



TUGAS AKHIR – MO 141326

**ANALISIS KINERJA OPERASIONAL DAN UTILITAS
TERMINAL PETIKEMAS DI PELABUHAN TANJUNG
PRIOK JAKARTA UTARA**

ENGGAR BANYU BIRU

NRP. 04311640000127

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



TUGAS AKHIR - MO 141326

**ANALISIS KINERJA OPERASIONAL DAN UTILITAS
TERMINAL PETIKEMAS DI PELABUHAN TANJUNG
PRIOK JAKARTA UTARA**

ENGGAR BANYU BIRU

NRP. 04311640000127

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020

(halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - MO 141326

**ANALYSIS OF OPERATIONAL PERFORMANCE
AND UTILITY OF CONTAINER TERMINAL IN
TANJUNG PRIOK PORT JAKARTA UTARA**

ENGGAR BANYU BIRU

NRP. 04311640000127

Supervisor

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2020

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KINERJA OPERASIONAL DAN UTILITAS
TERMINAL PETIKEMAS DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK
JAKARTA UTARA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada
program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Enggar Banyu Biru NRP. 04311640000127

Disetujui oleh:

1. Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D., M.RINA. (Pembimbing 1)

.....



2. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing 2)

.....



3. Prof. Ir. Widi A. Pratiko (Penguji 1)

.....


4. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T. (Penguji 2)

.....


5. Raditya Danu Riyanto, S.T., M.T. (Penguji 3)

.....


SURABAYA, 1 FEBRUARI 2020

(halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALISIS KINERJA OPERASIONAL DAN UTILITAS
TERMINAL PETIKEMAS DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK
JAKARTA UTARA**

Nama : Enggar Banyu Biru
NRP : 04311640000127
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Penelitian ini di latar belakang oleh penggunaan transportasi laut sebagai sektor utama dalam laju distribusi logistik bagi pertumbuhan dan perkembangan perekonomian Indonesia. Metode pengiriman barang dalam bentuk petikemas menjadi pilihan paling dominan saat ini. Penelitian ini menganalisis tentang kinerja operasional terminal dan peralatan terminal petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta Utara yang dikelola oleh PT.X pada tahun 2015-2018 berdasarkan standar yang dianut yaitu Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Jendral Perhubungan Laut. Kinerja pelayanan bongkar muat PT.X dalam perhitungan kinerja pelayanan, nilai BOR pada tahun 2018 sebesar 57.75% dan nilai YOR 42,76% dimana keduanya masih memenuhi standar. Sedangkan nilai BCH pada tahun 2018 sebesar 21,31 box/jam dimana sudah tidak memenuhi standar. Pemodelan simulasi kegiatan bongkar muat dilakukan untuk memprediksi kinerja 10 tahun kedepan. Didapat bahwa prediksi nilai BOR 10 tahun kedepan yaitu 57,67%. Kemudian dilakukan skenario pengembangan pelabuhan dengan 3 skenario berbeda. Skenario 1 menurunkan nilai BOR menjadi 53,04%. Skenario 2 menurunkan nilai BOR menjadi 55,01%. Skenario 3 menurunkan nilai BOR menjadi 52,49%.

Kata Kunci : Kinerja operational terminal petikemas, DJPL, simulasi bongkar muat, utilitas fasilitas dan peralatan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

**ANALYSIS OF OPERATIONAL PERFORMANCE AND UTILITY
OF CONTAINER TERMINAL IN TANJUNG PRIOK PORT
NORTH JAKARTA**

Nama : Enggar Banyu Biru
NRP : 04311640000127
Departemen : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

This research is motivated by the use of sea transportation as the main sector in the pace of logistics distribution for the growth and development of the Indonesian economy. The shipping method in containers is the most dominant choice at present. This study analyzes the operational performance of the terminal and container terminal equipment at Tanjung Priok Port, North Jakarta, managed by PT.X in 2015-2018 based on the standard adopted, namely the Decree of the Director General of Sea Transportation Number: UM.002 / 38/18 / DTM. 11 Concerning Standards for Operational Services in the Sea Transportation General Port. PT.X loading and unloading service performance in the calculation of service performance, BOR value in 2018 amounted to 57.75% and YOR value of 42.76% where both still meet the standards. While the BCH value in 2018 is 21.31 boxes / hour which does not meet the standards. Modeling of loading and unloading activities is carried out to predict the performance of the next 10 years. It was found that the prediction of BOR values in the next 10 years is 57.67%. Then the port development scenario is carried out with 3 different scenarios. Scenario 1 reduces the BOR value to 53.04%. Scenario 2 reduces the BOR value to 55.01%. Scenario 3 reduces the BOR value to 52.49%

Keywords: The operational performance of container terminals, DJPL, simulation of loading and unloading, utility facilities and equipment.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul: **Analisis Kinerja Operasional dan Utilitas Terminal Petikemas Di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta Utara**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis haturkan ucapan terimakasih yang sebesar-sebesarnya kepada Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing penulis dan pihak lainnya karena telah mendukung dan memberikan banyak kontribusi dalam penyusunan tugas akhir ini.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam pendekatan dan akurasi dalam penyelesaian tugas akhir ini, karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga laporan penelitian ini semakin berguna dan memberi manfaat baik bagi penulis sendiri maupun pembaca untuk kedepannya.

Surabaya, Januari 2020

Enggar Banyu Biru

(halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT karena dengan segala kasih sayang dan karunia Nya penulis diberi kenikmatan berupa kesehatan dan kekuatan untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Diyono dan Ibu Sumartini tercinta selaku orang tua penulis yang selalu memberi perhatian dan kasih sayang tiada tara tetapi tidak pernah menuntut apapun serta tiada henti-hentinya menuturkan doa demi kebahagiaan dan kesuksesan putrinya di dunia maupun akhirat, lalu Akmal selaku adik yang penulis sayangi dan saudara-saudara penulis yang selalu mendukung baik secara moral dan materi.
3. Bapak Prof. Daniel M. Rosyid, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing saya dengan memberikan banyak saran sebagai arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan telah mengusahakan saya untuk mengikuti sidang akhir.
4. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing saya dengan sabar dengan sikap hangat dan telah mengusahakan saya untuk mengikuti sidang akhir, memberikan memotivasi untuk tidak pernah menyerah dan memfasilitasi dalam mencari referensi yang sangat membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. Rudi Walujo, S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dalam menjalankan perkuliahan dan membantu saya jika mengalami kendala perkuliahan.

6. Bapak Prof. Ir Widi A Pratikto, M.Sc, Ph.D selaku dosen Manajemen Pelabuhan penulis yang sangat mengayomi penulis dan membekali penulis agar mengabdikan untuk mengembangkan negara.
7. Bapak Prof. Ir. Soegiono, Bapak Raditya Danu, S.T., M.T. serta Ibu Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T., selaku dosen-dosen penguji yang telah mengevaluasi dan memberikan masukan dalam tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staff ITS khususnya Departemen Teknik Kelautan.
9. Teman saya Nurika, Ai , Jinap, dan Tama yang selalu memberi semangat dan menemani penulis saat mengerjakan tugas akhir. Dan Inezza, Ibrahim yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan TRB3.
10. Teman-teman Gasteros Yujo, Daris, Vanti, Priska, Yoha, Ineza, dan Nuy yang penulis sayangi dan selalu bersama penulis dalam perkuliahan dalam keadaan susah ataupun senang.
11. Teman saya Dovi yang membantu dalam data penelitian saat kerja praktik di Terminal Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta Utara. Serta Mas Alif, Bang Riko, Satrio, dan Fando yang mengajari penulis dalam menggunakan software Arena.
12. Teman-teman baik penulis dari Thomian&friends, Dios angels, BPH Oceano, Emak, Medfo, UKM, Ridho, Alfangga, dan tidak lupa mahasiswa Teknik Kelautan, khususnya angkatan 2016 ADHIWAMASTYA yang telah memberikan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
13. Pihak-pihak lain yang membantu dalam penyusunan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca sehingga dapat menambah wawasan atau sebagai referensi untuk manajemen pelabuhan.

