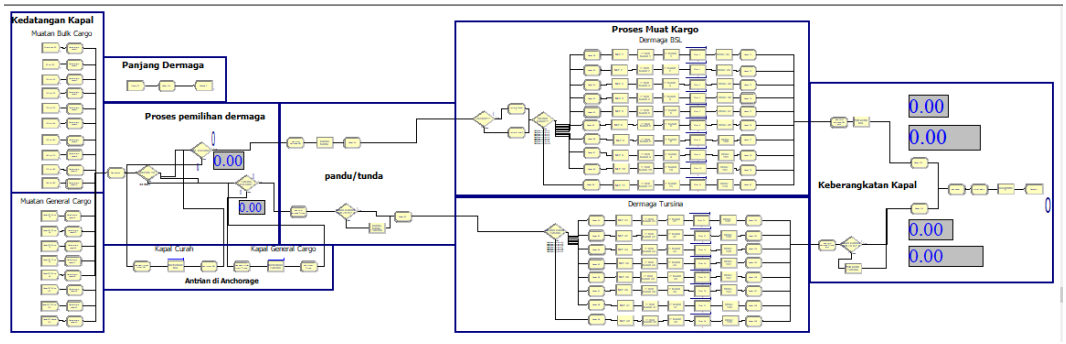
Gambar 5-3 Alur Kedatangan Kapal dan Pemilihan Dermaga

Berdasarkan bagan alur diatas diketahui bahwa kapal akan diatur interval kedatangannya berdasarkan data historis yang dimasukkan kedalam input *software*.

Software secara otomatis akan mengatur kedatangan masing – masing kapal sesuai dengan klasifikasi ukurannya selama satu tahun. Setiap kapal akan langsung masuk ke sistem dan memasuki tahap pengelompokkan berdasarkan jenis kapal yang berujung pemilihan dermaga. Pada *flowchart* diatas dapat dilihat bahwa setiap kapal akan mengecek masing – masing dermaga ada yang kosong atau tidak, jika ya maka kapal dapat masuk ke tahap selanjutnya yakni pengecekkan Panjang kapal diatas 70 meter. Jika panjang kapal diatas 70 meter maka wajib pandu tunda sedangkan panjang kapal dibawah 70 meter tidak wajib pandu. Selain pemilihan tersebut maka kapal dapat di *hold* untuk menunggu dermaga kosong di *anchorage area*. Pada simulasi ini juga menganalisa seberapa lama *Waiting Time* pada *anchorage area* yang ditimbulkan akibat adanya antrian sebelum kapal sandar karena pada sebelumnya tidak ada inputan data mengenai *Waiting Time.*

Gambar dibawah merupakan model simulasi tahap akhir yang menunjukkan model simulasi kegiatan operasional di TUKS PT. Pupuk kaltim pada saat ini. Untuk selanjutnya model tersebut akan dikembangkan sesuai dengan skenario yang direncanakan.

Berikut adalah gambaran hasil dari model tahap akhir.



Gambar 5-4 Model Simulasi Kondisi Eksisting

5.4 Verifikasi dan Validasi Model

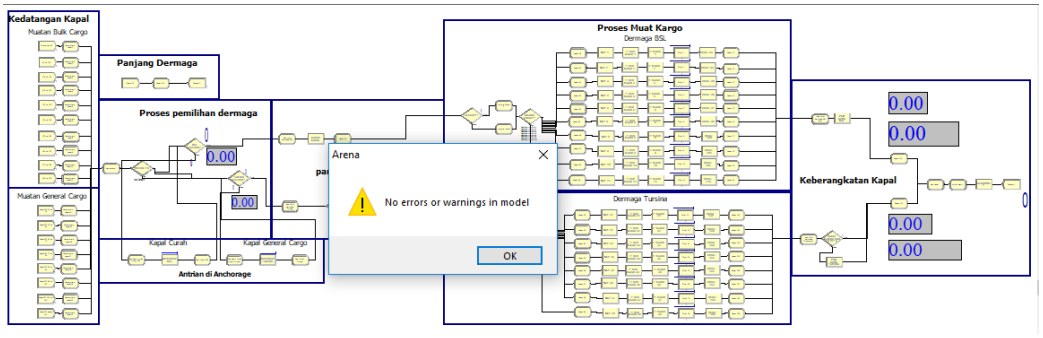
5.4.1 Verifikasi

Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhananya adalah apakah ada kesalahan (error) dalam program? (Hoover dan Perry, 1989). Verifikasi model simulasi dapat dilakukan dengan cara memperhatikan beberapa hal, antara lain:

- Model simulasi dapat di *running* dan bebas *error*.
- Hasil output simulasi yang dihasilkan masuk akal
- Perpindahan entiti secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual

Pada program Arena tahap verifikasi dapat dilakukan dengan menunjukkan *message box* yang menjelaskan bahwa simulasi tersebut terbebas dari *error*. Selain itu juga proses tahap per tahap operasional yang berada di model sudah sesuai dengan operasional sistem nyata yang di representasikan dengan menjalankan model.

Berikut adalah hasil *error check* model kondisi eksisting.



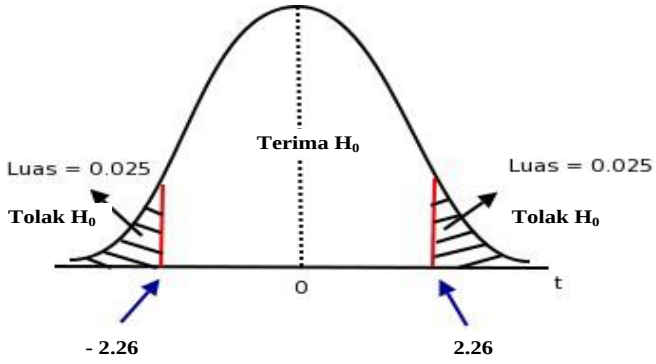
Gambar 5-5 Error Check Model Eksisting dalam ARENA

5.4.2 Validasi

Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata (Hoover dan Perry, 1989). Validasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil *input* atau *output* dari model simulasi dengan *input* atau *output* pada sistem nyata. Total muat (*throughput*) merupakan salah satu *output* simulasi yang digunakan untuk mengatahui valid atau tidaknya model ini dengan menggunakan metode statistik *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances*. Dalam menentukan titik kritis menggunakan tabel titik kritis distribusi t dengan $\alpha = 5\%$

Untuk mencari titik kritis tersebut pada tabel, nilai α yang digunakan adalah nilai α /2, sehingga dalam kasus ini, nilai yang digunakan adalah 0.05/2 = 0.025. Dari tabel distribusi t didapatkan nilai titik kritis adalah -2.26 dan 2.26. Apabila t

hitung berada pada range -2.26 ≤ t-hitung ≤ 2.26, maka "terima H_0" dan jika sebaliknya t hitung berada di luar range tersebut, maka "tolak ". seperti yang terlihat pada, sebagai berikut:



Gambar 5-6 Kurva uji hipotesa 2 arah

Perbandingan antara output (jumlah kapal) simulasi dengan output pada sistem nyata dapat dilihat pada, sebagia berikut:

Tabel 5.12 Perbandingan troughput model simulasi dengan kondisi eksisting

Replikasi ke -	Arena	KONDISI EKSISTING	Persentase Perubahan
1	1,362,000.18	1,309,805.00	3.98%
2	1,262,506.88	1,309,805.00	-3.61%
3	1,330,493.41	1,309,805.00	1.58%
4	1,277,575.28	1,309,805.00	-2.46%
5	1,347,704.32	1,309,805.00	2.89%
6	1,365,001.31	1,309,805.00	4.21%
7	1,450,369.34	1,309,805.00	10.73%
8	1,392,225.97	1,309,805.00	6.29%
9	1,329,832.49	1,309,805.00	1.53%
10	1,378,016.63	1,309,805.00	5.21%

Setelah itu maka dilakukan perhitungan uji *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances.* Sehingga hasil uji statistik dari data diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.13 Hasil Uji *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances*

	Variable 1	Variable 2
Mean	1349572.583	1309805
Variance	2966897603	#DIV/0!

	Variable 1	Variable 2
Observations	10	1
Pooled Variance	2966897603	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	9	
t Stat	0.696115928	
P(T<=t) one-tail	0.251967392	
t Critical one-tail	1.833112933	
P(T<=t) two-tail	0.503934785	
t Critical two-tail	2.262157163	

Dari perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa nilai t stat = 0.6961, sehingga didapatkan substitusi persamaan -2.26 ≤ t stat ≤ 2.26. Karena t stat berada pada *range* titik kritisnya maka dapat dikatakan bahwa H_0 diterima atau dengan kata lain tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara output simulasi dengan output pada kondisi nyata sehingga model dikatakan valid.

Selain validasi *throughput* beberapa acuan lain juga dilakukan validasi diantaranya adalah

1. *Throughput* masing masing dermaga
2. *Shipcall* masing masing dermaga
3. *Berthing Time* rata-rata masing masing dermaga
4. *Berth Occupancy Ratio* rata-rata masing masing dermaga

Berikut adalah data eksisting untuk keperluan validasi.

Tabel 5.14 Data Validasi Throughput

Throughput BSL (ton)		Throughput Tursina (ton)	
Replikasi ke -	Arena	Replikasi ke -	Arena
1	1,362,000.18	1	358,881.96
2	1,262,506.88	2	385,928.62
3	1,330,493.41	3	352,936.73
4	1,277,575.28	4	364,496.01
5	1,347,704.32	5	343,153.27
6	1,365,001.31	6	395,741.60
7	1,450,369.34	7	389,327.53
8	1,392,225.97	8	257,275.88
9	1,329,832.49	9	356,470.73
10	1,378,016.63	10	358,533.44

Tabel 5.15 Data Validasi Shipcall

Shipcall BSL (kali)		Shipcall Tursina (kali)	
Replikasi ke -	**Arena**	**Replikasi ke -**	**Arena**
1	98	1	122
2	99	2	134
3	108	3	134
4	102	4	136
5	104	5	118
6	104	6	141
7	100	7	140
8	102	8	95
9	102	9	135
10	96	10	119

Tabel 5.16 Data Validasi Rata-Rata Berthing Time

Rata Rata Berthing Time BSL		Rata Rata Berthing Time Tursina	
Replikasi ke -	Arena	Replikasi ke -	Arena
1	139.40	1	185.54
2	137.08	2	180.50
3	130.07	3	173.49
4	139.00	4	172.72
5	136.55	5	182.18
6	133.51	6	174.49
7	141.33	7	183.61
8	133.69	8	177.09
9	140.31	9	178.17
10	144.54	10	189.22

Tabel 5.17 Data Validasi BOR

BOR BSL		BOR Tursina	
replikasi	ARENA	replikasi	ARENA
1	79.68%	1	79.47%
2	80.58%	2	82.06%
3	82.03%	3	78.44%
4	84.78%	4	79.68%
5	83.65%	5	73.27%
6	81.59%	6	83.75%
7	82.85%	7	87.41%
8	79.65%	8	54.90%
9	85.30%	9	78.00%
10	82.99%	10	78.00%

Tabel 5.18 Data Validasi Waiting Time

Rata Rata Waiting Time BSL		Rata Rata Waiting Time TURSINA	
Replikasi ke -	**Arena**	**Replikasi ke -**	**Arena**
1	2,808.72	1	1,538.62
2	2,760.54	2	1,216.52
3	2,606.58	3	460.92
4	2,622.62	4	1,040.28
5	2,687.07	5	885.15
6	2,392.99	6	829.15
7	2,750.12	7	1,271.47
8	2,723.20	8	148.46
9	2,718.16	9	1,004.36
10	2,527.75	10	1,908.46
Average	2660	Average	1030

5.5 Hasil Simulasi

Setelah hasil simulasi dinyatakan valid, maka dapat dikatakan secara umum hasil simulasi tidaklah berbeda dengan kondisi sebenarnya, sehingga model simulasi tersebut dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisa kondisi sebenarnya proses operasional TUKS PT, Pupuk Kaltim. Dari hasil *running* model selama 1 tahun didapatkan ringkasan data hasil simulasi sebagai berikut :

Tabel 5.19 Hasil Simulasi

Komponen	Nilai Eksisting	Hasil Arena
Rata - Rata Throughput BSL	1,309,805.00	1,349,572.58
Rata - Rata Throughput Tursina	358,881.96	356,274.58
Rata - Rata shipcall BSL	103	102
Rata - Rata shipcall Tursina	148	127
Rata - Rata Berthing Time BSL	140.1	138
Rata - Rata Berthing Time Tursina	106.1	180

5.6 Skenario Penerapan Konsep *All Weather Terminal*

Fasilitas pelabuhan menentukan layanan suatu pelabuhan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, oleh karena itu perencanaan serta penentuan fasilitas baik di darat maupun laut merupakan hal yang sangat penting. Pada kondisi saat ini terdapat 2 alat pada Dermaga BSL dan crane kapal pada Dermaga Tursina. Jenis dermaga BSL adalah *quaywall* atau memanjang dan pada saat ini dermaga

BSL memiliki 2 tambatan. Sehingga dapat disimpulkan terdapat masing – masing 1 alat per tambatan untuk ketiga dermaga tersebut.

Dari kondisi eksisting per tahun 2017 maka akan dianalisa dengan beberapa skenario penerapan konsep yang diharapkan dapat menganalisa dari kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Penerapan konsep skenario dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Logis atau tidaknya sebuah skenario apabila direalisasikan
2. Skenario tidak dapat dilakukan apabila melanggar peraturan yang ada
3. Skenario dapat direalisasikan atau dianggap layak jika *output* yang dihasilkan dapat meningkatkan performa pada kondisi eksisting ini.

Skenario penerapan konsep *All Weather Terminal* dibuat dengan memperhatikan Berthing Time, *Throughput*, *Shipcall*, *Waiting Time*, dan utilitas dermaga dalam setahun. Peraturan yang ditetapkan pada perencanaan skenario adalah *Throughput* dari TUKS tidak boleh melebihi dari kapasitas produksi dermaga dan kapasitas produksi dari pabrik. berikut uraian dari masing-masing skenario:

5.6.1 Penentuan Skenario

- Skenario 1 Penerapan Konsep *All Weather Terminal* tipe 1

  Penerapan konsep *All Weather Terminal* dengan tipe pertama. Tipe ini digambarkan pada model hanya dengan menghapus waktu *idle time* hujan. Dengan begitu komponen *Berthing Time* terdiri dari NOT, ET, IT non hujan. Dengan batasan baru yaitu kapal yang tidak terpengaruh faktor cuaca saat sandar di dermaga maksimal dengan lebar 20 m.

Gambar 5-7 Ilustrasi Penerapan Konsep *All Weather Terminal* Tipe 1

- Skenario 2 Skenario Penerapan Konsep *All Weather Terminal* tipe 2

  Penerapan konsep *All Weather Terminal* dengan tipe kedua. Tipe ini digambarkan pada model sama dengan skenario pertama yaitu hanya dengan menghapus waktu *idle time* hujan. Dengan begitu komponen *Berthing Time* terdiri dari NOT, ET, IT non hujan. Namun perbedaanya adalah penambahan maneuver kapal disaat sebelum kapal sandar dan sesudah kapal sandar dan tanpa batasan lebar kapal yang dapat sandar di dermaga tersebut.

Gambar 5-8 Ilustrasi Penerapan Konsep *All Weather Terminal* Tipe 2

5.6.2 Skenario Pertama

Pada kondisi eksisting kegiatan sandar kapal masih terdiri dari *Not Operating Time*, *Effective Time*, *Idle Time*. *Idle Time* disini terdiri faktor teknis dan faktor cuaca. Namun pada penerapan skenario pertama ini modul *Idle Time* faktor cuaca dihapus. Sehingga waktu idle menjadi lebih sedikit dan waktu produktif meningkat.

Pada skenario ini pada dasarnya adalah pengembangan dari model eksisting. Dimana pada model eksisting waktu idle sudah dibagi menjadi 2 modul. Karena konsep pada *All Weather Terminal* tipe 1 tidak menambah kegiatan operasional sandar kapal dan hanya memberikan batasan kapal dengan lebar maksimal 20 m yang tidak terpengaruh faktor cuaca saat sandar di dermaga. Setelah di run dengan 10 (sepuluh) replikasi didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 5.20 Hasil Simulasi Skenario 1

Komponen	Nilai Eksisting	Nilai Skenario 1	Satuan
Rata - Rata Throughput BSL	1,349,572.58	1,371,874.94	ton
Rata - Rata Throughput Tursina	356,274.58	403,123.38	ton
Rata - Rata shipcall BSL	102	103	kali
Rata - Rata shipcall Tursina	127	140	kali

Komponen	Nilai Eksisting	Nilai Skenario 1	Satuan
Rata - Rata Berthing Time BSL	138	131	jam
Rata - Rata Berthing Time Tursina	180	169	jam
Rata - Rata Waiting Time BSL	2660	2542	jam
Rata - Rata Waiting Time Tursina	1030	935	jam

Dari tabel diatas dapat diketahui rata rata *throughput* dermaga curah meningkat sediki karena adanya kapal yang masih terpengaruh saat dapat sandar di dermaga tersebut. Namun hasil tersebut berbanding terbalik pada dermaga *general cargo* dimana *throughput* meningkat.