Surabaya, Januari 2020

Enggar Banyu Biru

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	x
KATA PENGANTAR.....	xii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	XX
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Laporan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Terminal Petikemas.....	8
2.2.2. Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok.....	10
2.2.3. Peralatan Bongkar-Muat Terminal Petikemas.....	12
2.2.4 Kinerja Pelayanan Pelabuhan.....	14
2.2.5 Utilisasi Fasilitas.....	17
2.2.6 Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan.....	20
2.2.7. Metode Regresi Linier.....	21
2.2.8 Simulasi Arena.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pengumpulan Data Sekunder.....	31
4.2 Pengumpulan Data Primer.....	34
4.3 Penggunaan Fasilitas di PT.X.....	34
4.4 Kinerja Pelayanan Bongkar Muat PT.X.....	37
4.5 Prediksi Arus Kedatangan Kapal dan Petikemas.....	38
4.6 Model Pelayanan Bongkar Muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok.....	42
4.6.1 Pendekatan Penyelesaian Permasalahan.....	43
4.6.2. Kebutuhan Data Numerik Model Simulasi.....	46
4.6.3. Model Konseptual (Logic Flow Diagram) untuk Model Simulasi.....	47
4.6.4. Pembentukan Model Simulasi pada Software ARENA.....	49
4.6.5. Model Kedatangan Kapal.....	49
4.6.6. Model Proses Unloading.....	50

4.6.7. Model Proses Loading.....	52
4.6.8. Model Proses Penumpukan Container Hasil Bongkar.....	53
4.6.9. Model Proses Pengambilan Container untuk Dimuat.....	54
4.6.10 Ketentuan Penggunaan Model Simulasi yang Dibuat.....	55
4.7. Verifikasi dan Validasi Model.....	56
4.7.1. Verifikasi.....	56
4.7.2. Validasi.....	57
4.8 Hasil Model Simulasi Bongkar Muat Tahun 2028.....	60
4.9 Skenario Optimasi dan Pengembangan Terminal PT.X untuk Tahun 2028	61
4.10 Kongesti Pelabuhan.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok.....	1
Gambar 2. 1	Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok.....	11
Gambar 2. 2	Layout Lapangan Penumpukan Terminal Petikemas PTP.....	11
Gambar 2. 3	<i>Head Truck</i> dan <i>Reachstacker</i>	13
Gambar 2. 4	<i>Quay Container Crane</i> dan <i>Rubber Tyre Gantry Crane</i>	13
Gambar 2. 5	<i>Arena Home Screen</i>	23
Gambar 2. 6	<i>Basic Process – flowchart modules</i>	24
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4. 1	Grafik Arus Kedatangan Kapal Tahun 2015-2018.....	31
Gambar 4. 2	Grafik Arus Kedatangan Petikemas Tahun 2015-2018.....	32
Gambar 4. 3	Grafik Perbandingan BOR PT.X dengan Standar Tahun 2015-2018	35
Gambar 4. 4	Grafik Perbandingan YOR PT.X dengan Standar Tahun 2015-2018	33
Gambar 4. 5	Grafik Perbandingan B/C/H PT.X dengan Standar Tahun 2015- 2018.....	38
Gambar 4. 6	Prediksi Kedatangan Kapal Tahun 2019-2028.....	40
Gambar 4. 7	Prediksi Kedatangan Arus Muatan Tahun 2019-2028.....	42
Gambar 4. 8	Ilustrasi Bongkar Muat.....	43
Gambar 4. 9	Model Konseptual Proses Kedatangan Kapal.....	47
Gambar 4. 10	Model Konseptual Proses Bongkar Muat Kapal.....	48
Gambar 4. 11	Model ARENA Kedatangan Kapal.....	49
Gambar 4. 12	Model Proses Unloading.....	51
Gambar 4. 13	Model Proses Loading.....	52
Gambar 4. 14	Model Proses Penumpukan Container.....	53
Gambar 4. 15	Model Proses Pengambilan Container untuk Dimuat.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kinerja di Pelabuhan.....	14
Tabel 4. 1 Kedatangan Kapal Tahun 2015-2018.....	31
Tabel 4. 2 Kedatangan Petikemas Tahun 2015-2018.....	32
Tabel 4. 3 Dermaga PT.X.....	33
Tabel 4. 4 Lapangan Penumpukan PT.X.....	33
Tabel 4. 5 Peralatan Bongkar Muat di PT.X.....	33
Tabel 4. 6 Kinerja Pelayanan Bongkat/Muat di PT.X.....	34
Tabel 4. 7 Pencapaian BOR di PT.X.....	35
Tabel 4. 8 Pencapaian YOR di PT.X.....	36
Tabel 4. 9 Pencapaian B/C/H di PT.X.....	38
Tabel 4. 10 Perhitungan Regresi Arus Kedatangan Kapal.....	39
Tabel 4. 11 Hasil Regresi Arus Kedatangan Kapal.....	40
Tabel 4. 12 Perhitungan Regresi Arus Petikemas.....	41
Tabel 4. 13 Hasil Regresi Arus Petikemas.....	42
Tabel 4. 14 Elemen Model Simulasi.....	44
Tabel 4. 15 Batasan dan Asumsi Model Simulasi.....	45
Tabel 4. 16 Variabel Sistem pada Model Simulasi.....	46
Tabel 4. 17 Performance Indicator Model Simulasi.....	46
Tabel 4. 18 <i>Output</i> pemodelan simulasi dengan replikasi.....	58
Tabel 4. 19 <i>Output</i> perbandingan pemodelan simulasi dengan aktual.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Timeline Pengerjaan Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Sampel Data Kedatangan Kapal (Terminal PT.X)
- Lampiran 3 : Model Simulasi Terminal PT.X di *Software Arena*
- Lampiran 4 : *Output* perhitungan skenario optimasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dalam sejarah peradabannya merupakan bangsa kepulauan berbasis maritim. Laut, pesisir, dan sungai merupakan urat nadi yang menjadi kekuatan bangsa ini sejak dahulu. Pemanfaatan transportasi laut dan sistem logistik yang efektif dan efisien diharapkan mampu mengintegrasikan daratan dan lautan menjadi satu kesatuan yang utuh dan berdaulat dalam laju pemerataan distribusi logistik dan pembangunan. Transportasi laut tidak akan memberikan arti yang signifikan jika tidak di tunjang dengan dengan keberadaan pelabuhan laut yang memadai.

Dengan berkembangnya lalu lintas angkutan laut, teknologi bongkar muat, meningkatnya perdagangan antar pulau dan luar negeri, maka kualitas peran dan fungsi pelabuhan sebagai *terminal point* bagi barang dan kapal sebagaimana diuraikan tersebut diatas perlu ditingkatkan kualitasnya secara konsisten dan berkesinambungan guna mengimbangi laju pertumbuhan kegiatan ekonomi dan perdagangan dari tahun ke tahun (Pelindo,1999).



Gambar 1. 1 Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok

(sumber : dokumentasi kerja praktik)

Metode pengiriman barang dalam bentuk petikemas menjadi pilihan paling dominan saat ini. Kementerian Badan Usaha Milik Negara (BUMN) memperkirakan arus Petikemas hingga akhir 2019 bakal mencapai 34,8 juta TEUS (twenty foot equivalent unit). Pengangkutan dengan menggunakan Petikemas memungkinkan barang-barang digabung menjadi satu dalam Petikemas, sehingga aktivitas muat bongkar dapat di mekanisasikan, hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa ditangani sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat.

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan utama di Indonesia yang melayani metode pengiriman petikemas dan non Petikemas. Pelabuhan Tanjung Priok yang dikelola oleh PT. X menyumbang sekitar 70 persen kegiatan ekspor dan impor. Peningkatan kapasitas pelabuhan dan pembukaan pelayaran langsung ke negara ekspor menjadi faktor pendorong. Susanto (2014) menyatakan “perkiraan jumlah permintaan terminal Petikemas di Tanjung Priok hingga tahun 2030 akan mencapai 2-3 kali lipat daripada kapasitas yang tersedia di tahun 2014”. Lloyd's List salah satu jurnal tertua di dunia yang menyajikan berita-berita maritim sejak 1734 dalam One Hundred Ports 2019, daftar 100 pelabuhan di dunia dengan produksi bongkar muat Petikemas terbanyak mengemukakan Pelabuhan Tanjung Priok naik posisi ke-22 setelah tahun lalu berada di peringkat ke-26. Kenaikan *throughput* kontainer 2018 sebesar 12,7% menjadi 7,8 juta TEUs membuat pelabuhan tersibuk di Indonesia itu naik peringkat, menggusur New York yang kini merosot posisi ke-23.

Seiring dengan meningkatnya jumlah arus muatan Petikemas, kelancaran bongkar muat barang merupakan hal yang substansial. Peningkatan kinerja operasional pelayanan pelabuhan, termasuk pelayanan kapal, barang dan utilitas fasilitas alat, dalam periode waktu dan satuan tertentu sangat diperlukan. Kinerja pelayanan ditentukan melalui Turn Round Time (TRT), yaitu waktu yang dibutuhkan selama kapal mulai masuk pelabuhan sampai meninggalkan pelabuhan, untuk kinerja pelayanan bongkar muat di tunjukan melalui jumlah petikemas yang dibongkar/muat dalam satu jam kerja tiap crane (B/C/H) dan selama kapal ber

tambat dalam satu jam (B/S/H) dan utilitas fasilitas yang meliputi BOR (Berth Occupancy Ratio), CYOR (Container Yard Occupancy Ratio), KD (Kapasitas Dermaga), dan BTP (Berth Throughput).

Analisa dan kajian ulang secara berkala terhadap kinerja fasilitas bongkar muat merupakan suatu keharusan di Pelabuhan Tanjung Priok demi kesiapan pelabuhan dalam menangani kenaikan permintaan. Studi yang dilakukan mengenai analisis kinerja operasional dan utilitas Terminal Petikemas yang dikelola oleh operator terminal PT. X berdasarkan data pada tahun 2015-2018 dan kemudian memproyeksikan kinerja pelayanan hingga tahun 2028 dengan analisis regresi linier sederhana. Peneliti menggunakan model simulasi dengan bantuan *software* Arena untuk memodelkan kinerja pelayanan bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Priok sehingga dapat dilakukan optimasi dan skenario pengembangan untuk mengetahui kesiapannya dalam menghadapi peningkatan arus bongkar muat pada beberapa tahun kedepan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini merupakan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja operasional dan utilitas peralatan bongkar muat pada kondisi eksisting Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok ?
2. Bagaimana kondisi kinerja operasional dan utilitas peralatan bongkar muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok untuk 10 tahun kedepan?
3. Bagaimana model simulasi kegiatan bongkar muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini merupakan sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja operasional dan utilitas peralatan bongkar muat pada kondisi eksisting Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok.
2. Mengetahui kondisi kinerja operasional dan utilitas peralatan bongkar muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok 10 tahun kedepan.

3. Mengetahui model simulasi kegiatan bongkar muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok.

1.4 Manfaat

Adapun penelitian ini memiliki beberapa manfaat yang kiranya dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi berbagai pihak, yaitu:

1. Bagi penulis sebagai penambahan pengetahuan mengenai berbagai hal tentang kepelabuhanan terutama dapat mengetahui kinerja fasilitas bongkar muat di Terminal Petikemas.
2. Bagi ilmu pengetahuan sebagai sumbangan pemikiran dan sumber analisis kepada para pembaca dan untuk menambah referensi bagi mahasiswa dan masyarakat umum.
3. Bagi perusahaan. diharapkan penelitian ini kiranya dapat dipergunakan sebagai referensi serta dasar pertimbangan dalam memperbaiki sistem perusahaan yang sesuai bagi kemajuan perusahaan dimasa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini di tentukan batasan masalah agar pembahasan tidak menyimpang dari topik. Berikut ini merupakan batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Tidak dilakukan analisis *Storage Occupancy Ratio* (SOR)
2. Analisis yang dilakukan untuk kebutuhan peralatan penanganan Petikemas hanya terbatas pada alat Container Crane (CC), Headtruck, dan Rubber Tyred Gantry (RTG).
3. Tidak memperhitungkan faktor cuaca dan faktor biaya.
4. Perhitungan kinerja pelayanan operasional pelabuhan berdasarkan Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor: HK.103/2/2/DJPL 17
5. Standar kinerja pelayanan operasional pelabuhan berdasarkan standar berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Direktur Jendral Perhubungan Laut.

1.6 Sistematika Laporan

Penulisan penelitian ini diawali dengan Bab I yaitu pendahuluan yang terdiri dari latar belakang kemudian di lanjutkan dengan studi proyek dan studi literatur penelitian terdahulu dengan topik yang terkait Kemudian penulisan rumusan masalah dan tujuan yang hendak dicapai. Bab ini diakhiri dengan manfaat dan batasan masalah untuk membatasi analisa dalam penelitian tugas akhir ini serta sistematika laporan. Bab II terdiri dari tinjauan pustaka yang berisikan penelitian yang dipakai sebagai referensi dan acuan menganalisis kinerja bongkar muat pada Terminal Petikemas dan penjelasan mengenai dasar teori yang dipakai dalam penulisan. Bab III yaitu metodologi penelitian, menjelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan penulis untuk mencapai hasil akhir penelitian. Bab IV menjelaskan mengenai pembahasan masalah dan pengolahan data berdasarkan pengumpulan data dengan model matematis dan simulasi. Tugas akhir ini diakhiri dengan Bab 5 yang terdiri dari hasil analisis serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Terminal petikemas merupakan terminal yang dilengkapi sekurang-kurangnya dengan fasilitas berupa tambatan, dermaga, lapangan penumpukan (container yard) serta peralatan yang layak untuk melayani kegiatan bongkar muat petikemas. Menurut Triatmodjo (2009), proses bongkar muat Petikemas membutuhkan beberapa fasilitas seperti dermaga sebagai tempat sandar kapal, apron merupakan tempat penyandaran kapal dengan *marshalling yard*, *container yard*, gudang konsolidasi, *container freight station*, *maintenance and repair shop*, *gate and interchange*, pusat pengendali dan depot Petikemas.

Pelayanan kapal, Peralatan bongkar muat dan Operator bongkar muat merupakan bagian yang menentukan untuk mengukur kinerja suatu pelabuhan/terminal disebutkan Amril (2016). Sehingga analisa dan kajian ulang secara berkala terhadap kinerja fasilitas bongkar muat merupakan hal yang diharuskan agar dapat melakukan peningkatan pelayanan. Perlu diukur sejauh mana pemanfaatan fasilitas pelabuhan dengan sarana penunjang yang ada karena dengan kinerja pelayanan operasional yang baik maka pelayanan pelabuhan pada masa yang akan datang meningkat seiring dengan peningkatan jumlah muatan dan arus kapal. Aqmarina dan Achjar (2017) dalam penelitiannya yang berjudul *Determinants of Port Case Study of 4 Main Ports in Indonesia (2005–2015)* menunjukkan bahwa variabel-variabel seperti *average ship turnaround time*, *idle time*, *berth occupancy rate*, *rate of return*, *number of employees* dan *cargo equipment* terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *Total Traffic*.