5.6.3 Skenario Kedua

Pada skenario kedua, konsep yang digunakan masih tetap sama, yaitu kegiatan sandar kapal tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca. Pada skenario ini pada dasarnya adalah pengembangan dari skenario pertama. Dimana pada model eksisting waktu idle sudah dibagi menjadi 2 modul. Namun, konsep pada All Weather Terminal tipe 2 menambah kegiatan operasional sandar kapal saat masuk dan keluar sandar pada pelabuhan dan untuk batasan kapal dengan lebar maksimal kapal yang pernah sandar di dermaga. Setelah di run dengan 10 (sepuluh) replikasi didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 5.21 Hasil Simulasi Skenario 2

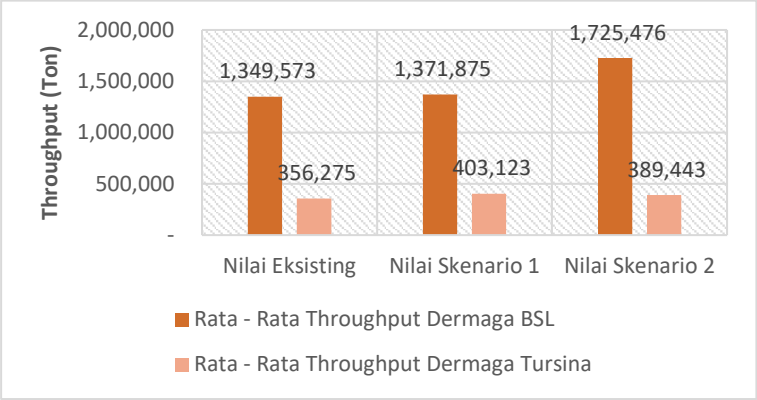
Komponen	Nilai Eksisting	Nilai Skenario 2	Satuan
Rata - Rata Throughput BSL	1,349,572.58	1,725,475.53	ton
Rata - Rata Throughput Tursina	356,274.58	389,443.28	ton
Rata - Rata shipcall BSL	101.5	128	kali
Rata - Rata shipcall Tursina	127.4	134	kali
Rata - Rata Berthing Time BSL	137.5	107	jam
Rata - Rata Berthing Time Tursina	179.7	170	jam
Rata - Rata Waiting Time BSL	2660	2178	jam
Rata - Rata Waiting Time Tursina	1030	990	jam

Hasil yang didapatkan berbeda dengan skenario pertama dikarenakan semua kapal dapat dilayani pada pelabuhan tersebut. Pada dermaga curah kering hasil yang didapatkan jelas meningkat karena seluruh kapal yang dilayani tidak terpengaruh faktor cuaca. Namun pada dermaga *general cargo* terjadi peningkatan namun tidak

se signifikan hasil dari skenario pertama karena adanya tambahan waktu operasional yang digunakan sandar kapal.

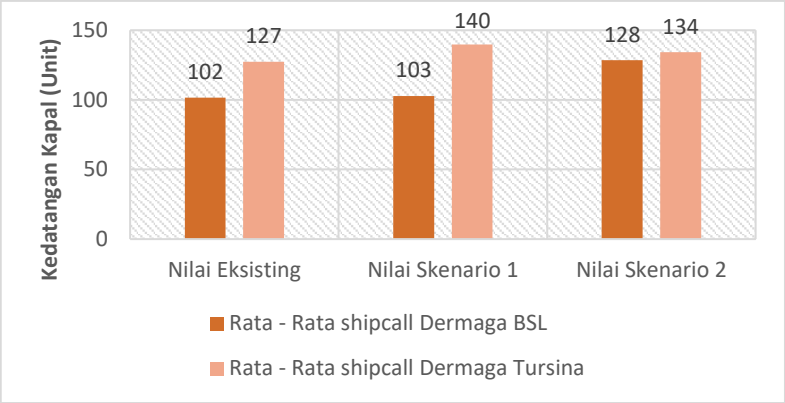
5.7 Analisis Operasional Perbandingan Antar Skenario

Setelah melakukan runnning seluruh skenario dari skenario 1 sampai dengan 2, maka setelah itu adalah membandingkan dari masing – masng skenario untuk menentukan skenario mana yang akan dipilih. Berikut adalah perbandingan hasil analisis, Pertama dari produktifitas *throughput* dermaga meningkat sebesar 2% pada skenario pertama dan meningkat 22% pada skenario kedua untuk dermaga BSL dan produktifitas *throughput* dermaga meningkat sebesar 12% pada skenario pertama dan meningkat 9% pada skenario kedua dermaga Tursina dari kondisi eksisting. Berikut adalah grafik dari perbandingan *Throughput*.



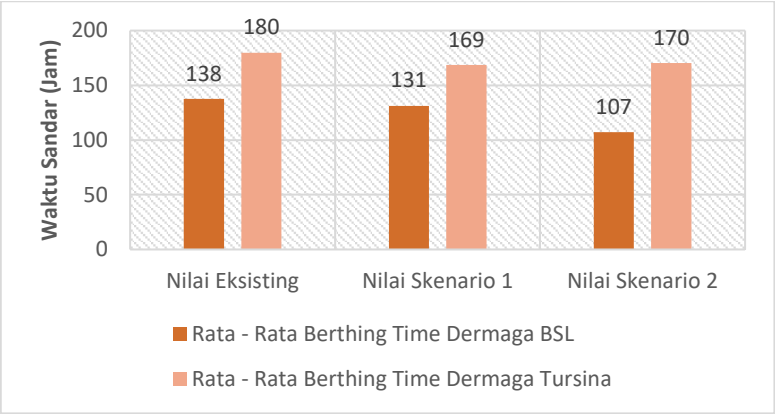
Gambar 5-9 Perbandingan *Throughput*

Kedua dari *shipcall* meningkat sebesar 1% pada skenario pertama dan meningkat 21% pada skenario kedua untuk dermaga BSL dan *shipcall* meningkat sebesar 9% pada skenario pertama dan meningkat 5% pada skenario kedua dermaga Tursina dari kondisi eksisting. Berikut adalah grafik dari perbandingan *shipcall*.



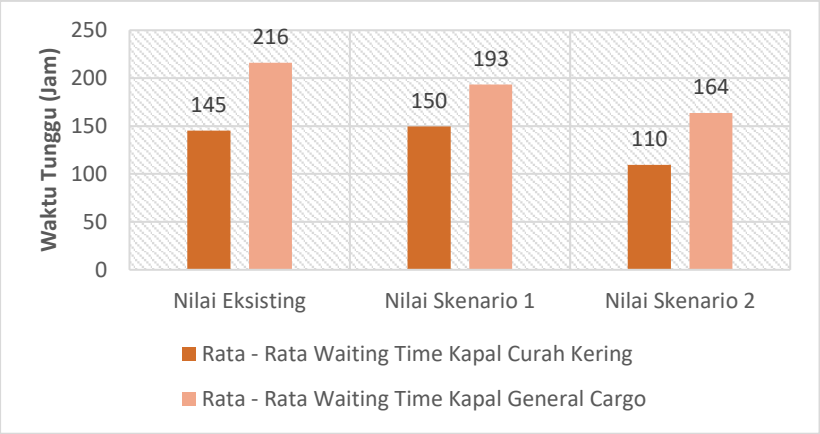
Gambar 5-10 Perbandingan *Shipcall*

Ketiga dari *berthing time* menurun sebesar 5% pada skenario pertama dan menurun sebesar 28% pada skenario kedua untuk dermaga BSL dan *berthing time* menurun sebesar 7% pada skenario pertama dan menurun 6% pada skenario kedua dermaga Tursina dari kondisi eksisting. Berikut adalah grafik dari perbandingan *berthing time*.



Gambar 5-11 Perbandingan *Berthing Time*

Keempat dari *waiting time* menurun sebesar 5% pada skenario pertama dan menurun sebesar 22% pada skenario kedua untuk dermaga BSL dan *waiting time* menurun sebesar 10% pada skenario pertama dan menurun 4% pada skenario kedua dermaga Tursina dari kondisi eksisting. Berikut adalah grafik dari perbandingan *waiting time*.



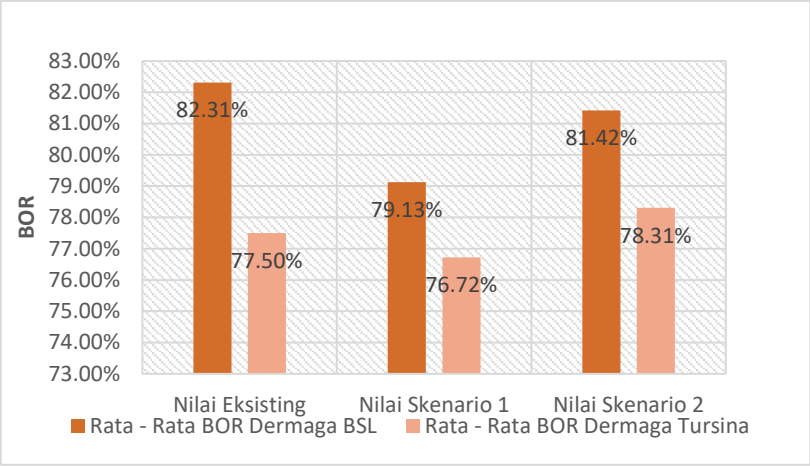
Gambar 5-12 Perbandingan *Waiting Time*

Dan untuk perbandingan *waiting time* per *berthing time* masing masing dermaga di tiap tiap skenario mengalami kenaikan. Walaupun *waiting time* dan *berthing time* mengalami penurunan tapi perbandingan *waiting time* dan *berthing time* justru mengalami kenaikan. Berikut adalah perbandingan *waiting time* per *berthing time* masing masing dermaga di tiap tiap skenario.

Tabel 5.22 Perbandingan *Waiting Time* dan *Berthing Time* Tiap Skenario

Perbandingan	Nilai Eksisting	Nilai Skenario 1	Nilai Skenario 2
Ratio Wating Time/Berthing Time Curah Kering	1.1	1.1	1.0
Ratio Wating Time/Berthing Time General Cargo	1.2	1.1	1.0

Kelima dari *Berth Occupacy Ratio* atau BOR menurun sebesar 4% pada skenario pertama dan menurun sebesar 1% pada skenario kedua untuk dermaga BSL dan BOR menurun sebesar 1% pada skenario pertama dan meingkat 1% pada skenario kedua dermaga Tursina dari kondisi eksisting. Berikut adalah grafik dari perbandingan *Berth Occupacy Ratio*.



Gambar 5-13 Perbandingan Berth Occupacy Ratio

Berikut merupakan rangkuman dari ke-2 skenario.

Tabel 5.23 Hasil Perbandingan Antar Skenario

Komponen	Nilai Eksisting	Nilai Skenario 1	Nilai Skenario 2	Satuan
Rata - Rata Throughput Dermaga Curah Kering	1,349,572.58	483,823.75	1,725,475.53	ton
Rata - Rata Throughput Dermaga General Cargo	356,274.58	419,643.94	389,443.28	ton
Rata - Rata shipcall Kapal Curah Kering	102	83	128	kali
Rata - Rata shipcall Kapal General Cargo	127	151	134	kali
Rata - Rata Berthing Time Kapal Curah Kering	138	63	107	jam
Rata - Rata Berthing Time Kapal General Cargo	180	168	170	jam
Rata - Rata Waiting Time Kapal Curah Kering	2660	53	2178	jam
Rata - Rata Waiting Time Kapal General Cargo	1030	774	990	jam
Ratio Wating Time/*Berthing* Time Curah Kering	19.3	0.8	20.3	
Ratio Wating Time/*Berthing* Time General Cargo	5.7	4.6	5.8	
Rata - Rata *Berth* Occupacy Ratio Dermaga Curah Kering	82.31%	21.58%	81.42%	Persen
Rata - Rata *Berth* Occupacy Ratio Dermaga General Cargo	77.50%	84.64%	78.31%	Persen

Berdasarkan hasil analisis maka terpilih skenario kedua untuk dermaga curah kering dan skenario pertama untuk dermaga *general cargo* karena mengalami perubahan yang berbeda yang lebih baik daripada sebelumnya.

5.8 Analisis Operasional Sandar Kapal Dampak Penerapan Skenario

Perubahan operasional jelas berbeda dengan kondisi eksisting pasca penerapan scenario scenario sebelumnya. Operasional yang terlihat berbeda pada skenario 2 adalah saat kapal akan keluar masuk dermaga, dikarenakan harus menyesuaikan dengan lebar dermaga *All Weather Terminal* tersebut. Dengan ini kapal harus melakukan maneuver agar tidak terjadi tabrakan dengan dermaga *All Weather Terminal*. Dengan adanya maneuver kapal tersebut maka perlu adanya kolam putar di sekitar keluar masuk dermaga tersebut.

Tabel 5.24 Perhitungan Kolam Putar

KOLAM PUTAR (TURNING BASIN)							
		Dermaga BSL				Dermaga Tursina	
Db	=	2LOA		Db	=	2LOA	
	=	300.0	m		=	240.0	m

Sementara pada skenario terpilih dermaga curah kering, operasional sandar kapal terdapat tambahan waktu untuk penyesuaian pada dermaga *All Weather Terminal*. Sedangkan pada skenario terpilih dermaga general cargo, operasional sandar kapal berjalan seperti normal.

5.9 Analisis Teknis Perancangan Dimensi *All Weather Terminal*

Dasar dari perancangan pada konsep *All Weather Terminal* ini mengikuti dari batasan batasan pada penentuan skenario. Batasan yang dimaksud adalah dimensi lebar *All Weather Terminal* itu sendiri. Seperti pada skenario pertama yaitu, memiliki batasan kapal yang dapat dilayani tidak boleh lebih dari 20 m. Dan untuk skenario kedua memiliki batasan yang mengikuti dari ukuran lebar kapal yang pernah sandar di dermaga tersebut. Untuk contoh ukuran kapal yang menjadi batas pada dermaga BSL dan Tursina dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.25 Constraint Kapal Curah Kering

constraint kapal terbesar yang pernah sandar di dermaga BSL				
MV AZZAHRA	LOA	189	m	Untuk batasan skenario 2
	BM	30	m	
Tug boat PT. Pupuk Kaltim				
TB KUTAI 1	LOA	28	m	

Tabel 5.26 Constraint Kapal *General Cargo*

constraint kapal maksimal lebar 20 m				
MV Spring valen	LOA	122.2	m	Untuk batasan skenario 1
	BM	19.8	m	
Tug boat PT. Pupuk Kaltim				
TB KUTAI 1	LOA	28	m	

Kemudian untuk penentuan dari tinggi *All Weather Terminal* sendiri pada dermaga curah kering mengikuti dari tinggi dari alat muat kapal atau *bulk ship loader*. Sedangkan pada dermaga *general cargo* mengikuti dari tinggi *superstructure* ataupun tinggi *crane* kapal yang pernah sandar di dermaga tersebut. Untuk panjang *All Weather Terminal* mengikuti panjang dermaga. Untuk spesifikasi lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut.