Nutfah Indah Sari (2007) mengkaji tentang Kinerja dan Efektivitas Bongkar Muat Pada Terminal Petikemas (TPK) Koja. Selanjutnya Supriyono (2010) melakukan studi tentang “Analisis Kinerja Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya” menyebutkan terdapat 3 indikator utama kinerja terminal petikemas berdasarkan UNCTAD yang menjadi acuan untuk

mengembangkan pelabuhan baru antara lain BOR diatas 50% dan YOR diatas 60%, dan jumlah tumpukan petikemas diatas 4 box/GSL.

Dalam penelitiannya Khusyairi (2016) telah menganalisis kinerja pelayanan operasioanal Petikemas di pelabuhan Pangkalbalam Kota Pangkalpinang. Analisis yang dilakukan dalam penelitian mengenai BOR (Berth Occupancy Ratio), BTP (Berth Throughput), KD (Kapasitas Terpasang), YOR (Yard Occupancy Ratio), panjang dermaga, jumlah tambatan, kemampuan alat, dan prediksi arus kapal dan arus Petikemas menggunakan analisis regresi linier dengan bantuan *software excel*. Dalam penelitian lain, Jumawan (2018) telah menganalisis mengenai kinerja fasilitas dan peralatan bongkar muat di Terminal Petikemas Semarang. Dalam penelitian tersebut dilakukan analisa kinerja dermaga, kinerja Rubber Tyrent Gantry (RTG), kinerja Container Crane (CC) dan waktu tunggu kapal saat proses pelayan bongkar muat (Idle Time).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Terminal Petikemas

Terminal petikemas merupakan fasilitas pendukung pelabuhan yang bergerak dalam hal bongkar muat barang. Pengangkutan dengan menggunakan petikemas memungkinkan barang-barang digabung menjadi satu dalam petikemas sehingga aktivitas bongkar muat dapat dimekanismekan. Hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa ditangani sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat. Komponen-komponen yang sekaligus merupakan fasilitas sebuah terminal petikemas dalam menunjang kelancaran penanganan petikemas termasuk bongkar muat didalam suatu terminal petikemas merupakan sebagai berikut ini :

Fasilitas untuk melaksanakan kegiatan bongkar muat petikemas, maka Terminal Petikemas harus dilengkapi dengan berbagai fasilitas Triatmodjo (2009) yaitu :

1. *Berth* (Dermaga)

Secara umum dermaga Petikemas berbentuk *wharf* hal ini disebabkan dermaga menerima beban yang cukup berat dari beban petikemas maupun beban peralatan yang ada di dermaga

2. *Marshaling Yard*

Marshaling yard merupakan tempat di mana Petikemas siap di bongkar/muat, Perbedaan antara *Marshaling yard* dengan *container yard* merupakan *marshaling yard* secara umum terletak di dekat apron dan hanya di gunakan untuk sementara sebelum Petikemas di pindah kan menuju *container yard*.

3. Apron

Apron pada terminal Petikemas secara umum lebih lebar dari terminal yang lain, yang biasanya ber ukuran 20 sampai 50 m. Apron di terminal Petikemas di tempatkan perlatan bongkar/muat antara lain *container crane*, jalur truk trailer dan rel-rel kereta api

4. *Container Yard*

Container Yard merupakan lapangan penumpukan Petikemas yang mengendap sebelum Petikemas di serahkan ke penerima barang. Lapangan ini biasanya di bagi menjadi beberapa yaitu::lapangan penumpukan untuk ekspor, lapangan penumpukan untuk impor, lapangan penumpukan untuk Petikemas dengan pendingin dan lapangan dan lapangan penumpukan untuk Petikemas kosong

Lapangan ini harus di beri pengeras pada setiap sudutnya dengan tujuan untuk mendukung alat-alat pengangkut. *Container yard* harus memiliki gang-gang dengan luasan tertentu baik memanjang maupun melintang untuk beroprasinya peralatan petikemas

5. *Container Freight Station (CFS)*

Container Freight Station merupakan lapangan atau Gudang penumpukan untuk petikemas yang di angkut secara LCL. Pada pelabuhan pemuatan barang-barang dari pengirim di masukan kedalam satu petikemas. Di pelabuhan pembongkaran

petikemas dengan muatan LCL, diangkut ke CFS dan kemudian muatan tersebut di timbun di dalam Gudang perusahaan pelayaran. Kemudian Petikemas kosong tersebut di letakkan di *container yard* untuk sewaktu-waktu digunakan lagi.

6. *Maintenance and Repair Shop*

Kegiatan bongkar muat memiliki resiko khususnya untuk peralatan bongkar muat dan Petikemas itu sendiri. Semua peralatan yang di gunakan perlu perawatan dan pengecekan berkala agar optimal saat di gunakan, oleh sebab itu di perlukan ada nya bengkel pemeliharaan, secara umum bengkel pemeliharaan dekat dengan *container yard* agar sewaktu-waktu lebih dekat untuk perawatan

7. Fasilitas lainnya

Di dalam terminal Petikemas sendiri terdapat fasilitas lainnya seperti *control tower* sebagai pengawas setiap proses yang sedang berjalan, *Weighting bridge* yaitu jembatan timbang untuk menghitung berat dari trailer dan petikemas dan *terminal operation system* yaitu sistem perangkat lunak untuk mengintegrasikan monitoring aktifitas bongkar muat secara *real time*

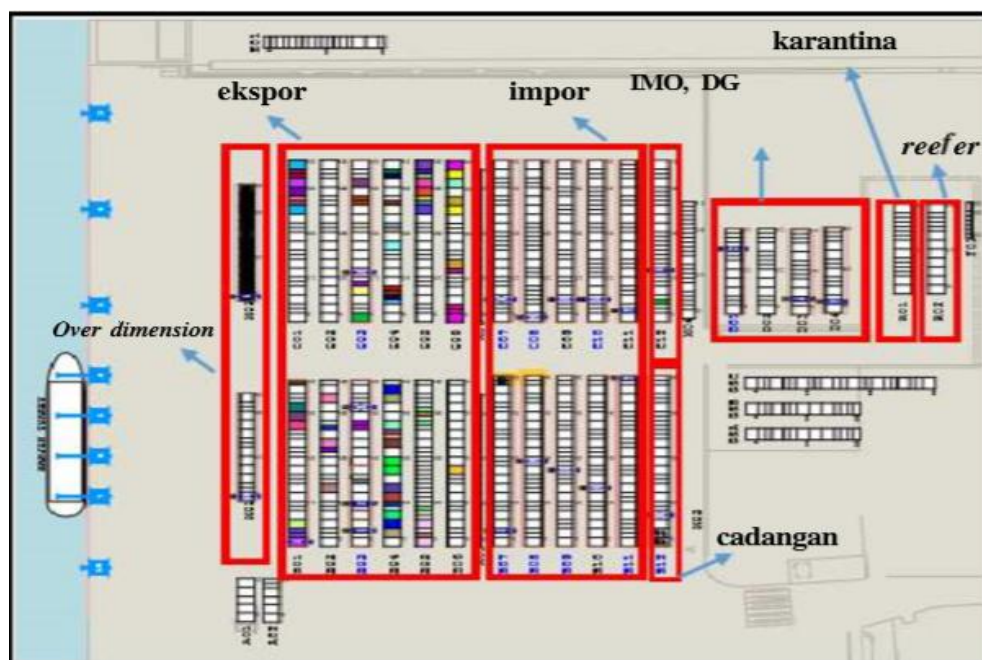
2.2.2. Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok

Sejak awal beroperasi, Terminal Petikemas PT.X telah memfokuskan layanannya dengan pelanggan. Terakreditasi ISO-9001: 2008 standar kualitas yang disertifikasi oleh PT Lloyd Register Indonesia (UKAS Quality Management), Terminal Petikemas berusaha untuk memberikan yang terbaik dalam layanan penanganan petikemas di Jakarta selama 7 hari kerja dan 24 jam setiap harinya.



Gambar 2. 1 Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Priok
(sumber : dokumentasi kerja praktik)

TPK ini memiliki luas total 32,73 ha. Luas lapangan penumpukan (Container Yard) yaitu 21,80 ha. Lapangan penumpukan terdiri dari 26 blok Lapangan penumpukan dibagi menjadi beberapa lokasi, diantaranya untuk petikemas ekspor, impor, petikemas karantina, petikemas reefer dan juga petikemas yang over dimension.



Gambar 2. 2 Layout Lapangan Penumpukan Terminal Petikemas PTP
(sumber : dokumentasi kerja praktik)

2.2.3. Peralatan Bongkar-Muat Terminal Petikemas

Untuk penanganan petikemas dari kapal ke dan sebaliknya membutuhkan peralatan. Berikut merupakan peralatan bongkar-muat yang dimiliki oleh Terminal Petikemas PT.X:

a. *Quay Container Crane (QCC)*

Quay Container Crane merupakan alat untuk memindahkan petikemas dari kapal ke dermaga, dari kapal ke truk dan sebaliknya. Saat ini PT.X memiliki 7 unit QCC yang terdiri dari 3 unit Panamax, 2 unit Post-Panamax, dan 2 unit Super Post. Masing-masing jenis QCC memiliki jangkauan maksimal row yang berbeda-beda, QCC 1, 2 dan 3 berukuran Panamax dapat menjangkau maksimal sampai 12 row, QCC 4 dan 5 berukuran Post-Panamax menjangkau row maksimal 15 row, sedangkan QCC 6 dan 7 berukuran Super Post Panamax mampu menjangkau row maksimal 18 row dan QCC ini menggunakan spreader twin lift yang dapat mengangkat 2 box dalam satu kali angkat.

b. *Rubber Tyre Gantry Crane (RTGC)*

RTGC merupakan salah satu jenis crane yang berfungsi untuk memindahkan kontainer dari head truck ke terminal kontainer atau sebaliknya dan sebagai pengatur tumpukan susunan kontainer. RTGC dapat melakukan gerakan ke kanan, ke kiri, maju dan mundur karena menggunakan roda. Terminal Petikemas Koja memiliki 25 Unit *Rubber Tyred Gantry Cranes* (RTGC). RTGC ini beroperasi di lapangan penumpukan.

c. *Head Truck*

Truk pengangkut Petikemas mengantarkan Petikemas dari quay crane lapangan penumpukan pada proses bongkar. Sebaliknya, truk ini juga mengangkut Petikemas dari lapangan penumpukan ke quay crane pada proses muat.

d. *Reachstacker*

Reachstacker merupakan mobil khusus untuk mengangkat dan menyusun petikemas yang digunakan pada terminal petikemas. *Reachstacker* memiliki intensitas pemakaian yang tinggi serta peranan penting dalam mendukung kinerja RTGC . Terminal Petikemas memiliki 2 unit *Reachstacker*.



Gambar 2. 3 *Quay Container Crane dan Rubber Tyre Gantry Crane*



Gambar 2. 4 *Head Truck dan Reachstacker*
(sumber : dokumentasi kerja praktik)

Pengadaan peralatan diatas perlu mempertimbangkan beberapa factor antara lain biaya operasi yang dihasilkan, sistem dan penanganan bongkar muat, keandalan alat dan ketersediaan suku cadang. Oleh sebab itu pengadaan peralatan yang dibutuhkan di terminal Petikemas tidak lah mudah salah satu faktor penting juga merupakan kemampuan peralatan untuk melakukan kegiatan bongkar muat baik dari/ke kapal maupun menyusun Petikemas pada lapangan penumpukan.

2.2.4 Kinerja Pelayanan Pelabuhan

Kinerja pelayanan pelabuhan yg diberlakukan di Pelabuhan Tanjung Priok bersumber dari **Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : HK.103/2/2/DJPL-17 Tentang Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operaional Pelabuhan.**

2.2.4.1. Kinerja Pelayanan Kapal

Tabel 2. 1 Kinerja di Pelabuhan

WT	1 JAM
AT	1.8 JAM
ET:BT	85 %
B/C/H	24
RECEIVING	60 MENIT
DELIVERY	120 MENIT
BOR	70 %
YOR	65 %
KESIAPAN OPERASI PELABUHAN	80%

(Sumber : Peraturan DJPL tentang perhitungan kinerja operasional pelabuhan)

1. *Waiting Time* (WT)

Waiting Time merupakan selisih waktu pada saat pelayanan masuk antara waktu pelayanan dengan waktu ketika pandu masuk kapal.

Rumus :

$$WT = \text{Waktu pelayanan} - \text{Waktu penetapan pelayanan masuk} \quad 2.1$$

2. *Postpone Time* (PT)

Postpone Time (PT) merupakan waktu yang tidak digunakan ketika kapal sedang lego jangkar berdasarkan kehendak pihak kapal ataupun pihak eksternal yang terjadi sebelum atau sesudah melakukan kegiatan bongkar muat.

Komponen *Postpone Time* (PT) antara lain :

- a. Tunggu order pemilik kapal/barang
- b. Tunggu muatan
- c. Tunggu dokumen
- d. Tunggu air pasang
- e. Tunggu tanker air / BBM
- f. Tunggu perbaikan
- g. Pemeriksaan oleh instansi terkait
- h. Faktor eksternal lainnya

Rumus :

Postpone Time = Waktu kapal lego jangkar (tiba) sampai dengan waktu penetapan pelayanan masuk

3. *Approach Time* (AT)

Terdiri dari *first line* dan *last line* yaitu waktu kapal saat masuk dari lego jangkar sampai di tambatkan dan waktu saat kapal keluar saat lepas tambat sampai batas ambang.

Rumus :

$$AT = \left(\text{kapal mulai bergerak} \frac{s}{d} \text{ikat tali} \right) + \left(\text{lepas tali} \frac{s}{d} \text{pandu turun} \right) \quad 2.2$$

4. *Berthing Time* (BT)

Berthing Time (BT) merupakan jumlah jam selama kapal berada di tambatan sejak tali pertama (*first line*) diikat di dermaga sampai tali terakhir (*last line*) dilepaskan dari dermaga.

Rumus :

$$BT = \text{Berth Working Time (BWT)} + \text{Not Operating Time (NOT)} \quad 2.3$$

Berthing Time (BT) = jumlah jam selama kapal berada ditambatan, mulai dari kapal diikat tali sampai dengan kapal lepas tali.

5. *Berth Working Time* (BWT)

Berth Working Time (BWT) merupakan jumlah jam kerja bongkar muat yang tersedia (direncanakan) selama kapal berada di tambatan

Rumus :

$$BWT = \text{Berthing Time (BT)} - \text{Not Operating Time (NOT)} \quad 2.4$$

6. *Not Operating Time (NOT)*

Not Operating Time (NOT) merupakan jumlah jam kerja yang direncanakan untuk tidak melaksanakan kegiatan selama kapal berada ditambatan, termasuk waktu istirahat dan pada saat kapal akan berangkat dari tambatan.

7. *Effective Time (ET)*

Effective Time (ET) merupakan jumlah jam yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat.

Rumus :

$$ET = \text{Berth Working Time (BWT)} - \text{Idle Time (IT)} \quad 2.5$$

8. *Idle Time (IT)*

Idle Time (IT) merupakan jumlah jam bagi satu kapal yang tidak terpakai selama waktu kerja bongkar muat ditambatan, tetapi tidak termasuk jam istirahat dan buka tutup palka.

Komponen IT antara lain:

- a. Kendala cuaca
- b. Menunggu truk
- c. Menunggu muatan atau *container*
- d. Peralatan bongkar muat rusak
- e. Kecelakaan kerja
- f. Menunggu buruh / TKBM
- g. Dan kendala bongkar muat lainnya

9. **Rasio Waktu Kerja Kapal di Tambatan (ET/BT)**

Rasio ini merupakan perbandingan waktu kerja efektif (ET) dengan waktu kapal selam di tambatan (BT).