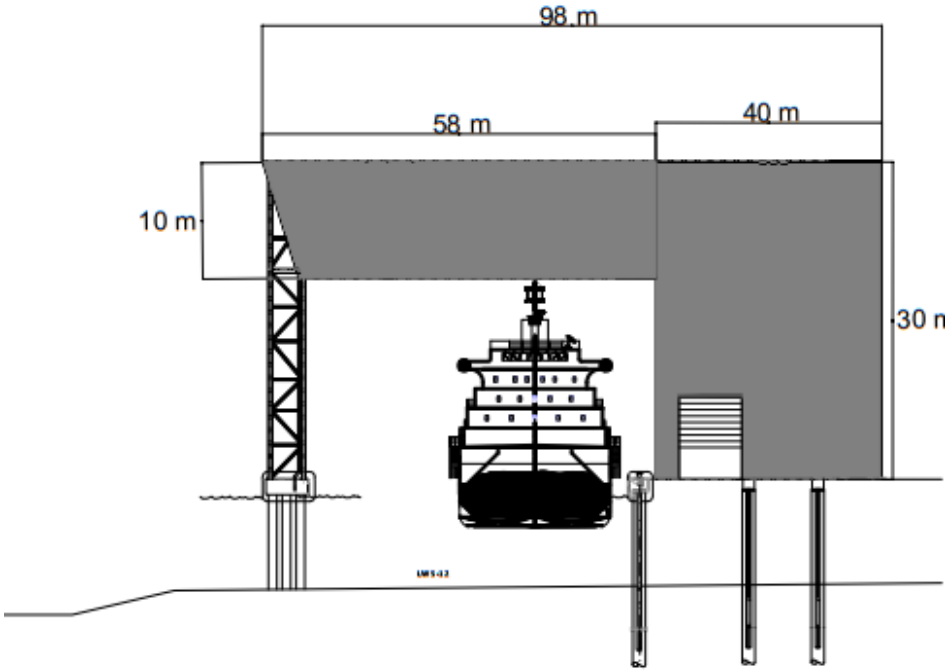
Tabel 5.27 Perancangan Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga BSL dengan Skenario 2 Terpilih

Skenario	keterangan	nilai (m)
skenario 2	lebar dermaga	40
	lebar kanal	58
	lebar total	98
	Tinggi AWT (atas kanal)	5
	panjang	300
	tinggi	30

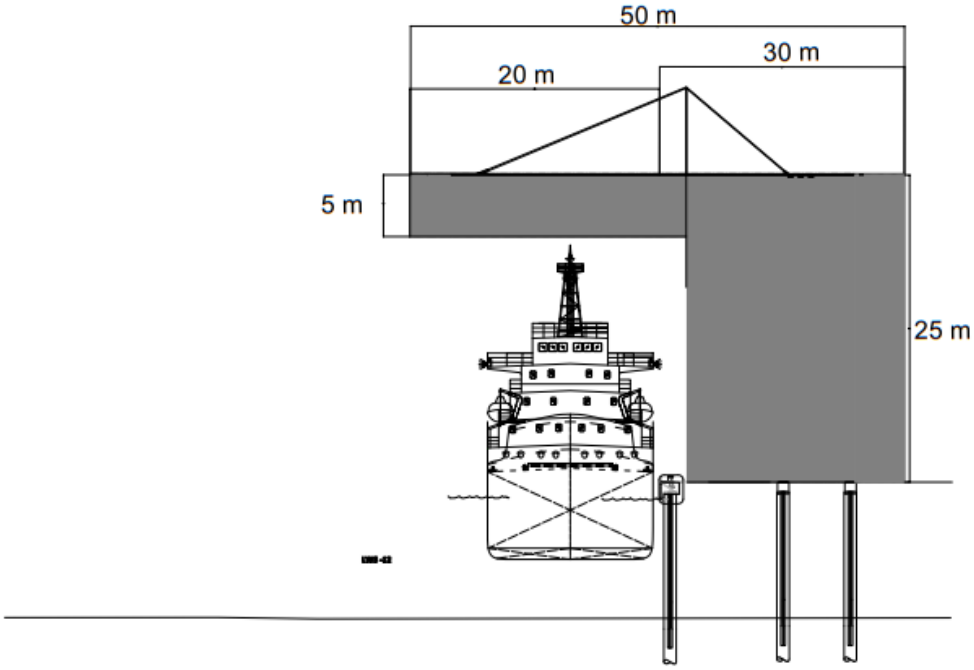
Tabel 5.28 Perancangan Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga Tursina Skenario 1 Terpilih

Skenario	keterangan	nilai (m)
skenario 1	lebar dermaga	30
	lebar kanal	20
	lebar total	50
	tinggi (atas kanal)	5
	panjang dermaga	300
	tinggi	25

Dari tabel diatas dapat dijelaskan perancangan spesifikasi panjang dan lebar dimensi berdasarkan panjang dermaga eksisting. Untuk penjelasan gambar desain dermaga konsep *All Weather Terminal* selengkapnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5-14 Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga BSL



Gambar 5-15 Dimensi *All Weather Terminal* Dermaga Tursina

5.10 Analisis Biaya Investasi Tiap Dermaga

Perhitungan biaya investasi *All Weather* Terminal mengacu pada perkalian lauasan dengan standart acuan biaya. Untuk luasan yang digunakan pada perhitungan biaya investasi didapatkan dari perencanaan dimensi pada sub bab sebelumnya. Berikut adalah luasan tiap sisi pada konstruksi dermaga konsep *All Weather Terminal*.

Tabel 5.29 Data Luasan Dermaga *All Weather Terminal*

Sisi	Luasan Dermaga BSL (m2)	Luasan Dermaga Tursina (m2)
Atap	29400	15000
Sisi Samping Darat	9000	7500
Sisi Samping Laut	9000	0
tutup sisi dermaga (depan belakang)	2400	1500

Dari luasan dimensi *All Weather Terminal* pada tabel diatas didapatkan jumlah kebutuhan material untuk rencana pembangunan konsep *All Weather Terminal* di masing masing dermaga dengan skenario yang terpilih. Data standart biaya diperoleh dari Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 78 tahun 2014 tentang standart biaya di lingkungan kementrian perhubungan. Untuk menerapkan skenario yang telah direncakan maka skenario – skenario tersebut harus dianalisis berdasarkan biaya investasinya. Berikut adalah total nilai investasi penerapan konsep *All Weather Terminal* masing masing dermaga

Tabel 5.30 Total Nilai Investasi

Sisi	Luasan Dermaga BSL (Miliar Rupiah)	Luasan Dermaga Tursina (Miliar Rupiah)
Atap	12.87	1.44
Sisi Samping Darat	5.26	4.92
Sisi Samping Laut	41.95	0
tutup sisi dermaga (depan belakang)	1.41	0.88
Total	61.49	7.24

Perhitungan biaya investasi tersebut belum termasuk adanya pajak. Lalu setelah pertambahan pajak kemudian mencari standart biaya pada tahun 2018 dengan menggunakan program aplikasi *spreadsheet*. Nilai inflasi pada tahun 2018 sebesar 3.32% dan periode 4 tahun. Selanjutnya hasil nilai tersebut dikalikan dengan indeks kemahalan Kota Bontang sebesar 1.1298. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.31 Pertambahan Biaya Investasi

Pertambahan		Luasan Dermaga BSL (Miliar Rupiah)	Luasan Dermaga Tursina (Miliar Rupiah)
ppn	10 %	67.64	7.96
inflasi	3.32	23,556.66	832.90
indeks kemahalan	1.1298	26,614.32	941.01

Dari tabel diatas didapatkan nilai investasi untuk dermaga BSL membutuhkan biaya sebesar 26,614 Miliar Rupiah dan dermaga Tursina membutuhkan biaya sebesar 941.01 Miliar Rupiah. Untuk item pengembangan yang tidak tertera pada PM no 78 tahun 2014 maka dilakukan pendekatan *engineering estimate* untuk mendapatkan nilai satuannya. Kemudian mencari beban biaya per tahun terdiri dari biaya annuity dari biaya investasi yang di bebankan sesuai umur ekonomis bangunan, biaya maintenance yang diasumsikan sebesar 5% dari biaya annuity, dan biaya asuransi sebesar 10% dari biaya annuity. Umur ekonomis bangunan diasumsikan selama 20 tahun dengan suku bunga 2.5%. Berikut merupakan hasil perbandingan beban biaya per tahun masing masing dermaga.

Tabel 5.32 Total Beban Biaya per Tahun

beban per tahun	Luasan Dermaga BSL (Miliar Rupiah)	Luasan Dermaga Tursina (Miliar Rupiah)	
Suku bunga	2.50%	2.50%	per tahun
Umur Fungsional	20	20	tahun

beban per tahun	Luasan Dermaga BSL (Miliar Rupiah)	Luasan Dermaga Tursina (Miliar Rupiah)	
BIAYA KAPITAL	1,041.87	36.84	
Maintenance	0.05	0.05	dari anuitas
	52.09	1.84	
asuransi	0.10	0.10	dari anuitas
	104.19	3.68	
total biaya	1,198.16	42.36	/tahun

Dari tabel diatas dapat disimpulkan total beban biaya per tahun sebesar Rp. 1,198 Miliar/tahun untuk dermaga BSL dan Rp. 42,36 Miliar/tahun untuk dermaga Tursina.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada TUKS PT. Pupuk Kaltim terdapat total 241 kunjungan kapal pada dermaga BSL dan dermaga Tursina dengan operasional sebagai berikut:
   - Jumlah *Throughput* dermaga BSL sebesar 1,349,572 ton dan dermaga Tursina sebesar 356,274 ton.
   - Jumlah *Shipcall* Dermaga BSL sebanyak 102 call dan Dermaga Tursina sebanyak 127 call.
   - Lama rata rata *Berthing Time* Dermaga BSL selama 138 jam dan Dermaga Tursina selama 180 jam.
   - Rasio BOR Dermaga BSL sebesar 82.3% dan Dermaga Tursina sebesar 77.5%.
   - Lama rata rata *Waiting Time* Dermaga BSL selama 2660 jam dan Dermaga Tursina selama 1030 jam
2. Berdasarkan hasil simulasi, skenario dengan produktifitas terbaik terpilih pada skenario 2 dermaga BSL dan skenario 1 dermaga Tursina dengan perbandingan sebagai berikut :
   - Jumlah *Throughput* dermaga BSL meningkat 22% atau sebesar 1,725,476 ton dan dermaga Tursina meningkat 12% sebesar 403,123 ton.
   - Jumlah *Shipcall* Dermaga BSL meningkat 21% atau sebanyak 128 call dan Dermaga Tursina meningkat 9% atau sebanyak 140 call.
   - Lama rata rata *Berthing Time* Dermaga BSL menurun 28% atau selama 107 jam dan Dermaga Tursina menurun 7% atau selama 169 jam.
   - Rasio BOR Dermaga BSL menurun 1% atau sebesar 81.4% dan Dermaga Tursina menurun 1% atau sebesar 76.7%.

- Lama rata rata *Waiting Time* Dermaga BSL menurun 33% atau selama 110 jam dan Dermaga Tursina menurun 10% selama 193 jam

3. Berdasarkan hasil analisis finansial, skenario terpilih dengan konsep *All Weather Terminal* mengeluarkan beban biaya pertahun sebesar Rp. 1,198 Miliar/tahun untuk dermaga BSL dan Rp. 42,36 Miliar/tahun untuk dermaga Tursina.

6.2 Saran

Berdarkan hasil penelitian ini, terdapat saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut mengenai studi kelayakan serta pemilihan skenario terbaik dengan pendekatan multi kriteria.
2. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak pengelola pelabuhan, khususnya TUKS Bontang dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan penanggulangan cuaca pada kegiatan bongkar muat pelabuhan.
3. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan alternatif – alternatif skenario perbaikan lain untuk menanggulangi faktor cuaca yang memungkinkan untuk dilakukan seperti pemilihan kemasan muatan petikemas sesuai dengan perencanaan jangka panjang perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

Akmal, H. (2015, Februari 10). *Distribusi pada Pemodelan dan Simulasi*. Dipetik Juli 29, 2017, dari Hafizhakmal'sblog: http://hafizhakmal.student.telkomuniversity.ac.id/distribusi-pada-pemodelan-dan-simulasi/

All Weather Terminal Antwerp in use. (2009). Dipetik Februari 17, 2018, dari http://www.bulkonline.nl

Arena Blogspot. (t.thn.). *Arena Blogspot*. Diambil kembali dari arena.blogspot.co.id.

Arifin, M. (2009). *Simulasi Sistem Industri.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Automation, R. (2010). Arena Basic Edition User.

Banks, J., J. Carson II, & B. L. Nelson. (1984). *Discrete-Event System Simulation.* London: Prentice-Hall International, Inc.

Berg, J. v. (2007). *All Weather Terminals Keep Fragile Goods Dry*. Dipetik Februari 17, 2018, dari http://www.maritiemnederland.com

Fourth All Weather Terminal for VCK Group in Amsterdam. (2016). Dipetik Februari 17, 2018, dari https://www.vcktravel.nl

Hiller, F. (1990). *Pengantar Riset Operasi.* Jakarta: Erlangga.

Hoover, S., & Ronald, F. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach.* Bolton: AddisonWesley Longman Publishing Co., Inc.

Kelton, W. D., Sadowski, R., & Zupick, N. (2010). *Simulation with Arena.* New York: McGraw-Hill.

Law, A., & Kelton, W. (2000). *Simulation Modeling and Analysis,.* Singapore: McGraw-Hill.

Nur, H. I. (2013). *Model Optimasi Tata Letak Pelabuhan Curah Kering dengan Pendekatan Simulasi Diskrit (Studi Kasus : Pelabuhan Khusus PT Petrokimia Gresik.* Surabaya: ITS Press.

Triatmodjo, B. (1996). *Perencanaan Pelabuhan.* Yogyakarta.

Velsink, H. (2012). *Ports and Terminal.* Amsterdam.

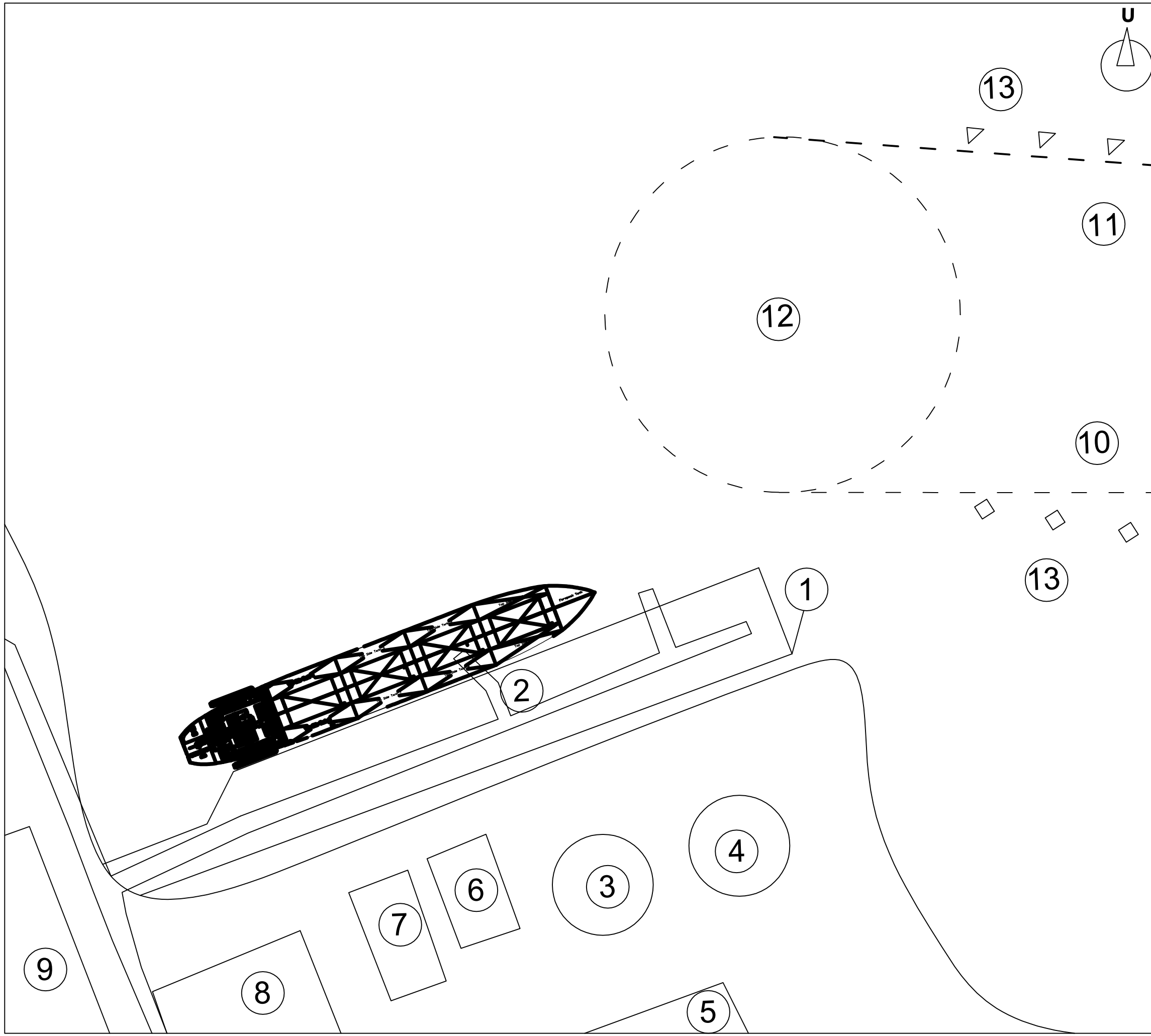
Z, N. (2018). *Model Penurunan Biaya Demurrage pada Pelabuhan Studi Kasus: Pelabuhan Khusus Curah Kering.* Surabaya.