10. Turn Round Time (TRT)

Turn Round Time (TRT) merupakan jam kapal berada di pelabuhan sejak kapal tiba di lokasi lego jangkar sampai kapal meninggalkan pelabuhan mencapai ambang luar.

Rumus

$$TRT = WT + PT + AT + BT \quad 2.6$$

2.2.4.2. Kinerja Pelayanan Bongkar Muat

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

B/CH merupakan jumlah Petikemas yang di bongkar atau di muat dalam satu jam tiap kerja tiap *crane*

Rumus :

$$\frac{\text{Jumlah petikemas yang dibongkar atau muat}}{\text{Jumlah jam efektif (TT)} \times \text{Jumlah Crane yang bekerja}} \quad 2.7$$

2. *Box/Ship/Hour* (B/S/H)

B/S/H merupakan jumlah Petikemas yang di bongkar maupun di muat perkapal dalam 1 (satu) jam selama kapal bertambat

Rumus :

$$\frac{\text{Jumlah petikemas yang dibongkar atau muat}}{\text{Waktu Tambat (BT)}} \quad 2.8$$

2.2.5 Utilisasi Fasilitas

1. Tingkat Penggunaan Dermaga / Berth Occupancy Ratio (BOR)

BOR merupakan perbandingan antara jumlah pemakaian waktu tiap dermaga yang tersedia dengan jumlah waktu tersedia dalam satu periode (bulan/tahun) yang dinyatakan dalam persentase (%). Khusus untuk dermaga di PT.X rumus BOR yang digunakan merupakan perhitungan tambatan didasarkan pada panjang kapal ditambah 5 meter sebagai faktor keamanan bagian depan dan belakang

$$BOR = \frac{(n \text{ call} \times (\text{rata-rata LOA} + 5) \times (n \text{ BT}))}{\text{Panjang Dermaga} \times \text{waktu yang tersedia dalam satu periode}} \times 100\% \quad 2.9$$

n call = jumlah call

LOA = Panjang Kapal

n BT = rata-rata waktu bertambat

2. Berth Throughput (BTP)

BTP merupakan jumlah ton barang di dermaga konvensional atau TEUS Petikemas di dermaga Petikemas dalam satu periode yang melewati setiap meter (m) dermaga yang tersedia (Ton/m atau TEUS/m).

$$BTP = \frac{\text{Jumlah ton atau TEUs dalam satu periode}}{\text{Panjang dermaga yang tersedia}} \quad 2.10$$

3. Shed Occupancy Ratio (SOR)

SOR merupakan perbandingan jumlah pemakaian ruang penumpukan Gudang yang dihitung dalam satuan ton hari atau satuan m hari dengan kapasitas efektif penumpukan tersedia dalam satu periode.

2.11

$$SOR = \frac{\sum \text{Ton atau m}^3 \text{ barang} \times \text{rata-rata lama penumpukan}}{\text{Kapasitas efektif penumpukan} \times \text{periode}} \times 100\%$$

4. Shed Throughput (STP)

STP merupakan jumlah ton atau m barang dalam satu periode yang melewati setiap meter persegi (m²) luas efektif gudang.

$$STP = \frac{\text{Jumlah ton atau TEUs dalam satu periode}}{\text{Luas gudang}} \quad 2.12$$

5. Yard Occupancy Ratio (YOR)

YOR merupakan perbandingan antara jumlah pemakaian lapangan penumpukan yang dihitung dalam satuan TEUS/hari dengan kapasitas efektif lapangan penumpukan tersedia dalam satu periode.

$$YOR = \frac{\text{TEUs x rata-rata lama penumpukan}}{\text{Kapasitas efektif CY (TEUs)x periode}} \times 100\% \quad 2.13$$

6. Yard Throughput (YTP)

YTP merupakan jumlah TEUS dalam satu periode yang melewati setiap m² atau Ground Slot (Gsl) lapangan penumpukan.

$$YTP = \frac{\text{Jumlah ton atau TEUs dalam satu periode}}{\text{Luas efektif CY}} \quad 2.14$$

2.2.5.1 Utilisasi Peralatan Bongkar Muat

1. Utilisasi

Utilitas merupakan perbandingan antara jumlah waktu pemakaian (operation time) dengan waktu siap operasi (available time) yang dinyatakan dalam persentase (%).

$$\text{Utilisasi} = \frac{\sum \text{Operation Time}}{\text{Possible Time}} \times 100\% \quad 2.15$$

2. Waktu Pemakaian (Operation Time)

Waktu Pemakaian (Operation Time) merupakan jumlah waktu (jam) beroperasinya suatu alat yang siap operasi (siap digunakan).

3. Waktu Tersedia (Possible Time)

Waktu Tersedia (Possible Time) merupakan jumlah waktu yang diperhitungkan dapat dimanfaatkan bagi keperluan penggunaan peralatan dalam satu hari.

4. Waktu Rusak/Perbaikan/Perawatan (Down Time)

Waktu Rusak/Perbaikan/Perawatan (Down Time) merupakan jumlah waktu (jam) peralatan dalam kondisi tidak dapat dioperasikan karena rusak/perawatan/perbaikan.

5. Waktu Siap Operasi (Available Time)

Waktu Siap Operasi (Available Time) merupakan jumlah waktu (jam) yang tersedia untuk peralatan dalam kondisi siap operasi (siap digunakan).

$$Available\ Time = Possible\ Time - Down\ Time \quad 2.16$$

6. Tingkat Kesiapan (Availability)

Tingkat Kesiapan (Availability) merupakan perbandingan jumlah waktu siap operasi (Available Time) dengan waktu tersedia (Possible Time) yang dinyatakan dalam persentase.

$$Availability = \frac{Available\ Time}{Possible\ Time} \times 100 \quad 2.17$$

2.2.6 Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan

Standar kinerja pelayanan operasional pelabuhan ini merupakan standar yang dipakai di standar ini berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Direktur Jenderal Perhubungan Laut

Pasal 4 menyatakan standar kinerja pelayanan operasional kapal dan barang terdiri dari

- a. Standar kinerja masing-masing untuk indikator waktu tunggu kapal (WT), Waktu pelayanan pemanduan (AT), Tingkat penggunaan dermaga (BOR), Tingkat penggunaan lapangan (YOR), Tingkat penggunaan gudang (SOR), dan *reciving/delivery* Petikemas merupakan nilai maksimal
- b. Standar kinerja masing-masing untuk indikator rasio ET:BT, kinerja bongkar muat dan kesiapan operasi peralatan merupakan nilai minimal.

Berdasarkan pasal 5 keputusan tersebut menyatakan bahwa pencapaian kinerja operasional dari indikator WT, AT, BOR, YOR, SOR dan Receiving/Delivery ditentukan sebagai berikut:

- a. Apabila nilai pencapaian dibawah nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.
- b. Apabila nilai pencapaian 0% sampai dengan 10% diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
- c. Apabila nilai pencapaian diatas 10% dari nilai standar kinerja pelayananoperasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik

Pencapaian kinerja operasional dan indikator ET:BT, kinerja bongkar muat dan kesiapan operasi peralatan ditentukan sebagai berikut:

- a. Apabila nilai pencapaian diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.
- b. Apabila nilai pencapaian diatas 90% sampai dengan 100% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
- c. Apabila nilai pencapaian kurang dari 90% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik.

2.2.7. Metode Regresi Linier

Peramalan merupakan penggunaan data masa lalu untuk mengestimasi di masa yang akan datang menggunakan variabel atau kumpulan variabel yang sudah terjadi sebelumnya. Peramalan biasanya dilakukan untuk merencanakan kegiatan atau keputusan dalam jangka panjang dari sebuah organisasi maupun perusahaan. Model regresi linier adalah salah satu metode peramalan berupa analisis statistika dengan memodelkan hubungan beberapa variabel menurut bentuk persamaan linier eksplisit.