LAMPIRAN

1. **Desain Layout Eksisting Dermaga BSL**
2. **Desain Layout Eksisting Dermaga Tursina**
3. **Desain Layout Konsep All Weather Terminal Dermaga BSL**
4. **Desain Layout Konsep All Weather Terminal Dermaga Tursina**
5. **Desain Tampak Samping All Weather Terminal Dermaga BSL**
6. **Desain Tampak Samping All Weather Terminal Dermaga Tursina**
7. **Data Kedatangan Kapal tahun 2017**
8. **Data *Berthing Time* Kapal tahun 2017**
9. **Model Kondisi Eksisting**
10. **Model Skenario 1**
11. **Model Skenario 2**
12. **Perhitungan Biaya Investasi**
13. **Dokumentasi Penulis**

1. Desain Layout Eksisting Dermaga BSL

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LAYOUT DERMAGA BSL
KONDISI AWAL TAMPAK ATAS
(OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA)
TUKS PT. PUPUK KALTIM

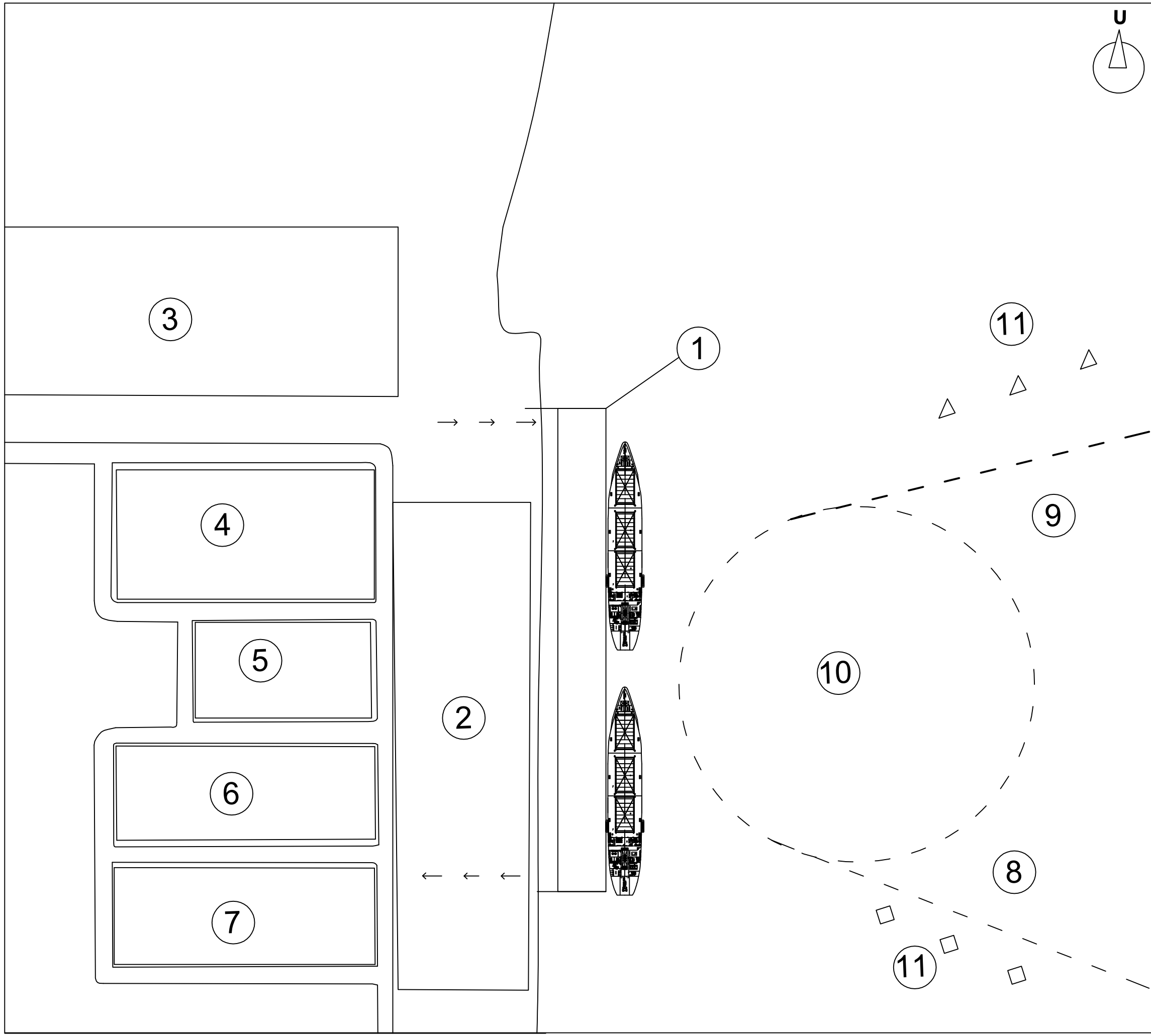
Keterangan Gambar :
1. Dermaga (300 x 38 m)
2. Bulk Ship Loader
3. Tanki A
4. Tanki B
5. Gudang A
6. Gudang B
7. Gudang C
8. Gudang D
9. Gudang E
10. Alur Pelayaran Masuk
11. Alur Pelayaran Keluar
12. Kolam Putar (2xLoA)
13. *Safe Water Marks*

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

2. Desain Layout Eksisting Dermaga Tursina

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LAYOUT DERMAGA TURSINA KONDISI AWAL TAMPAK ATAS (OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA) TUKS PT. PUPUK KALTIM

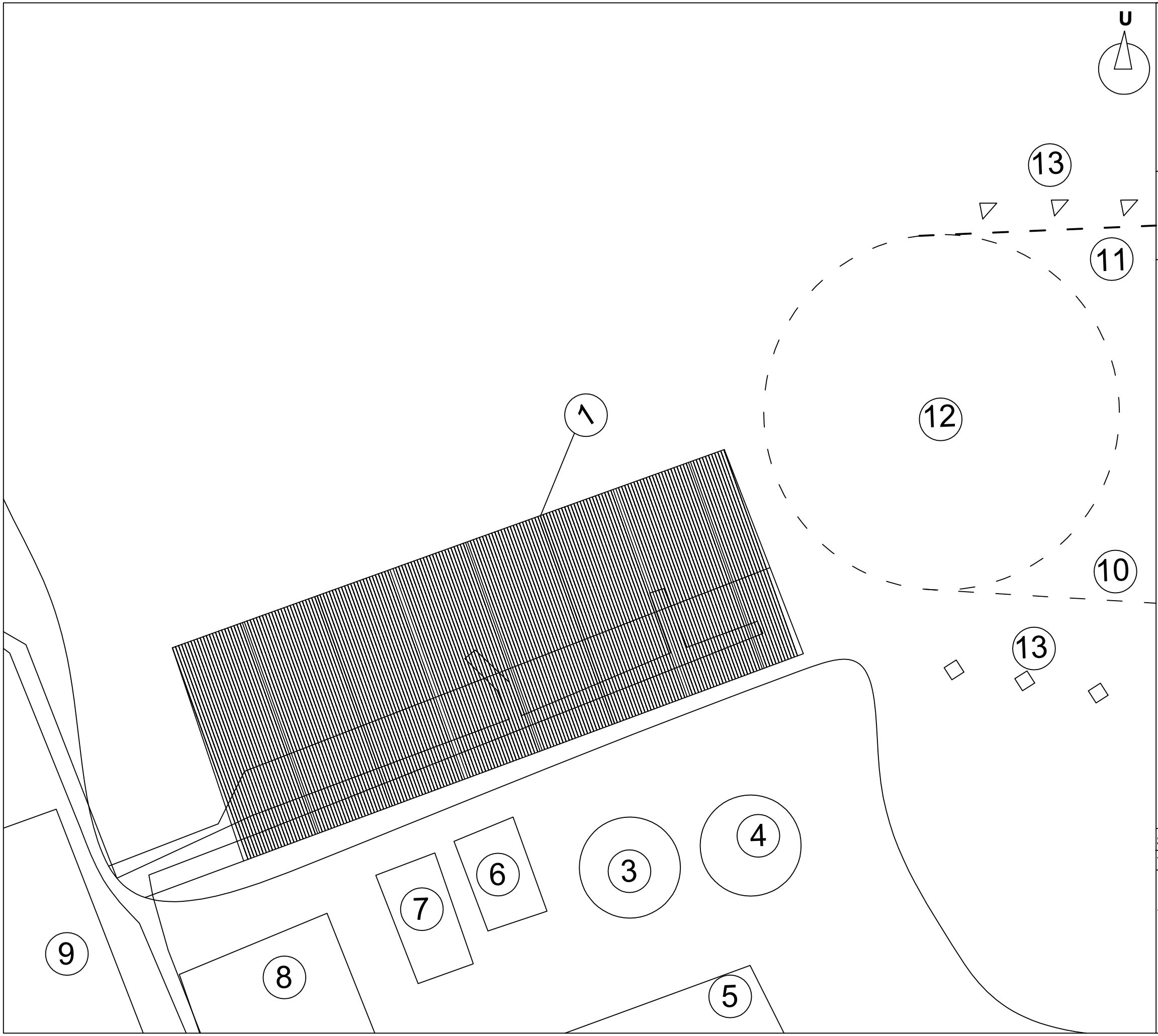
Keterangan Gambar :
1. Dermaga (300m x 30m)
2. Lapangan Penumpukan
3. Gudang A
4. Gudang B
5. Gudang C
6. Gudang D
7.Gudang E
8. Alur Pelayaran Masuk
9. Alur Pelayaran Keluar
10. Kolam Putar (2 x LoA)
11. *Safe Water Marks*

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

3. Desain Layout Konsep All Weather Terminal Dermaga BSL

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LAYOUT DERMAGA BSL
KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL*
TAMPAK ATAS
(OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA)
TUKS PT. PUPUK KALTIM

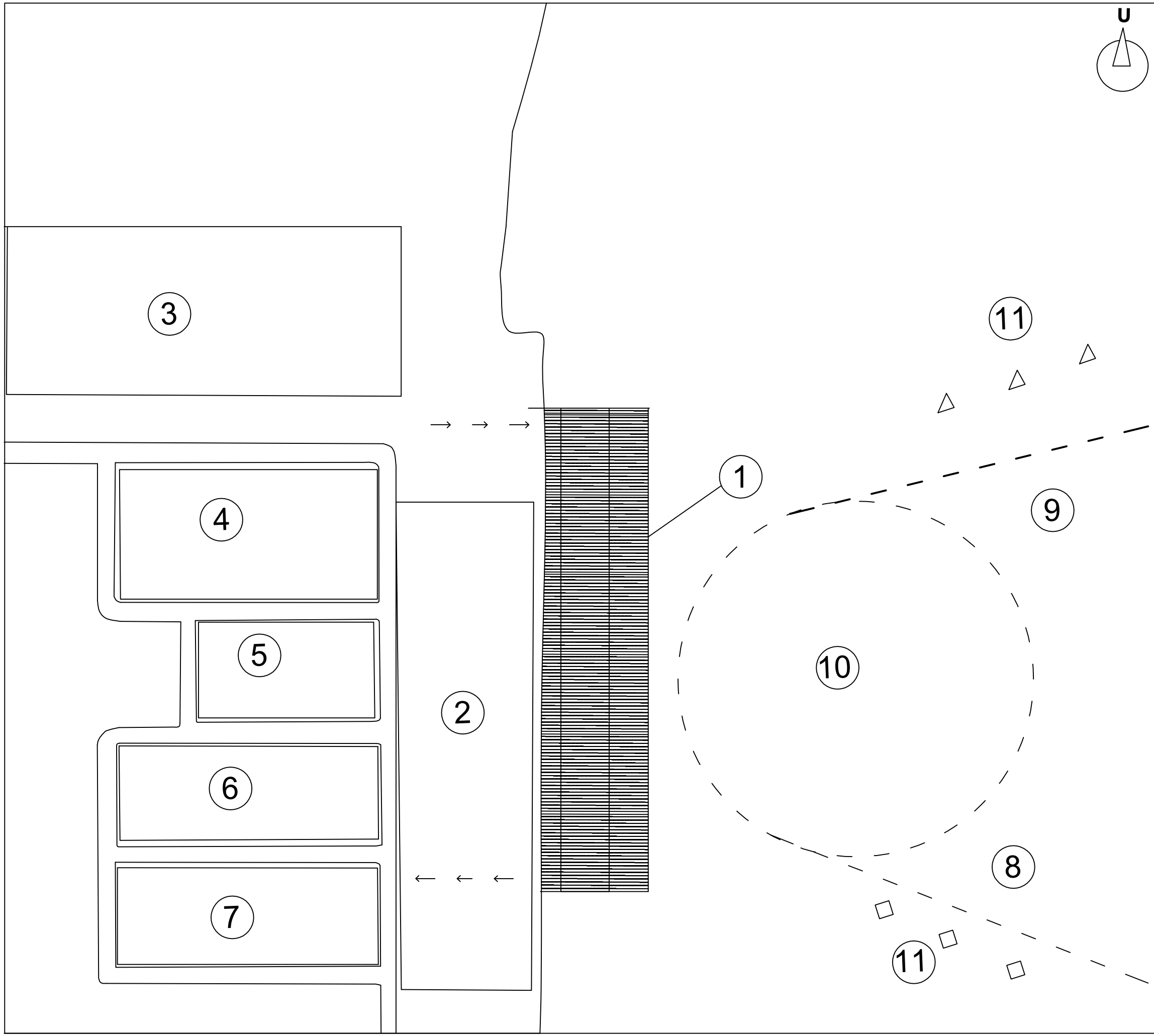
Keterangan Gambar :
1. Dermaga (300 x 38 x 30m)
2. Bulk Ship Loader
3. Tanki A
4. Tanki B
5. Gudang A
6. Gudang B
7. Gudang C
8. Gudang D
9. Gudang E
10. Alur Pelayaran Masuk
11. Alur Pelayaran Keluar
12. Kolam Putar (2xLoA)
13. *Safe Water Marks*

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

4. Desain Layout Konsep All Weather Terminal Dermaga Tursina

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LAYOUT DERMAGA TURSINA KONSEP
ALL WEATHER TERMINAL TAMPAK ATAS
(OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA)
TUKS PT. PUPUK KALTIM

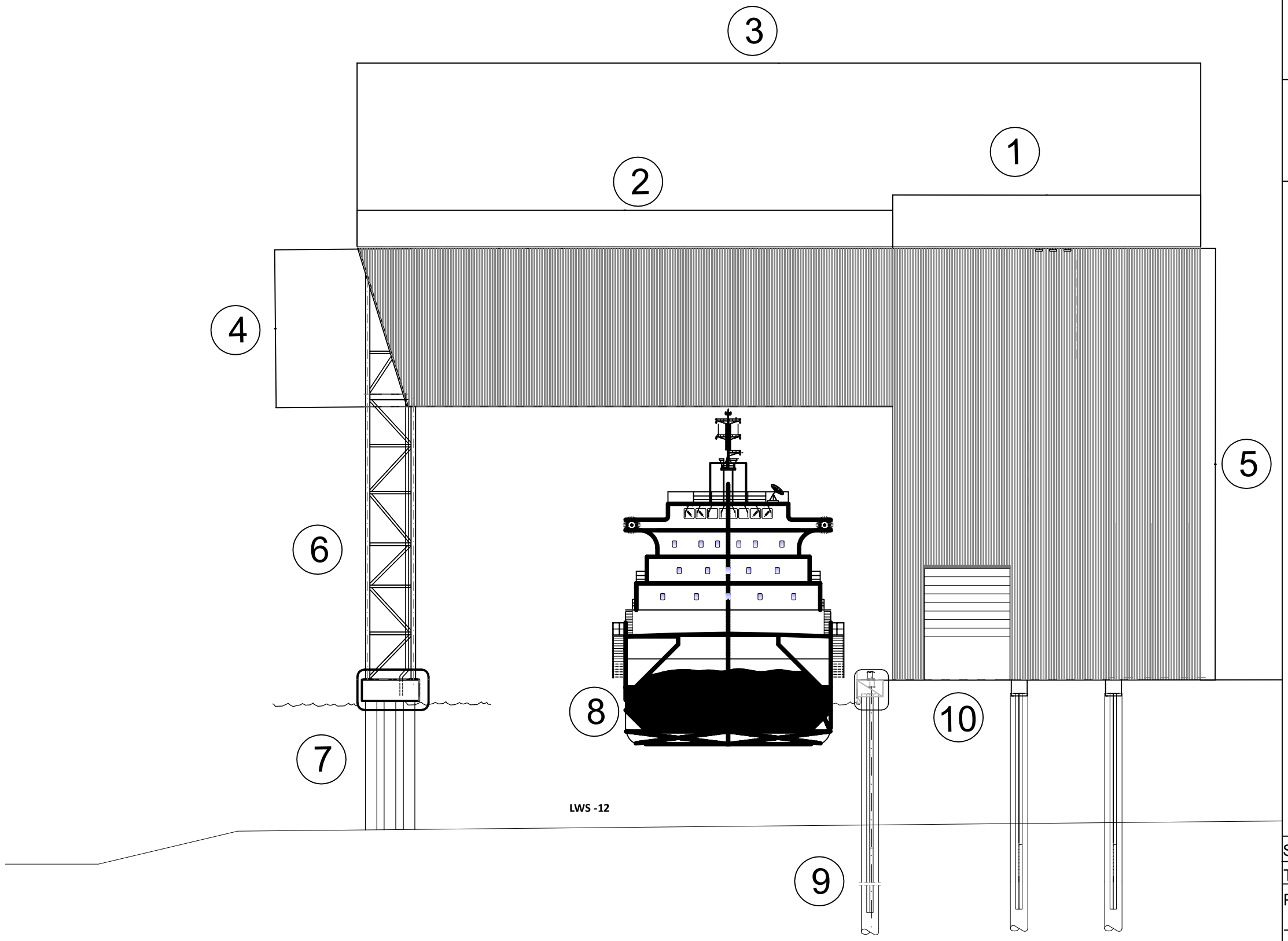
Keterangan Gambar :
1. Dermaga *All Weather Terminal* (300 x 30 x 25m)
2. Lapangan Penumpukan
3. Gudang A
4. Gudang B
5. Gudang C
6. Gudang D
7.Gudang E
8. Alur Pelayaran Masuk
9. Alur Pelayaran Keluar
10. Kolam Putar (2 x LoA)
11. *Safe Water Marks*

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

5. Desain Tampak Samping All Weather Terminal Dermaga BSL

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

DERMAGA BSL KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* TAMPAK SAMPING
(OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA)
TUKS PT. PUPUK KALTIM

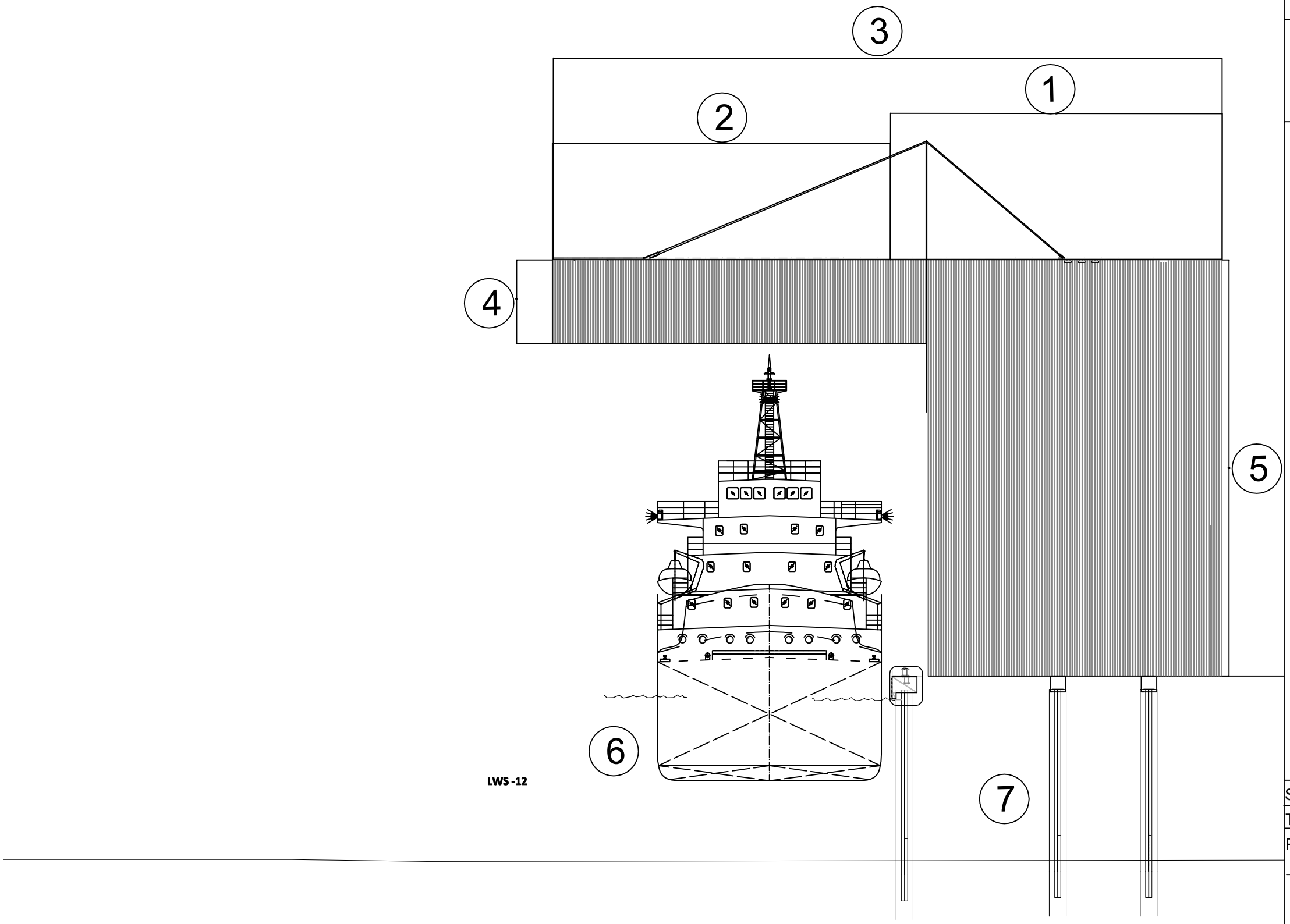
Keterangan Gambar :
1. Lebar Dermaga 40 m
2. Lebar Kanal 58 m
3. Lebar Total 98 m
4. Tinggi AWT (atas kanal) 5 m
5. Tinggi Total 30 m
6. Tiang Penyangga
7. Tiang Pancang
8. Kapal Curah
9. Tiang Pancang Dermaga
10. *Rolling Door*

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

6. Desain Tampak Samping All Weather Terminal Dermaga Tursina

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

DERMAGA TURSINA KONSEP *ALL WEATHER TERMINAL* TAMPAK SAMPING (OPERASIONAL MUAT PUPUK UREA) TUKS PT. PUPUK KALTIM

Keterangan Gambar :
1. Lebar Dermaga 30 m
2. Lebar Kanal 20 m
3. Lebar Total 50 m
4. Tinggi AWT (atas kanal) 5 m
5. Tinggi Total 25 m
6. Kapal *General Cargo*
7. Tiang Pancang Dermaga

SKALA	1:100	
TANGGAL	6 Januari 2019	
PERANCANG	Rizky Samudera Nusa NRP 04411440000045	
DISETUJUI OLEH	Murdjito, MSc., Eng. NIP. 196501231996031001	
	Hasan Iqbal Nur, S.T ., M.T NIP. 199001042015041002	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

7. **Data Kedatangan Kapal tahun 2017**

NO	NAMA KAPAL	BENDERA	PANJANG KAPAL (m)	TIBA SANDAR TGL	DERMAGA
1	KM. INTAN 31	RI	60.60	29-Dec	DERMAGA TURSINA
2	KM. BESAKIH	RI	106.00	29-Dec	DERMAGA TURSINA
3	KM. BAGUS	RI	61.05	29-Dec	DERMAGA TURSINA
4	KM. OBELIX	RI	71.41	3-Jan	DERMAGA TURSINA
5	TB. MARINA 1602/TK. MARINE POWER 3028	RI	24.36/91.44	3-Jan	DERMAGA TURSINA
6	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.50	4-Jan	DERMAGA TURSINA
7	KM. GOLDEN OCEAN	RI	164.00	6-Jan	DERMAGA TURSINA
8	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	9-Jan	DERMAGA TURSINA
9	KM. NIAGA BAHARI	RI	86.20	10-Jan	DERMAGA TURSINA
10	KM. SURYANI LADJONI	RI	91.50	12-Jan	DERMAGA TURSINA
11	TB. OCEAN RUNNER/TK. B&B 2503	RI	21.59/73.15	13-Jan	DERMAGA TURSINA
12	KM. BERKAH 36	RI	164.00	14-Jan	DERMAGA TURSINA
13	MV. XIN HAI HE	HONGKONG	99.90	17-Jan	DERMAGA TURSINA
14	KM. DHANA BAHARI 2	RI	79.20	19-Jan	DERMAGA TURSINA
15	KM. ANUGERAH BUANA V	RI	89.00	19-Jan	DERMAGA TURSINA
16	KM. MADU	RI	65.59	24-Jan	DERMAGA TURSINA
17	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	26-Jan	DERMAGA TURSINA
18	KM. MH ADVENTURE	RI	91.23	24-Jan	DERMAGA TURSINA
19	KM. DAMAI SEJAHTERA 88	RI	85.84	28-Jan	DERMAGA TURSINA
20	KM. MUTIA LADJONI 9	RI	100.04	1-Feb	DERMAGA TURSINA
21	KM. SUKSES TRANS	RI	110.00	7-Feb	DERMAGA TURSINA
22	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	9-Feb	DERMAGA TURSINA
23	KM. GRAHA ANGKASA II	RI	67.75	10-Feb	DERMAGA TURSINA
24	KM. RIK NO 2	RI	45.00	15-Feb	DERMAGA TURSINA
25	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.50	16-Feb	DERMAGA TURSINA
26	KM. AMRTA VII	RI	99.92	17-Feb	DERMAGA TURSINA

27	KM. SHORYU XXVII	RI	72.72	18-Feb	DERMAGA TURSINA
28	KM. JAYANANDA	RI	70.50	18-Feb	DERMAGA TURSINA
29	KM. HOEI	RI	89.23	21-Feb	DERMAGA TURSINA
30	KM. AYUMAS SAMUDERA	RI	98.17	24-Feb	DERMAGA TURSINA
31	KM. TETRA SENTOSA	RI	70.00	28-Feb	DERMAGA TURSINA
32	KM. AMRTA JAYA I	RI	98.18	28-Feb	DERMAGA TURSINA
33	KM. SEMOGA JAYA 7	RI	106.44	4-Mar	DERMAGA TURSINA
34	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	6-Mar	DERMAGA TURSINA
35	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	8-Mar	DERMAGA TURSINA
36	KM. SINAR MAHKOTA	RI	83.36	11-Mar	DERMAGA TURSINA
37	KM. AMRTA JAYA I	RI	98.18	20-Mar	DERMAGA TURSINA
38	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	22-Mar	DERMAGA TURSINA
39	MV. SCL ANGELA	RI	139.00	25-Mar	DERMAGA TURSINA
40	KM. GEORGIA SEJAHTERA	RI	98.17	17-Mar	DERMAGA TURSINA
41	MV. VSG PRIDE	PANAMA	96.00	24-Mar	DERMAGA TURSINA
42	MV. CLOVER GREEN	PANAMA	111.70	30-Mar	DERMAGA TURSINA
43	KM. GULF DAOUD	RI	73.68	4-Apr	DERMAGA TURSINA
44	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.52	4-Apr	DERMAGA TURSINA
45	KM. MAJU 88	RI	73.90	7-Apr	DERMAGA TURSINA
46	KM. KENCANA	RI	91.91	7-Apr	DERMAGA TURSINA
47	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	12-Apr	DERMAGA TURSINA
48	MV. ASCL EMMA	ANTIGUA	119.00	13-Apr	DERMAGA TURSINA
49	TB. OCEAN RUNNER I/TK. B&B 2503	RI	21.59/73.15	15-Apr	DERMAGA TURSINA
50	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	17-Apr	DERMAGA TURSINA
51	KM. DJO NO.3	RI	52.71	17-Apr	DERMAGA TURSINA
52	MV. SPRING VALEN	HONGKONG	122.00	20-Apr	DERMAGA TURSINA
53	KM. BESAKIH	RI	106.00	20-Apr	DERMAGA TURSINA
54	KM. CITRA NUSANTARA BARU	RI	51.65	25-Apr	DERMAGA TURSINA

55	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.50	25-Apr	DERMAGA TURSINA
56	KM. SABA NIAGA	RI	48.58	26-Apr	DERMAGA TURSINA
57	KM. BADEMAJU	RI	74.24	28-Apr	DERMAGA TURSINA
58	MV. YORKGATE	LIBERIA	199.90	30-Apr	DERMAGA TURSINA
59	TB. OCEAN RUNNER I/TK. B&B 2503	RI	21.59/73.15	2-May	DERMAGA TURSINA
60	MV. SPRING HONOR	HONGKONG	112.21	5-May	DERMAGA TURSINA
61	KM. MARITIM TRANS	RI	95.15	7-May	DERMAGA TURSINA
62	KM. SUKSES TRANS	RI	121.42	7-May	DERMAGA TURSINA
63	KM. GULF DAOUD	RI	73.68	11-May	DERMAGA TURSINA
64	KM. FUEN 7	RI	71.50	15-May	DERMAGA TURSINA
65	KM. ABADI PERMAI	RI	46.43	18-May	DERMAGA TURSINA
66	KM. DAMAI BAHARI	RI	78.20	19-May	DERMAGA TURSINA
67	KM. KALTIM EXPRESS 22	RI	70.40	21-May	DERMAGA TURSINA
68	KM. KAWAN SEJATI	RI	47.24	27-May	DERMAGA TURSINA
69	MV. BLUE EMPEROR	CHINA	139.40	27-May	DERMAGA TURSINA
70	KM. CITRA MULIA 9	RI	77.55	31-May	DERMAGA TURSINA
71	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	5-Jun	DERMAGA TURSINA
72	KM. NIAGA 56	RI	91.91	7-Jun	DERMAGA TURSINA
73	TB. PERKASA JAYA/TK. MERLIN 166	RI	21/52	8-Jun	DERMAGA TURSINA
74	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.50	8-Jun	DERMAGA TURSINA
75	KM. BUDI MULIA 68	RI	72.50	10-Jun	DERMAGA TURSINA
76	KM. CAHAYA NUSANTARA I	RI	56.30	11-Jun	DERMAGA TURSINA
77	KM. PINANG JAYA	RI	64.07	11-Jun	DERMAGA TURSINA
78	KM. AQUARIUS III	RI	55.48	15-Jun	DERMAGA TURSINA
79	KM. NIAGA BAHARI	RI	86.20	20-Jun	DERMAGA TURSINA
80	MV. SEIYO 18	PANAMA	100.61	17-Jun	DERMAGA TURSINA
81	KM. CITRA MULIA 9	RI	77.55	20-Jun	DERMAGA TURSINA
82	KM. BUNGA MELATI XXI	RI	81.09	22-Jun	DERMAGA TURSINA

83	KM. HASIL BAHARI 7	RI	91.50	22-Jun	DERMAGA TURSINA
84	KM. HASIL BAHARI 7	RI	91.50	22-Jun	DERMAGA TURSINA
85	MV. OCEANIC PESCADORES	PANAMA	116.99	27-Jun	DERMAGA TURSINA
86	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	29-Jun	DERMAGA TURSINA
87	TB. S-VITORY 15/TK. SVS 28	RI	25/73.15	29-Jun	DERMAGA TURSINA
88	KM. DAMAI SEJAHTERA 88	RI	85.84	1-Jul	DERMAGA TURSINA
89	KM. MAJU 99	RI	96.25	4-Jul	DERMAGA TURSINA
90	KM. MUTIA LADJONI 7	RI	83.75	7-Jul	DERMAGA TURSINA
91	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	12-Jul	DERMAGA TURSINA
92	KM. TARUNA PUTRA IX	RI	70.72	13-Jul	DERMAGA TURSINA
93	KM. DAMAI BAHARI	RI	78.20	16-Jul	DERMAGA TURSINA
94	KM. SATRIA NUSANTARA 01	RI	74.50	20-Jul	DERMAGA TURSINA
95	KM. PERMATA CINTA	RI	69.78	22-Jul	DERMAGA TURSINA
96	KM. NIAGA BAHARI	RI	86.20	24-Jul	DERMAGA TURSINA
97	KM. FAJAR MAS	RI	84.50	27-Jul	DERMAGA TURSINA
98	MV. PEACE GRACE	PANAMA	128.80	30-Jul	DERMAGA TURSINA
99	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	4-Aug	DERMAGA TURSINA
100	KM. MARITIM TRANS	RI	95.15	4-Aug	DERMAGA TURSINA
101	LCT. MUARA KENCANA PERMAI	RI	57.17	10-Aug	DERMAGA TURSINA
102	KM. HOEI	RI	89.23	14-Aug	DERMAGA TURSINA
103	KM. BESAKIH	RI	106.00	15-Aug	DERMAGA TURSINA
104	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	15-Aug	DERMAGA TURSINA
105	KM. YU NO.3	RI	74.91	23-Aug	DERMAGA TURSINA
106	MV. SEA STAR	KOREA	100.48	23-Aug	DERMAGA TURSINA
107	MV. ATLANTIC ZEUS	SINGAPORE	120.00	23-Aug	DERMAGA TURSINA
108	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	30-Aug	DERMAGA TURSINA
109	KM. SHORYU XXVII	RI	72.72	31-Aug	DERMAGA TURSINA
110	TB. GOOD STAR/TK. LSC 01	RI	21.49/67.30	1-Sep	DERMAGA TURSINA

111	KM. ALBA SAMUDERA	RI	92.80	1-Sep	DERMAGA TURSINA
112	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	5-Sep	DERMAGA TURSINA
113	KM. BELITA	NORWEGIAN	199.99	9-Sep	DERMAGA TURSINA
114	KM. BAHARI 21	RI	88.09	16-Sep	DERMAGA TURSINA
115	KM. MUTIA LADJONI	RI	71.50	17-Sep	DERMAGA TURSINA
116	MV. SINO 5	PANAMA	122.58	17-Sep	DERMAGA TURSINA
117	KM. SAHABAT PRIMA 8	RI	86.34	23-Sep	DERMAGA TURSINA
118	KM. BAGUS 88	RI	65.68	27-Sep	DERMAGA TURSINA
119	TB. L PERKASA/TK. LIUS MAS 1	RI	18.40/67.30	27-Sep	DERMAGA TURSINA
120	MV. SEA STAR	KOREA	100.48	22-Sep	DERMAGA TURSINA
121	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	23-Sep	DERMAGA TURSINA
122	TB. GOOD STAR/TK. LSC 01	RI	21.49/67.30	1-Oct	DERMAGA TURSINA
123	KM. MAJU 8	RI	82.60	3-Oct	DERMAGA TURSINA
124	KM. SARANA LINTAS NUSANTARA	RI	78.53	6-Oct	DERMAGA TURSINA
125	KLM. BUDI DARMA	RI	28.95	6-Oct	DERMAGA TURSINA
126	KLM. ARMADA NUSA BAHARI	RI	33.24	7-Oct	DERMAGA TURSINA
127	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	11-Oct	DERMAGA TURSINA
128	TB. SUMALESTARI XI/TK. MITRA ETAM 01	RI	15.03/52.67	12-Oct	DERMAGA TURSINA
129	KM. SURYANI LADJONI	RI	91.50	13-Oct	DERMAGA TURSINA
130	KM. BADE MAJU	RI	74.24	20-Oct	DERMAGA TURSINA
131	KM. KENCANA	RI	91.91	23-Oct	DERMAGA TURSINA
132	KM. BAGUS	RI	61.05	25-Oct	DERMAGA TURSINA
133	KM. MERAK INDAH 2	RI	74.50	26-Oct	DERMAGA TURSINA
134	TB. KARYA SAMUDERA/TK. TUAH KENANGAN 01	RI	23/69	1-Nov	DERMAGA TURSINA
135	M. ILLANNUR	RI	85	3-Nov	DERMAGA TURSINA
136	MV. SEA HONOUR	THAILAND	100.59	7-Nov	DERMAGA TURSINA
137	KM. SEMOGA JAYA 7	RI	106.00	16-Nov	DERMAGA TURSINA
138	TB. BUANA INDAH 7/TK. KBT 19	RI	26.33/79.01	18-Nov	DERMAGA TURSINA