Metode regresi linier terdiri dari dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang tidak terikat dengan variabel-variabel lainnya. Sedangkan, variabel terikat merupakan variabel yang

harganya dipengaruhi oleh variabel lain atau terikat. Persamaan model regresi linier dapat dilihat pada persamaan 2.18.

$$Y = a + bx \quad 2.18$$

Dimana :

y = variabel terikat

x = variabel bebas

a = y apabila x=0

b = gradien perubahan y per satuan perubahan nilai x

$$b = \frac{(n\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(n\sum x^2) - (n\sum x)^2} \quad 2.19$$

$$a = y - bx \quad 2.20$$

y = rata-rata y

x = rata-rata x

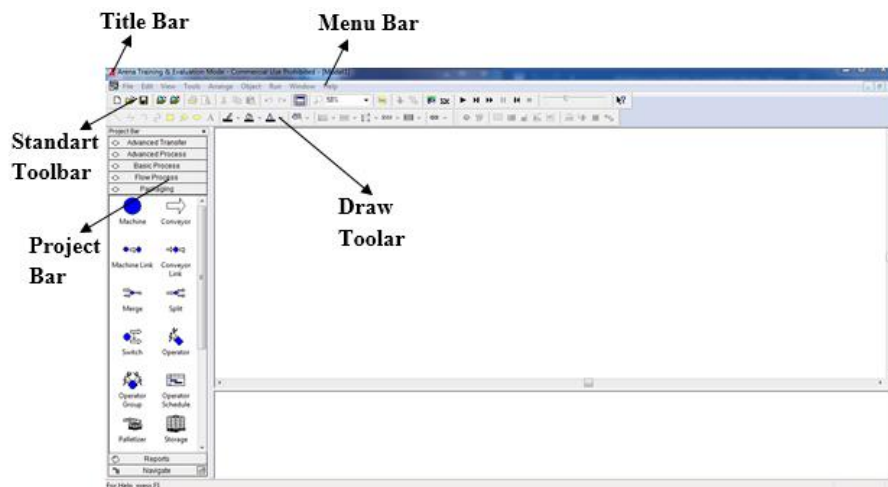
2.2.8 Simulasi Arena

Arena merupakan sebuah program untuk menyusun suatu permodelan dan juga sebagai simulator. Arena masuk kedalam kategori *high level program* karena bersifat sangat interaktif. Dalam dalam Modul Praktikum Simulasi Laboratorium Simulasi dan Aplikasi Industri. Dengan menggunakan Arena, pengguna mendapatkan :

- a) Dalam permodelan sistem dan analisa hasil simulasi menggunakan *interface* yang interaktif.
- b) Dengan menggunakan modul dan blok yang beragam dapat membangun model yang sesuai dengan sistem sesungguhnya.
- c) Kemudahan yang lain yaitu mampu memodelkan dan mensimulasikan sistem manufaktur maupun industri jasa.
- d) Arena memiliki *input analyzer* dan *proses analyzer* dalam mempermudah menentukan distribusi yang akan digunakan. Selain itu dapat menunjukkan simulasi rencana pengembangan terbaik.

1. Arena Home Screen

Berikut merupakan tampilan awal dari Arena pada saat program Arena dibuka.

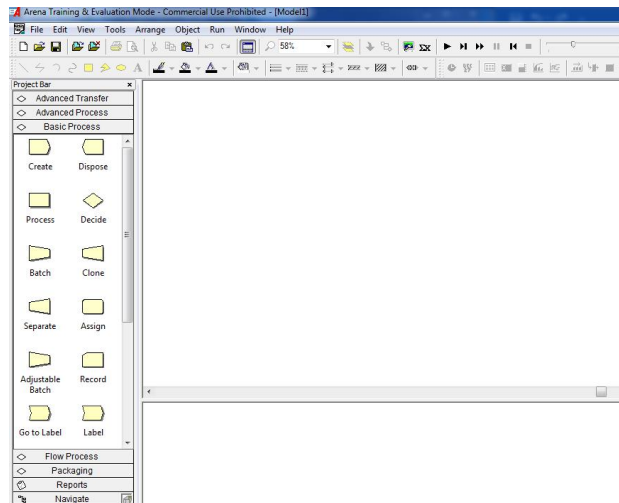


Gambar 2. 5 Arena Home Screen

Berdasarkan gambar Arena Home Screen sebagai tampilan standar dengan toolbars terdiri dari Tittle Bar, Menu Bar, Project Bar, Flowchart View dan spreadsheet View.

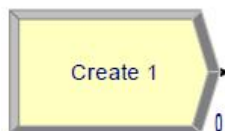
2. Basic process panel – flowchart modules

Basic Process Panel pada Arena terdiri atas module-module yang dipergunakan dalam memodelkan simulasi dari sebuah sistem. basic process dibagi menjadi flowchart modules dan data modules. Penggunaan basic process untuk alur pelayanan suatu sistem Berikut ini adalah modul yang terdapat di dalam Basic process – flowchart modules.



Gambar 2. 6 Basic Process – flowchart modules

a. *Create Module*



Create Module merupakan titik awal untuk objek dalam model simulasi.

b. *Dispose Module*



Dispose module sama seperti *create module* sebagai titik awal untuk entitas dalam model simulasi. Entitas dibuat menggunakan jadwal atau berdasarkan waktu antara kedatangan. Entitas kemudian meninggalkan modul untuk memulai proses melalui sistem.

c. *Process Module*



Penggunaan *process module* untuk mendefinisikan langkah-langkah proses. Server dapat berupa sebuah *resource* atau *transporter*.

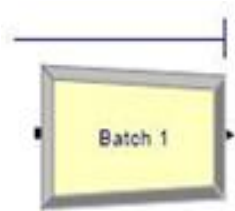
d. *Decide Module*



Digunakan untuk pengambilan keputusan proses dalam sistem. Ini termasuk pilihan untuk membuat keputusan berdasarkan satu atau lebih kondisi atau

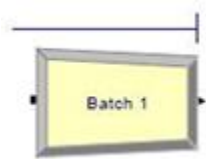
berdasarkan pada satu atau lebih probabilitas.

e. *Batch Module*



Sama seperti *decide module* digunakan untuk pengambilan keputusan proses dalam sistem. Ini termasuk pilihan untuk membuat keputusan berdasarkan satu atau lebih kondisi atau berdasarkan pada satu atau lebih probabilitas.

f. *Separate Module*



digunakan untuk menyalin baik entitas yang masuk menjadi beberapa entitas atau untuk membagi sebuah entitas sebelumnya dibatch.

g. *Assign Module*



Modul ini sama seperti *separate module* digunakan untuk menyalin baik entitas yang masuk menjadi beberapa entitas atau untuk membagi sebuah entitas sebelumnya dibatch.