139	TB. OCEAN RUNNER III/TK. B&B 2501	RI	29/91.44	20-Nov	DERMAGA TURSINA
140	KM. SHORYU 79	RI	75.81	24-Nov	DERMAGA TURSINA
141	KM. SENTAUSA 8	RI	70.00	28-Nov	DERMAGA TURSINA
142	KM. DHANA BAHARI 2	RI	86.20	29-Nov	DERMAGA TURSINA
143	KM. SRIWIJAYA AGUNG	RI	81.60	1-Dec	DERMAGA TURSINA
144	KM. MAJU 99	RI	96.25	2-Dec	DERMAGA TURSINA
145	KM. BAHARI - II	RI	78.81	4-Dec	DERMAGA TURSINA
146	KM. DAMAI BAHARI	RI	78.20	6-Dec	DERMAGA TURSINA
147	MV. ROME TRAIDER	LIBERIA	179.46	13-Dec	DERMAGA TURSINA
148	KM. ISA VICTORY	RI	109.67	18-Dec	DERMAGA TURSINA
149	KM. BAHTERA SUKSES	RI	98.00	21-Dec	DERMAGA TURSINA
150	KM. HASIL BAHARI - 7	RI	91.50	25-Dec	DERMAGA TURSINA

1	MV. UNISON STAR	HONGKONG	189.30	26-Dec	DERMAGA BSL
2	MV. THANH BA	VIETNAM	90.50	27-Dec	DERMAGA BSL
3	MV. VIEN DONG 5	VIETNAM	103.00	3-Jan	DERMAGA BSL
4	MV. NEW CREATION	PANAMA	175.60	4-Jan	DERMAGA BSL
5	MV. MY HUNG	VIETNAM	102.79	10-Jan	DERMAGA BSL
6	MV. INTER GRACE	KOREA	99.97	12-Jan	DERMAGA BSL
7	MV. LAN HA	VIETNAM	136.40	15-Jan	DERMAGA BSL
8	MV. TRUONG MINH OCEAN	VIETNAM	136.40	15-Jan	DERMAGA BSL
9	MV. VIEN DONG 3	VIETNAM	102.79	18-Jan	DERMAGA BSL
10	MV. OCEAN VICTORY	PANAMA	169.37	20-Jan	DERMAGA BSL
11	KM. THAI BINH 28	VIETNAM	105.67	22-Jan	DERMAGA BSL
12	MV. HAI PHUONG SEA	VIETNAM	92.25	25-Jan	DERMAGA BSL
13	KM. BESAKIH	RI	106.00	26-Jan	DERMAGA BSL
14	KM. JULIANTO MOELIODIHARDJO	RI	115.70	28-Jan	DERMAGA BSL
15	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	31-Jan	DERMAGA BSL

16	KM. GOLDEN OCEAN	RI	164.00	1-Feb	DERMAGA BSL
17	MV. ISA LUCKY	RI	167.20	9-Feb	DERMAGA BSL
18	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	14-Feb	DERMAGA BSL
19	KM. BESAKIH	RI	106.00	20-Feb	DERMAGA BSL
20	KM. ABUSAMAH	RI	115.50	23-Feb	DERMAGA BSL
21	MV. ISA LUCKY	RI	185.74	24-Feb	DERMAGA BSL
22	KM. TIRTA SAMUDRA XXVIII	RI	83.16	7-Mar	DERMAGA BSL
23	KM. BESAKIH	RI	106.00	9-Mar	DERMAGA BSL
24	MV. FU QIANG	BELIZE	100.64	13-Mar	DERMAGA BSL
25	KM. AZZAHRA	RI	189.30	15-Mar	DERMAGA BSL
26	MV. HAI PHONG 18	VIETNAM	90.72	16-Mar	DERMAGA BSL
27	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	18-Mar	DERMAGA BSL
28	MV. MY HUNG	VIETNAM	102.79	20-Mar	DERMAGA BSL
29	MV. DMC VENUS	VIETNAM	102.79	21-Mar	DERMAGA BSL
30	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	24-Mar	DERMAGA BSL
31	MV. HAI PHONG 18	HONGKONG	100.64	5-Apr	DERMAGA BSL
32	MV. VSG DREAM	PANAMA	99.20	8-Apr	DERMAGA BSL
33	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	12-Apr	DERMAGA BSL
34	KM. NADHIF	RI	189.39	21-Apr	DERMAGA BSL
35	KM. KENCANA	RI	91.91	30-Apr	DERMAGA BSL
36	MV. ROYAL 45	VIETNAM	90.72	10-May	DERMAGA BSL
37	MV. ISA LUCKY	RI	185.74	11-May	DERMAGA BSL
38	KM. BERKAH LESTARI	RI	115.65	16-May	DERMAGA BSL
39	KM. BESAKIH	RI	106.00	21-May	DERMAGA BSL
40	KM. BERKAH 36	RI	164.00	23-May	DERMAGA BSL
41	MV. PIONEER B	MONGOLIA	100.59	30-May	DERMAGA BSL
42	KM. PUTERI KIRANA	RI	185.84	6-Jun	DERMAGA BSL
43	KM. BESAKIH	RI	106.00	14-Jun	DERMAGA BSL

44	KM. GOLDEN OCEAN	RI	164.00	15-Jun	DERMAGA BSL
45	KM. GOLDEN OCEAN	RI	185.84	23-Jun	DERMAGA BSL
46	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	29-Jun	DERMAGA BSL
47	KM. CAKRA KEMBAR SATU	RI	98.62	7-Jul	DERMAGA BSL
48	KM. BERKAH 36	RI	164.00	7-Jul	DERMAGA BSL
49	KM. BESAKIH	RI	106.00	12-Jul	DERMAGA BSL
50	MV. GRAND PESCADORES	PANAMA	100.74	17-Jul	DERMAGA BSL
51	MV. TAY SON 1	VIETNAM	136.40	18-Jul	DERMAGA BSL
52	MV. SHINNING PESCADORES	PANAMA	100.74	19-Jul	DERMAGA BSL
53	KM. PUTERI SEJATI	RI	189.33	27-Jul	DERMAGA BSL
54	KM. KENCANA	RI	91.91	7-Aug	DERMAGA BSL
55	KM. MUTIA LADJONI 9	RI	100.04	7-Aug	DERMAGA BSL
56	MV. DA YANG BAI LI	CHINA	110.40	14-Aug	DERMAGA BSL
57	MV. AQUAMARINE	VIETNAM	108.79	20-Aug	DERMAGA BSL
58	MV. GRAND PESCADORES	PANAMA	100.74	20-Aug	DERMAGA BSL
59	MV. VINH AN	VIETNAM	102.79	23-Aug	DERMAGA BSL
60	MV. VICTORIA 09	VIETNAM	91.94	24-Aug	DERMAGA BSL
61	MV. SEIYO SPIRIT	PANAMA	100.64	26-Aug	DERMAGA BSL
62	MV. SEA STAR	KOREA	100.48	29-Aug	DERMAGA BSL
63	MV. QUANG MINH 5	VIETNAM	90.72	1-Sep	DERMAGA BSL
64	MV. VINH AN	VIETNAM	102.79	5-Sep	DERMAGA BSL
65	MV. AFFLUENT OCEAN	PANAMA	99.99	5-Sep	DERMAGA BSL
66	MV. ISA WINTER	RI	121.80	7-Sep	DERMAGA BSL
67	MV. MEGA STAR	KOREA	100.72	10-Sep	DERMAGA BSL
68	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	13-Sep	DERMAGA BSL
69	KM. BESAKIH	RI	106.00	16-Sep	DERMAGA BSL
70	MV. SEA PALACE	THAILAND	100.64	19-Sep	DERMAGA BSL
71	MV. SINO 5	PANAMA	122.58	22-Sep	DERMAGA BSL

72	MV. HUI FENG 9	BELIZE	105.50	24-Sep	DERMAGA BSL
73	MV. TAN BINH 89	VIEYNAM	103.17	27-Sep	DERMAGA BSL
74	MV. OCEAN LOHAS	PANAMA	130.73	28-Sep	DERMAGA BSL
75	MV. ISA GLORY	RI	159.00	30-Sep	DERMAGA BSL
76	KM. PUSRI INDONESIA	RI	114.00	1-Oct	DERMAGA BSL
77	MV. MEGA STAR	KOREA	100.72	3-Oct	DERMAGA BSL
78	MV. VINH AN	VIETNAM	102.79	5-Oct	DERMAGA BSL
79	MV. MILESTONE	HONGKONG	100.64	5-Oct	DERMAGA BSL
80	MV. MCP KOPENHAGEN	LIBERIA	117.00	8-Oct	DERMAGA BSL
81	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	8-Oct	DERMAGA BSL
82	MV. TAY SON 4	VIETNAM	136.40	16-Oct	DERMAGA BSL
83	KM. PUSRI INDONESIA	RI	114.00	21-Oct	DERMAGA BSL
84	KM. PUSRI INDONESIA	RI	114.00	5-Nov	DERMAGA BSL
85	MV. ISA GLORY	RI	159.00	10-Nov	DERMAGA BSL
86	KM. PUSRI INDONESIA	RI	114.00	18-Nov	DERMAGA BSL
87	KM. PUTERI SEJATI	RI	189.33	21-Nov	DERMAGA BSL
88	KM. KENCANA	RI	91.91	24-Nov	DERMAGA BSL
89	MV. ISA EXPRESS	RI	185.74	28-Nov	DERMAGA BSL
90	KM. PUSRI INDONESIA	RI	114.52	5-Dec	DERMAGA BSL
91	KM. PUTERI KIRANA	RI	185.84	5-Dec	DERMAGA BSL

8. Data *Berthing Time* Kapal tahun 2017

KAPAL	MUATAN	PANJANG KAPAL (M)	WT	AT	NOT	IT Non Hujan	ET	IT Hujan	BT (jam)
MV. THAN B A	6,594.3	90.50	63.4	1.2	29.8	42.0	75.0	30.6	177.5
MV HAI PHUONG SEA	3,502.2	92.25	0.2	4.1	8.4	19.1	7.8	5.0	40.3
MV INTER GRACE	6,588.9	99.97	56.6	4.5	10.8	33.8	14.5	13.7	72.8
MV. MY HUNG	5,420.5	102.79	8.2	6.0	7.2	20.0	18.4	0.0	45.7
MV. VIEN DONG 3	5,400.6	102.79	90.8	3.8	5.7	28.6	16.5	31.1	81.9
MV. VIEN DONG S	5,672.3	103.00	148.6	3.4	5.9	23.2	19.3	98.6	147.0
THAI BINH 28	5,980.2	105.67	139.2	5.0	4.3	32.3	15.2	16.3	68.0
KM BESAKIH	4,249.9	106.00	62.0	5.7	1.2	24.2	12.0	0.0	37.3
MV JULIANTO MULYO DIHARJO	7,833.5	115.70	23.0	1.1	2.9	22.7	21.0	34.3	80.9
MV LAN HA	12,551.7	136.40	388.0	3.5	6.9	19.7	30.7	42.8	100.0
MV TRUONG MINH OCEAN	10,940.1	136.40	304.2	5.1	14.7	6.8	27.9	23.7	73.0
MV OCEAN VICTORY	18,932.4	169.37	369.1	3.7	7.8	21.5	60.1	53.8	143.3
MV NEW CREATION	31,880.3	175.60	231.7	5.0	27.3	68.6	79.2	90.0	265.1
MV. UNISON STAR	22,500.4	189.30	277.1	2.9	11.4	37.1	57.2	76.6	182.3
KM. CAKRA KEMBAR SATU	5,326.8	98.62	40.0	2.3	3.7	47.8	15.7	36.1	103.2
KM. BESAKIH	4,301.3	106.00	91.5	1.4	0.3	15.3	19.0	0.0	34.7

KM. ABUSAMAH	8,941.7	115.50	28.5	0.7	1.0	22.5	22.8	0.0	46.3
KM. GOLDEN OCEAN	30,917.8	164.00	75.5	1.3	2.1	5.6	59.5	62.7	129.9
MV. ISA LUCKY	24,340.6	167.20	1.5	1.3	2.9	27.1	39.7	0.0	69.7
MV. ISA EXPRESS	37,235.1	185.74	47.2	2.0	7.6	47.0	62.3	50.2	167.2
KM. TIRTA SAMUDRA XXVIII	3,009.6	83.16	98.0	2.2	36.7	7.4	10.6	7.7	62.3
MV. HAI PHONG 18	3,223.8	90.72	0.3	11.8	5.3	9.4	9.6	4.5	28.8
KM. CAKRA KEMBAR SATU	5,503.5	98.62	7.0	240.8	4.7	29.0	23.4	15.2	72.2
MV. FU QIANG	6,344.1	100.64	6.8	1.4	6.2	16.3	21.6	10.4	54.5
MV. MY HUNG	5,436.5	102.79	4.3	0.4	5.4	14.5	28.7	21.0	69.6
MV. DMC VENUS	5,400.6	102.79	5.7	0.9	2.9	19.8	19.6	7.6	49.8
KM. BESAKIH	4,782.3	106.00	9.8	0.6	9.3	21.1	15.7	0.0	46.0
KM. BERKAH LESTARI	6,886.6	115.65	5.0	1.5	4.3	17.4	20.1	7.7	49.5
MV. ISA LUCKY	19,953.2	185.74	44.9	2.4	9.6	165.6	33.7	12.2	221.1
KM. AZZAHRA	38,214.0	189.30	0.0	1.3	3.1	27.7	106.1	64.3	201.2
MV. VSG DREAM	6,238.4	99.20	7.2	1.3	9.2	12.8	18.5	23.6	64.0
MV. HAI PHONG 18	5,338.8	100.64	9.5	1.3	6.5	9.7	9.8	4.5	30.4
MV. ISA EXPRESS	34,537.5	185.74	11.8	2.5	4.0	25.0	84.2	6.0	119.3
KM. NADHIF	45,622.5	189.39	29.3	2.6	3.5	45.9	102.9	60.9	213.2
MV. ROYAL 45	2706.3	90.72	2.9	0.9	7.7	11.9	7.2	0.0	26.8
KM. KENCANA	3230.8	91.91	36.0	1.9	2.6	54.5	9.2	0.0	66.3
KM. BESAKIH	4880.3	106.00	1.7	0.6	2.3	22.6	16.5	8.3	49.7
KM. BERKAH LESTARI	6749.7	115.65	48.0	3.2	2.7	15.8	27.4	15.3	61.3
KM. BERKAH 36	26122.8	164.00	47.0	1.5	6.0	31.2	68.4	32.4	138.0
MV. ISA LUCKY	23298.5	185.74	4.8	1.8	12.5	67.7	62.0	0.0	142.3

MV. PIONEER B	6548.2	100.59	6.2	4.0	9.0	22.9	17.0	7.0	55.8
KM. BESAKIH	4558.5	106.00	141.0	1.6	5.3	3.0	53.5	0.0	61.8
KM. GOLDEN OCEAN	29350.7	164.00	30.5	1.2	6.4	38.4	77.8	47.9	170.5
KM. PUTERI KIRANA	32263.1	185.84	16.4	1.5	15.6	41.2	87.0	56.1	199.8
KM. CAKRA KEMBAR SATU	5,417.4	98.62	378.0	1.9	2.6	23.9	14.7	18.2	59.4
MV. GRAND PESCADORES	6,092.1	100.74	42.0	1.6	16.2	25.7	29.8	47.2	118.8
MV. SHINNING PESCADORES	6,530.0	100.74	12.0	2.0	11.5	29.7	17.9	26.7	85.8
KM. BESAKIH	4,156.8	106.00	15.3	0.4	19.3	27.7	77.2	7.0	131.2
MV. TAY SON 1	12,558.9	136.40	17.5	2.5	5.8	46.2	42.5	31.3	125.8
KM. BERKAH 36	26,440.1	164.00	51.0	1.3	8.2	65.8	70.1	38.9	183.0
MV. ISA EXPRESS	250.0	185.74	142.5	1.6	8.7	42.5	121.5	24.7	197.4
KM. KENCANA	3221.3	91.91	133.0	1.2	6.2	124.2	13.1	20.0	163.4
MV. VICTORIA 09	4189.4	91.94	11.0	3.3	12.1	20.3	15.6	0.0	48.0
KM. MUTIA LADJONI 9	5797.8	100.04	287.8	1.7	5.4	77.3	25.8	9.7	118.3
MV. SEA STAR	6600.0	100.48	2.9	1.8	5.0	33.8	49.9	5.0	93.7
MV. SEIYO SPIRIT	8100.3	100.64	4.2	1.7	9.9	24.6	28.7	3.0	66.2
MV. GRAND PESCADORES	6543.1	100.74	108.3	1.6	9.2	17.9	23.7	28.8	79.7
MV. VINH AN	4347.4	102.79	94.8	0.4	6.3	27.9	11.0	4.2	49.5
MV. AQUAMARINE	5809.8	108.79	2.4	1.8	6.2	16.5	18.3	21.9	62.9
MV. DA YANG BAI LI	8176.9	110.40	141.4	1.8	9.0	10.0	40.8	65.5	125.3

KM. PUTERI SEJATI	39723.1	189.33	85.3	2.0	4.7	95.1	128.5	38.4	266.7
MV. QUANG MINH 5	3,203.1	90.72	4.3	1.3	3.3	5.1	9.5	0.0	17.9
MV. AFFLUENT OCEAN	6,539.9	99.99	0.9	1.9	7.7	15.8	17.8	0.0	41.3
MV. SEA PALACE	6,557.2	100.64	0.0	1.4	8.0	3.1	16.0	2.1	29.3
MV. MEGA STAR	6,555.2	100.72	0.8	1.4	8.9	21.9	21.5	12.9	65.3
MV. VINH AN	5,553.8	102.79	0.5	1.9	5.0	20.7	19.8	0.0	45.5
MV. TAN BINH 89	5,778.4	103.17	113.0	1.9	7.0	24.2	21.3	14.9	67.4
MV. HUI FENG 9	5,947.4	105.50	54.1	1.4	17.1	26.6	8.8	7.6	60.1
KM. BESAKIH	4,519.2	106.00	37.0	1.3	1.1	16.7	15.9	0.0	33.7
MV. ISA WINTER	10,473.3	121.80	101.0	1.3	2.9	30.9	19.5	9.0	62.3
MV. SINO 5	6,551.8	122.58	4.4	2.0	9.1	22.7	14.3	0.0	46.1
MV. ISA EXPRESS	40,496.7	185.74	195.8	1.7	8.2	33.0	76.1	23.3	140.6
MV. MILESTONE	6,562.8	100.64	155.8	2.0	8.7	25.6	25.1	5.8	65.1
MV. MEGA STAR	6,677.2	100.72	222.8	1.4	10.8	10.4	16.1	9.4	46.7
MV. VINH AN	5,694.7	102.79	142.4	2.2	3.8	12.7	18.2	2.2	36.9
KM. PUSRI INDONESIA	8,004.0	114.00	169.5	1.6	4.0	16.4	16.9	9.2	46.5
KM. PUSRI INDONESIA	8,464.7	114.00	178.0	1.5	3.2	92.8	12.6	8.5	117.0
MV. MCP KOPENHAGEN	6,212.6	117.00	81.4	2.8	9.7	21.4	25.1	10.7	66.8

MV. OCEAN LOHAS	10,901.0	130.73	120.7	2.1	12.2	21.0	20.5	16.1	69.8
MV. TAY SON 4	12,240.4	136.40	84.0	2.0	9.4	30.5	47.3	19.7	106.9
MV. ISA GLORY	20,730.0	159.00	214.5	1.5	9.8	32.6	62.7	13.4	118.5
MV. ISA EXPRESS	39,841.5	185.74	52.5	1.5	8.4	35.6	104.2	21.7	170.0
KM. KENCANA	3271.4	91.91	7.0	1.2	2.1	17.5	13.3	21.2	54.2
KM. PUSRI INDONESIA	8052.8	114.00	0.0	1.7	2.7	22.8	24.9	0.0	50.3
KM. PUSRI INDONESIA	8098.7	114.00	0.0	1.8	33.1	35.9	18.1	26.7	113.7
MV. ISA GLORY	22711.0	159.00	14.7	1.2	3.0	52.2	57.6	31.1	143.8
KM. PUTERI SEJATI	35194.2	189.33	45.6	1.8	5.2	17.5	79.0	47.8	149.5
KM. PUSRI INDONESIA	8,233.5	114.52	19.8	0.3	4.3	24.2	24.7	20.5	73.7
MV. GOLDEN OCEAN	750.0	176.00	69.0	1.6	5.0	21.1	75.0	27.1	128.2
MV. ISA EXPRESS	36,921.3	185.74	91.8	1.5	8.1	27.8	83.9	33.4	153.2
KM. PUTERI KIRANA	37,647.5	185.84	28.9	1.5	4.7	47.9	84.8	20.4	157.8
KM INTAN 31	1200.00	60.60	0.00	0.25	29.33	55.33	28.83	9.50	123.00
KM BAGUS	1114.00	61.05	0.00	3.17	21.25	48.50	27.33	20.75	117.83
KM MADU	1550.00	65.59	0.00	0.25	44.42	0.33	25.67	7.33	77.75
KM OBEL IX	1725.00	71.41	0.00	1.33	18.83	54.33	48.00	12.00	133.17
KM MUTIA LADJONI	1800.00	71.50	0.00	0.75	23.75	0.33	23.92	0.00	48.00
KM. MUTIA LADJONI	900.00	71.50	0.00	1.50	27.00	17.50	67.75	0.00	112.25
TB. OCEAN RUNNER/TK. B&B 2503	3158.52	73.15	0.83	14.17	68.92	17.42	47.25	14.50	148.08
KM MERAK INDAH 2	1700.00	74.50	0.00	4.17	16.42	10.00	18.17	0.00	44.58
KM DHANA BAHARI 2	3000.00	79.20	0.00	0.50	63.92	1.00	40.42	7.00	112.33
KM NIAGA BAHARI	3200.00	86.20	0.00	3.33	44.58	9.00	59.42	2.00	115.00

KM ANUGRAH BUANA V	3200.00	89.00	0.00	0.50	55.83	26.92	64.75	13.92	161.42
TB. MARINA 1602/TK. MARINE POWER 3028	5017.07	91.44	0.00	0.58	67.92	13.00	93.08	40.83	214.83
KM. SURYANI LADJONI	200.00	91.50	0.00	1.83	5.83	11.00	13.17	0.00	30.00
MV. XIN HAI HE	7109.95	99.90	0.00	1.50	116.17	59.75	120.00	32.00	327.92
KM BESAKIH	4200.00	106.00	0.00	11.75	32.67	22.00	31.67	14.67	101.00
KM. GOLDEN OCEAN	6450.00	164.00	0.00	0.92	74.25	30.33	129.25	47.33	281.17
KM. BERKAH 36	5400.00	164.00	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	31.00	242.58
KM RIK NO 2	700.00	45.00	0.00	5.25	10.17	0.00	14.83	0.00	25.00
KM GRAHA ANGKASA II	1275.00	67.75	0.00	6.25	16.50	33.83	32.92	0.00	83.25
KM JAYANANDA	1633.00	70.50	0.00	1.25	17.50	32.50	42.00	23.50	115.50
KM SHORRYU XXVII	1500.00	72.72	0.00	5.17	12.00	7.50	22.33	0.00	41.83
KM MERAK INDAH 2	1800.00	74.50	0.00	1.33	23.83	0.00	29.17	16.00	69.00
KM DAMAI SEJAHTERA	2800.00	85.84	0.00	2.83	38.33	0.00	55.25	31.67	125.25
KM HOEI	2200.00	89.23	0.00	1.08	25.58	13.25	39.58	23.33	101.75
KM MH ADVENTURE	6491.00	91.23	0.00	0.75	50.00	2.25	96.75	41.50	190.50
KM AMRTA VII	5800.00	99.92	0.00	2.50	75.17	21.75	110.67	25.92	233.50
KM MUTIA LADJONI 9	5800.00	100.04	0.00	57.83	5.33	44.33	31.17	0.00	80.83
KM SUKSES TRANS	5709.00	110.00	0.00	2.25	54.75	75.33	97.33	33.75	261.17
KM BERKAH LESTARI	6260.00	115.65	0.00	1.67	59.33	16.50	101.33	11.25	188.42
KM TETRA SENTOSA	1650.00	70.00	0.00	2.50	16.67	54.75	45.58	5.00	122.00

KM MUTIA LADJONI	1800.00	71.50	0.00	6.75	18.33	22.00	31.42	12.00	83.75
KM SINAR MAHKOTA	2590.00	83.36	0.00	0.83	21.67	113.43	41.75	7.83	184.68
KM AYUMAS SAMUDERA	6500.00	98.17	0.00	0.33	63.83	3.00	97.67	7.00	171.50
KM AMRTA JAYA I	6000.00	98.18	0.00	0.25	33.42	5.08	51.83	10.50	100.83
KM CAKRA KEMBAR SATU	5000.00	98.62	0.00	57.83	5.33	44.33	31.17	0.00	80.83
KM SEMOGA JAYA 7	4780.00	106.44	0.00	0.50	23.83	11.00	47.92	26.75	109.50
KM BERKAH LESTARI	1100.00	115.65	0.00	0.50	32.33	4.67	36.17	0.00	73.17
KM SCL ANGELA	5000.00	139.00	0.00	1.00	30.33	5.17	37.00	0.00	72.50
KM SABA NIAGA	788.85	48.58	0.00	2.67	20.50	24.83	17.33	19.17	81.83
KM CITRA NUSANTARA BARU	800.00	51.65	0.00	2.50	4.00	31.25	19.00	9.00	63.25
KM DJO NO 3	1000.00	52.71	0.00	24.00	12.00	44.83	17.58	4.50	78.92
KM MUTIA LADJONI	1800.00	71.50	0.00	3.17	15.17	20.00	28.67	6.67	70.50
TB OCEAN RUNNER I / TK B&B 2503	3496.61	73.15	0.00	2.83	38.33	0.00	55.25	0.00	93.58
KM GULF DAOUD	1982.00	73.68	0.00	0.58	21.92	8.83	35.25	6.00	72.00
KM MAJU 88	2000.00	73.90	0.00	3.42	33.67	33.33	43.33	0.00	110.33
KM MERAK INDAH 2	1700.00	74.50	0.00	0.42	18.00	22.67	30.08	26.67	97.42
KM MERAK INDAH 2	1700.00	74.52	0.00	0.33	11.17	27.50	24.67	7.67	71.00
KM KENCANA	3000.00	91.91	0.00	3.17	30.25	17.17	52.92	7.25	107.58
MV VSG PRIDE	5750.23	96.00	0.00	0.33	63.83	3.00	97.67	0.00	164.50
KM GEORGIA SEJAHTERA	6500.00	98.17	0.00	3.08	85.92	179.25	125.58	24.25	415.00
KM CAKRA KEMBAR SATU	5000.00	98.62	0.00	0.75	30.75	10.67	53.75	0.00	95.17
KM BESAKIH	4500.00	106.00	0.00	0.08	37.25	5.25	54.17	14.00	110.67

MV CLOVER GREEN	7732.81	111.70	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	0.00	211.58
MV ASCL EMMA	3600.00	119.00	0.83	21.67	113.43	41.75	7.83	0.00	163.02
MV SPRING VALLEN	5475.25	122.00	0.00	1.50	116.17	59.75	120.00	0.00	295.92
KM ABADI PERMAI	823.00	46.43	0.00	0.33	6.67	119.17	21.17	0.00	147.00
KM KAWAN SEJATI	800.00	47.24	0.00	4.17	10.08	20.00	21.33	2.50	53.92
KM KALTIM EKSPRESS 22	1750.00	70.40	0.00	0.50	13.25	85.50	29.42	13.00	141.17
KM FUEN 7	2060.00	71.50	0.00	0.00	20.67	37.17	45.08	8.33	111.25
TB OCEAN RUNNER I/TK B&B 2503	3173.25	73.15	0.00	3.17	30.25	17.17	52.92	7.25	107.58
KM SUKSES TRANS	5650.00	73.68	0.00	2.25	54.75	75.33	97.33	0.00	227.42
KM GULD DAOUD	1981.00	73.68	0.00	24.00	12.00	44.83	17.58	0.00	74.42
KM BADEMAJU	1500.00	74.24	0.00	0.25	18.42	0.00	25.58	0.00	44.00
KM DAMAI BAHARI	2600.00	78.20	0.00	1.75	10.17	110.75	32.67	7.00	160.58
KM MARITIM TRANS	3500.00	95.15	0.83	21.67	113.43	41.75	67.83	0.00	223.02
MV SPRING HONOR	3600.00	112.21	0.00	0.50	55.83	26.92	68.75	13.92	165.42
TB PERKASA JAYA/TK MERLIN 166	1512.25	52.00	0.00	1.00	8.92	71.83	25.67	14.00	120.42
KM AQUARIUS III	1150.00	55.48	0.00	0.83	16.75	28.42	33.67	10.00	88.83
KM CAHAYA NUSANTARA I	1173.00	56.30	0.00	2.67	20.50	24.83	17.33	0.00	62.67
KM PINANG JAYA	1500.00	64.07	0.00	0.25	18.42	0.00	25.58	0.00	44.00
KM MUTIA LADJONI	1800.00	71.50	0.00	0.58	18.42	10.75	26.33	0.00	55.50
KM BUDI MULIA 68	2250.00	72.50	0.00	2.83	38.33	0.00	55.25	0.00	93.58
KM MERAK INDAH 2	1700.00	74.50	0.00	0.33	41.17	0.67	33.33	0.00	75.17

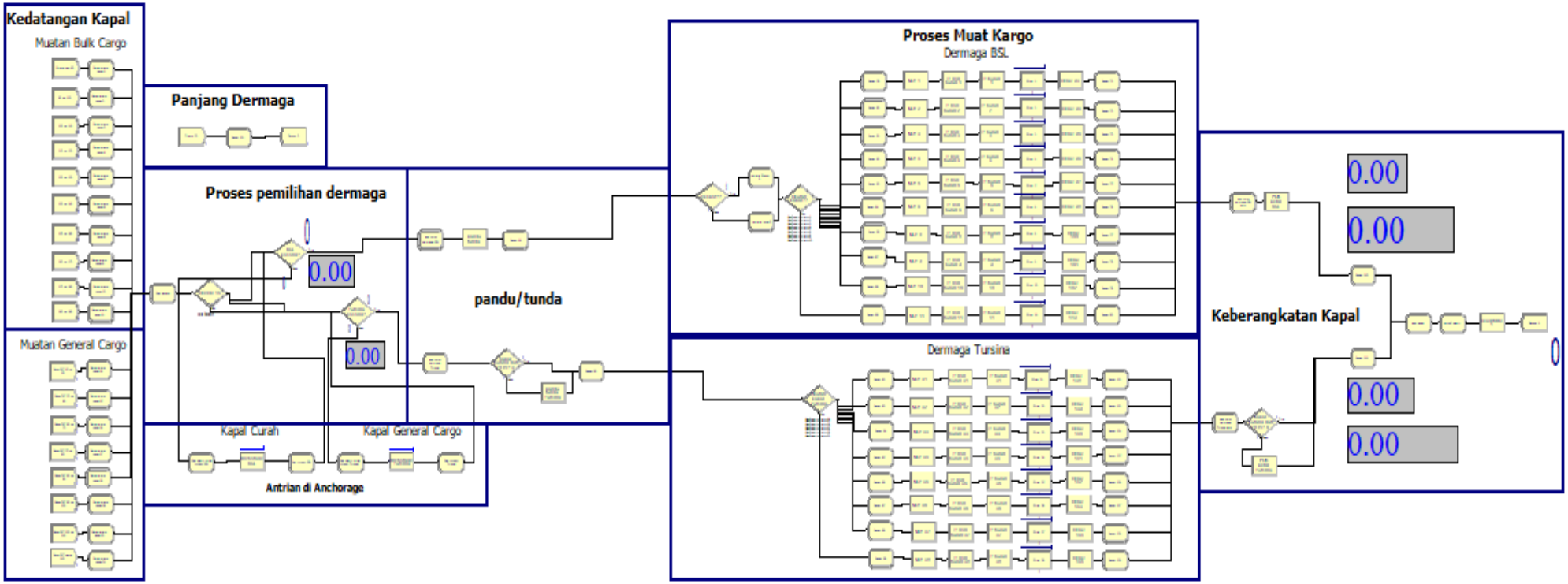
KM CITRA MULIA 9	2500.00	77.55	0.00	2.58	79.83	10.17	46.00	14.00	150.00
KM CITRA MULIA 9	2478.18	77.55	0.00	3.25	55.50	17.42	86.67	11.33	170.92
KM BUNGA MELATI XXI	2000.00	81.09	0.00	0.75	26.92	74.50	34.50	0.00	135.92
KM NIAGA BAHARI	3089.00	86.20	0.00	1.25	77.67	5.50	48.33	25.50	157.00
KM HASIL BAHARI 7	3200.00	91.50	0.00	2.25	102.42	14.00	43.25	5.00	164.67
KM NIAGA 56	3150.00	91.91	0.00	0.50	32.33	4.67	36.17	0.00	73.17
MV SEIYO 18	5032.06	100.61	0.00	0.75	50.00	2.25	96.75	0.00	149.00
KV BLUE EMPEROR	7908.57	139.40	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	0.00	211.58
KM PERMATA CINTA	1830.00	69.78	0.00	0.58	18.42	10.75	26.33	0.00	55.50
KM TARUNA PUTRA IX	1610.00	70.72	0.00	19.17	24.83	113.67	45.33	55.00	238.83
TB. S-VITORY 15/TK. SVS 28	5000.00	73.15	0.00	0.42	79.42	61.75	98.67	17.00	256.83
KM SATRIA NUSANTARA 01	1651.00	74.50	0.00	0.33	11.17	27.50	24.67	7.67	71.00
KM DAMAI BAHARI	3000.00	78.20	0.00	1.75	21.67	19.50	39.00	0.00	80.17
KM MUTIA LADJONI 7	3907.00	83.75	0.00	0.17	22.42	27.25	35.83	25.50	111.00
KM DAMAI SEJAHTERA	2800.00	85.84	0.00	1.50	31.83	50.83	48.75	9.83	141.25
KM NIAGA BAHARI	3200.00	86.20	0.00	0.50	55.83	26.92	64.75	13.92	161.42
KM MAJU 99	3880.00	96.25	0.00	1.17	77.33	40.08	61.00	17.00	195.42
KM CAKRA KEMBAR SATU	1401.00	98.62	0.00	24.00	12.00	44.83	17.58	0.00	74.42
KM BERKAH LESTARI	6366.00	115.65	0.00	3.42	52.83	43.58	91.58	24.50	212.50
LCT MUARA KENCANA PERMAI	850.00	57.17	0.00	4.00	24.08	15.05	34.67	8.00	81.80
KM YU NO 3	1,722.00	74.91	0.00	0.08	26.08	87.33	31.50	16.00	160.92
KM FAJAR MAS	3,500.00	84.50	0.00	1.83	25.25	20.67	33.58	0.00	79.50

KM HOEI	2,468.40	89.23	0.00	1.25	35.75	16.33	39.42	16.00	107.50
KM MARITIM TRANS	2,965.00	95.15	0.00	0.17	29.92	93.28	57.97	33.17	214.33
KM CAKRA KEMBAR SATU	5,300.00	98.62	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	31.00	242.58
MV SEA STAR	5,244.00	100.48	0.00	0.92	74.25	30.33	129.25	10.00	243.83
KM BESAKIH	4,530.00	106.00	0.83	14.17	68.92	17.42	47.25	14.50	148.08
KM BERKAH LESTARI	3,931.00	115.65	0.00	1.25	77.67	5.50	48.33	12.00	143.50
MV ATLANTIC ZEUS	8,000.00	120.00	0.00	1.50	116.17	59.75	120.00	15.00	310.92
MV PEACE GRACE	5,513.00	128.80	0.00	0.33	63.83	3.00	97.67	0.00	164.50
KM BAGUS 88	1410.00	65.68	0.00	1.42	27.42	31.50	27.25	5.50	91.67
TB GOOD STAR/TK LSC 01	2196.00	67.30	0.00	3.42	33.67	33.33	43.33	0.00	110.33
TB L PERKASA/TK LIUS MAS 1	2108.00	67.30	0.00	5.58	20.67	33.75	33.33	0.00	87.75
KM MUTIA LADJONI	1800.00	71.50	0.00	2.17	16.50	30.17	30.92	1.00	78.58
KM SHORRYU XXVII	1504.00	72.72	0.00	0.67	54.67	0.17	30.92	5.92	91.67
KM SAHABAT PRIMA 8	3000.00	86.34	0.00	0.50	63.92	1.00	40.42	7.00	112.33
KM BAHARI 21	2650.00	88.09	0.00	0.58	27.67	45.00	37.33	0.00	110.00
KM ALBA SAMUDERA	3269.00	92.80	0.00	3.17	72.00	86.67	73.25	32.58	264.50
KM CAKRA KEMBAR SATU	4163.00	98.62	0.83	14.17	68.92	17.42	47.25	14.50	148.08
KM BERKAH LESTARI	6500.00	115.65	0.00	1.50	116.17	59.75	120.00	32.00	327.92
KM SINO 5	6813.00	122.58	0.00	1.67	59.33	16.50	101.33	11.25	188.42
KM BELITA	1500.00	199.99	0.00	0.42	18.00	22.67	30.08	26.67	97.42

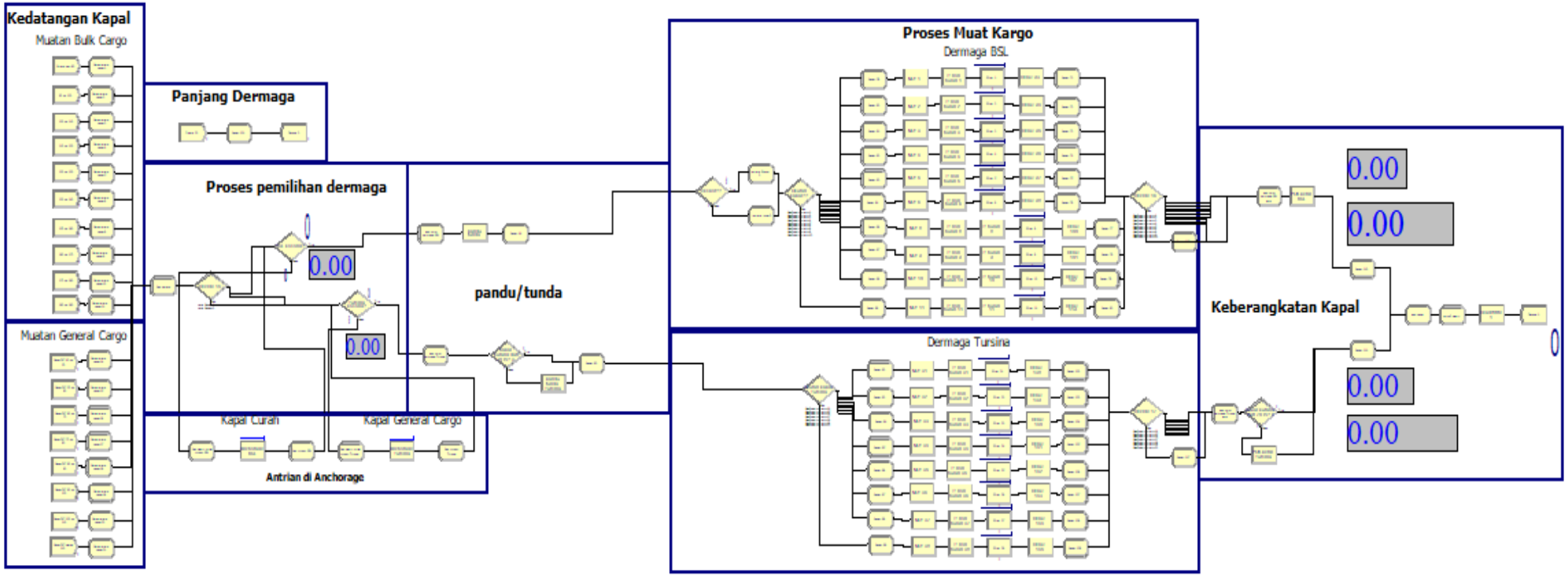
TB. SUMALESTARI XI/TK. MITRA ETAM 01	1400.00	52.67	0.00	1.33	16.08	9.33	26.25	0.00	51.67
KM BAGUS	1100.00	61.05	0.00	6.25	16.50	33.83	32.92	0.00	83.25
TB GOOD STAR/TK LSC 01	2219.00	67.30	0.00	2.58	79.83	10.17	46.00	14.00	150.00
KM BADE MAJU	1966.00	74.24	0.00	2.50	16.67	54.75	45.58	5.00	122.00
KM MERAK INDAH 2	1700.00	74.50	0.00	1.42	27.42	31.50	27.25	5.50	91.67
KM SARANA LINTAS NUSANTARA	1447.00	78.53	58.58	1.00	21.50	0.00	33.50	8.50	63.50
KM MAJU 8	2739.00	82.60	0.00	0.08	58.58	1.50	39.67	0.00	99.75
KM SURYANI LADJONI	3000.00	91.50	0.00	1.50	27.00	17.50	67.75	0.00	112.25
KM KENCANA	3100.00	91.91	0.00	3.08	24.50	7.97	34.50	0.00	66.97
KM CAKRA KEMBAR SATU	5500.00	98.62	0.00	0.58	67.92	13.00	93.08	40.83	214.83
MV SEA STAR	7361.46	100.48	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	0.00	211.58
KM BERKAH LESTARI	2673.07	115.65	0.00	1.25	35.75	16.33	39.42	16.00	107.50
TB. KARYA SAMUDERA/TK. TUAH KENANGAN 01	1500.00	69.00	0.00	1.00	8.92	71.83	25.67	14.00	120.42
KM. SENTAUSA 8	1300.00	70.00	0.00	2.67	20.50	24.83	17.33	0.00	62.67
KM. SHORYU 79	1760.00	75.81	0.00	1.25	17.50	32.50	42.00	23.50	115.50
TB. BUANA INDAH 7/TK. KBT 19	4867.00	79.01	0.00	2.17	53.42	79.50	105.92	43.50	282.33
M. ILLANNUR	1800.00	85.00	0.00	24.00	12.00	44.83	17.58	0.00	74.42
TB. OCEAN RUNNER III/TK. B&B 2501	3504.64	91.44	0.00	3.33	44.58	9.00	59.42	2.00	115.00
MV. SEA HONOUR	7842.34	100.59	0.00	1.17	46.50	62.58	102.50	0.00	211.58
KM SEMOGA JAYA 7	5100.00	106.00	0.00	0.92	74.25	30.33	129.25	47.33	281.17

KM DAMAI BAHARI	3,000.00	78.20	0.00	1.83	25.25	20.67	33.58	0.00	79.50
KM BAHARI II	2,000.00	78.81	0.00	5.58	20.67	33.75	33.33	0.00	87.75
KM SRIWIJAYA AGUNG	2,310.00	81.60	0.00	1.00	29.17	20.67	44.50	5.50	99.83
KM DHANA BAHARI 2	3,000.00	86.20	0.00	2.08	25.42	38.50	36.08	0.00	100.00
KM HASIL BAHARI 7	3,100.00	91.50	0.00	0.58	44.58	28.58	57.33	8.50	139.00
KM MAJU 99	4,000.00	96.25	0.00	1.00	30.33	5.17	37.00	0.00	72.50
KM BAHTERA SUKSES	3,818.00	98.00	0.00	2.20	30.32	21.40	55.83	9.00	116.55
KM. ISA VICTORY	6,468.00	109.67	0.00	1.67	59.33	16.50	101.33	11.25	188.42
MV. ROME TRAIDER	9,000.26	179.46	0.00	1.50	116.17	59.75	150.00	32.00	357.92

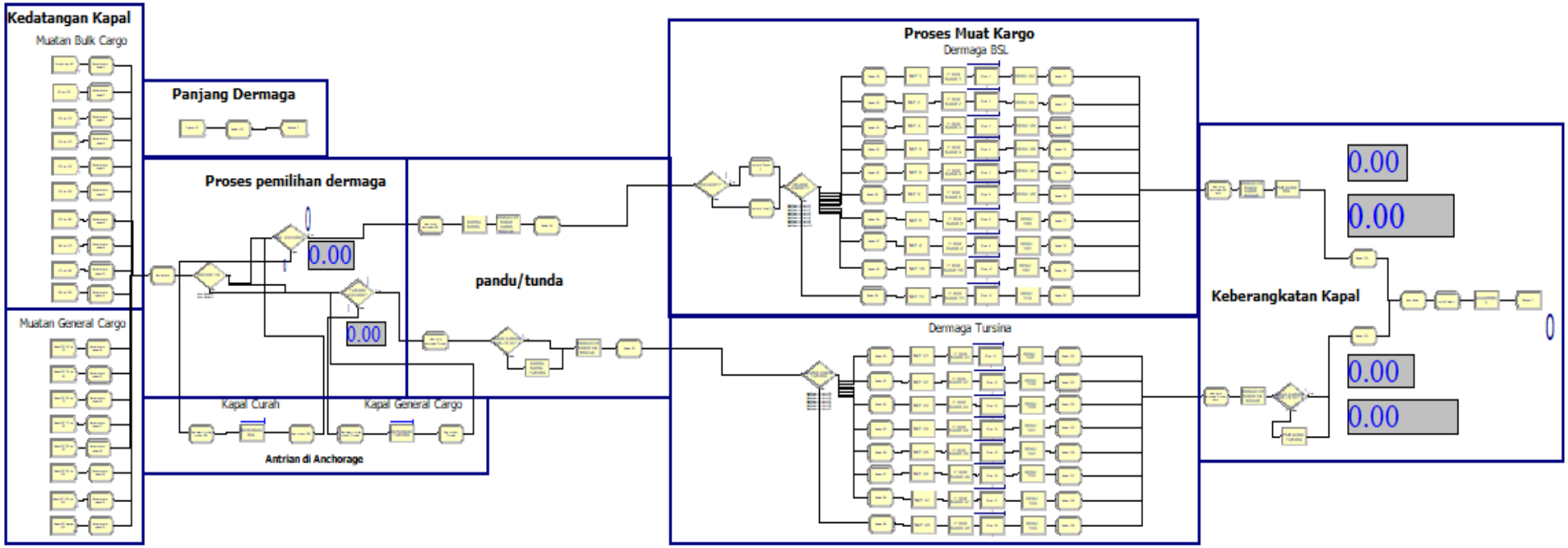
9. Model Kondisi Eksisting



10. Model Skenario 1



11. Model Skenario 2



12. Perhitungan Biaya Investasi

BSL		
Atap	29400	m2
analisis harga satuan pekerjaan	harga satuan	harga total
Pasang atap aluminium	177,538.28	5,219,625,432.00
pasang atap seng galvalium	189,335.03	5,566,449,882.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	2,082,781,848.00
Total		12,868,857,162.00
Sisi Samping Darat	9000	m2
analisis harga satuan pekerjaan	harga satuan	harga total
pasang nok stel gelombang	111,464.61	1,003,181,490.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	637,586,280.00
pasang dinding fiberalum	402,218.56	3,619,967,040.00
Total		5,260,734,810.00
Sisi Samping Laut	9000	m2
analisis harga satuan pekerjaan	harga satuan	harga total
beton isi tiang pancang	3,903,906.19	35,135,155,710.00
fender trestle	28,182,889.00	1,690,973,340.00
pasang fiberglass	96,516.89	868,652,010.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	637,586,280.00
pasang dinding fiberalum	402,218.56	3,619,967,040.00
Total		41,952,334,380.00
tutup sisi dermaga (depan belakang)	2400	m2
analisis harga satuan pekerjaan	harga satuan	harga total
pasang nok stel gelombang	111,464.61	267,515,064.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	170,023,008.00
pasang dinding fiberalum	402,218.56	965,324,544.00
Pasang Rolling door	1,303,327.03	2,606,654.06
Total		1,405,469,270.06

Tursina		
Atap	15000	m2
rangka atap baja	25,418.32	381,274,800.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	1,062,643,800.00
Total		1,443,918,600.00
Sisi Samping Darat	7500	m2
pekerjaan waterproofing	70,842.92	531,321,900.00
pasang dinding fiberalum	402,218.56	3,016,639,200.00
pasang nok stel gelombang	111,464.61	835,984,575.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	531,321,900.00
Total		4,915,267,575.00
tutup sisi dermaga (depan belakang)	1500	m2
pasang nok stel gelombang	111,464.61	167,196,915.00
pekerjaan waterproofing	70,842.92	106,264,380.00
pasang dinding fiberalum	402,218.56	603,327,840.00
Pasang Rolling door	1,303,327.03	2,606,654.06
Total		879,395,789.06

13. Dokumentasi Penulis

PUPUK KALTIM

NIAGA 56
P

P

PUPUK KALTIM

PUPUK KALTIM

BIODATA PENULIS

Rizky Samudera Nusa lahir di Mojokerto, Provinsi Jawa Timur, pada tanggal 18 April 1996 sebagai anak kedua dari 2 bersaudara dari pasangan Satrijo Wiweko dan Siti Annurijati Hattidja. Penulis menempuh pendidikan sekolah di SDN GEDONGAN III Kota Mojokerto (2002-2008), SMPN 9 Kota Mojokerto (2008-2011), dan SMAN 2 Kota Mojokerto (2011-2014). Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sejak tahun 2014 hingga 2019. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Indonesia Kendaraan Terminal Jakarta yang ditempatkan di Divisi Operasional Internasional pada tahun 2017 dan PT. Pupuk Kaltim cabang Surabaya yang ditempatkan di Divisi Distribusi pada tahun 2018. Penulis aktif di berbagai kegiatan maupun organisasi mahasiswa seperti HIMASEATRANS. Penulis diamanahi sebagai Staff Departemen Komunikasi dan Informasi Himaseatrans Periode 2015/2016. Lalu penulis juga aktif di Lembaga Dakwah Jurusan As-Safiinah. Penulis diamanahi sebagai Staff Media LDJ As-Safiinah Periode 2015/2016. Dan penulis juga bergabung pada Forum Daerah Ikatan Mahasiswa Mojokerto ITS yang diamanahi sebagai wakil ketua pada periode 2015/2016. Kemudian pada tahun berikutnya penulis diamanahi sebagai Kepala Departemen Komunikasi dan Informasi Himaseatrans FTK ITS periode 2016/2017. Dalam bidang pelatihan, penulis juga pernah mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) Pra-Tingkat Dasar, LKMM Tingkat Dasar, Kaderisasi Dasar 1 LDJ As-Safiinah, Program Studi Islam 1 dan Kaderisasi Dasar 2 LDF Al-Bahri. Penulis juga pernah mendapatkan beberapa penghargaan diantaranya mendapatkan juara 3 dalam perlombaan lomba karya tulis ilmiah “Seacring” yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Transportasi Laut Pada tahun 2016. Bagi pembaca yang berniat untuk berkomunikasi dengan penulis dapat melalui alamat email : rizky.nusa45@gmail.com.