h. *Record Module*

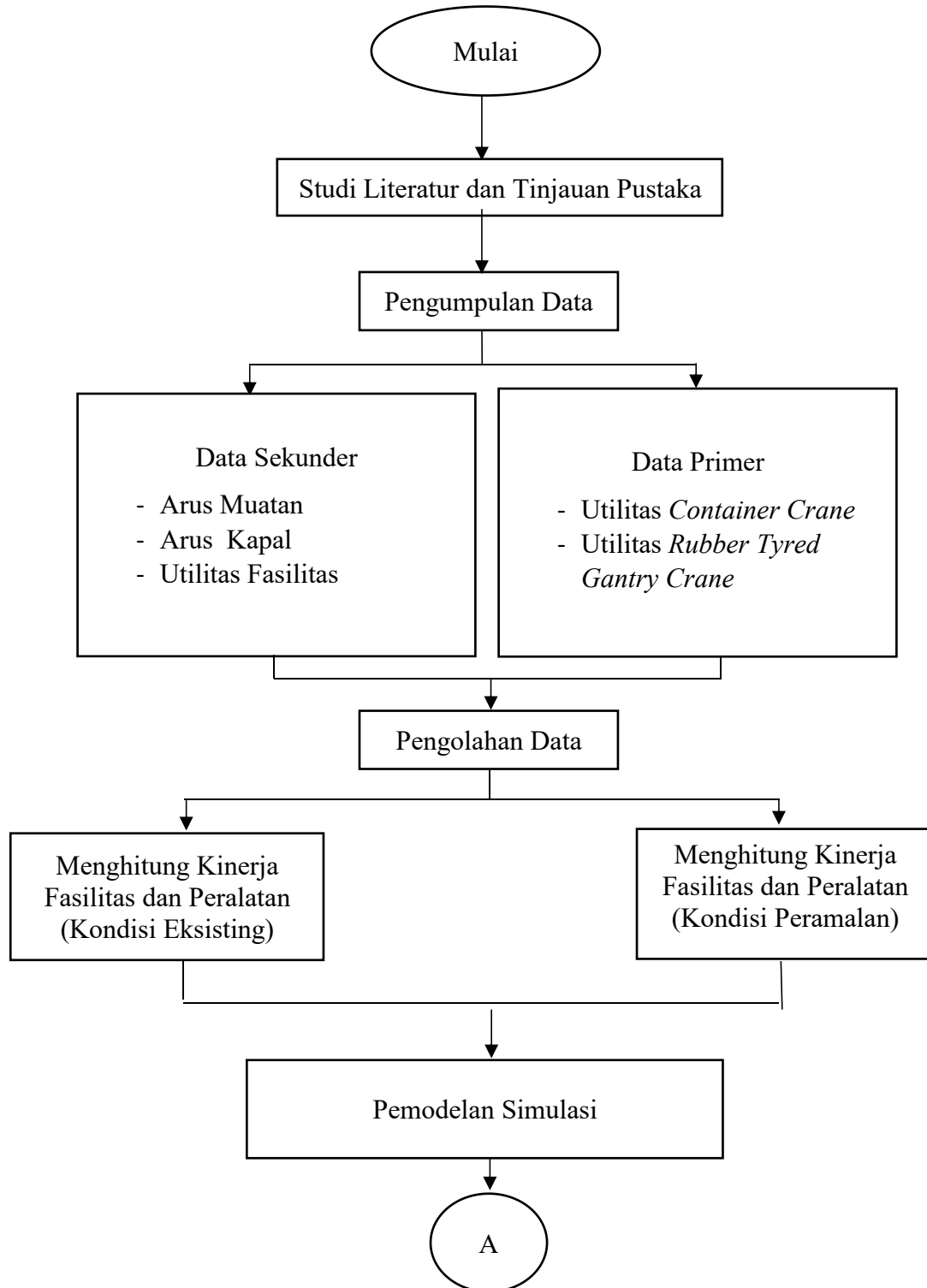


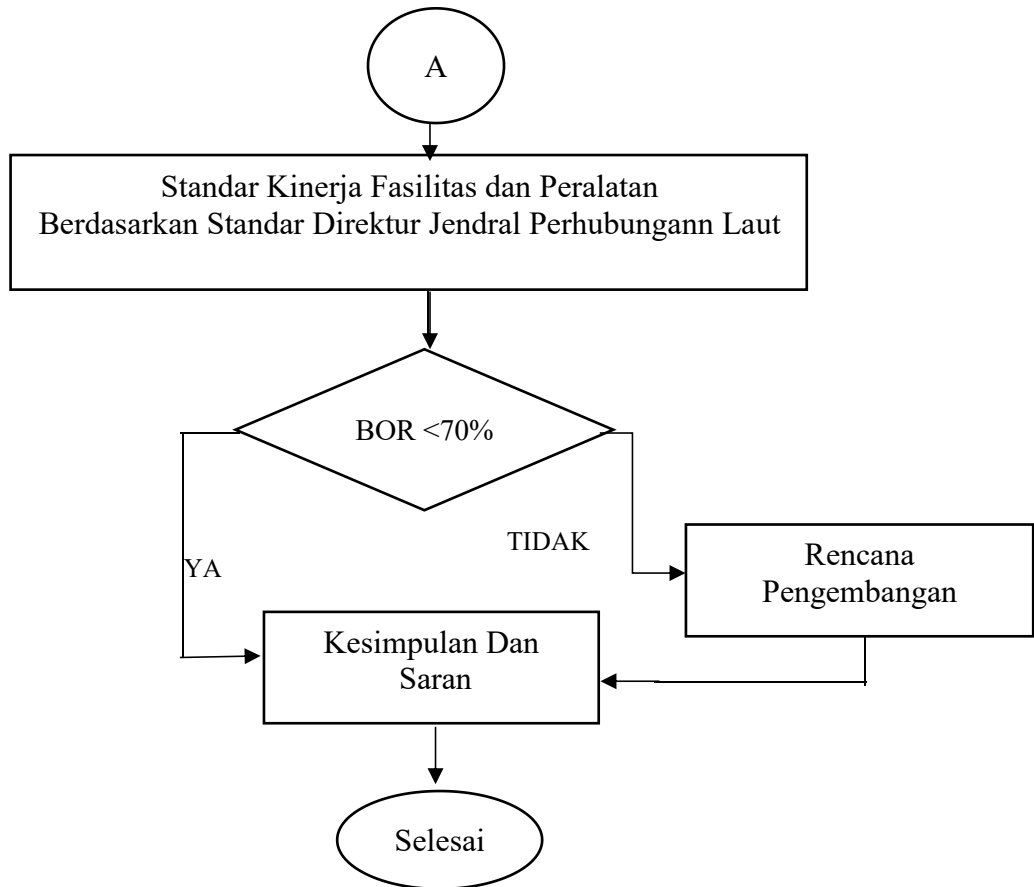
Modul ini digunakan untuk mengumpulkan data statistik dalam model simulasi. Berbagai jenis statistik observasional adalah waktu antara keluar melalui statistik modul, entitas (waktu, biaya).

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir pada gambar 3.1 :

1. Mulai

2. Studi Literatur dan Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini dalam perumusan masalah diperlukan studi literatur dan meninjau beberapa penelitian terdahulu untuk mengetahui masalah pada Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok yang dapat diangkat sebagai tugas akhir dan juga teori-teori yang mendukung untuk menganalisis permasalahan lapangan ini

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data-data yang akan digunakan sebagai acuan studi mengenai masalah yang sedang berlangsung di Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok yaitu:

- Data primer:
 1. Utilitas *Container Crane*
 2. Utilitas *Rubber Tyred Gantry Crane*

- Data Sekunder:
 1. Arus Muatan
 2. Arus Kapal
 3. Utilitas Fasilitas

4. Pengolahan Data

Pada prosedur ini akan dilakukan pengolahan data dari data mentah yang didapatkan menggunakan ilmu statistika. Beberapa tahapannya sebagai berikut :

1. Menghitung tingkat pemakaian dermaga (BOR) dan kinerja fasilitas dan peralatan dari data pada tahun 2015-2018
2. Hasil dari analisa tingkat pemakaian dermaga (BOR) dan kinerja fasilitas dan peralatan pada tahun 2015-2018 akan dijadikan acuan dalam melakukan peramalan untuk 10 tahun kedepan

5. Pemodelan Simulasi

Pada prosedur ini akan dilakukan pemodelan simulasi dengan bantuan perangkat lunak ARENA.

6. Perbandingan dengan Standar

Hasil dari Analisis data yang di dapatkan di bandingkan dengan standar yang di gunakan, penelitian kali ini berdasarkan Standar DJPL Jika belum memenuhi standar dilakukan pengembangan kinerja dengan menambahkan variable-variabel yang sesuai. Jika sudah maka dilakukan optimasi kinerja layanan.

7. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir yaitu menyimpulkan hasil analisis termasuk hasil analisis saat pengembangan kinerja dan memberikan saran untuk kedepannya

8. Selesai

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data Sekunder

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini data sekunder diperoleh dari divisi operasional Terminal Petikemas PT. X. Adapaun data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

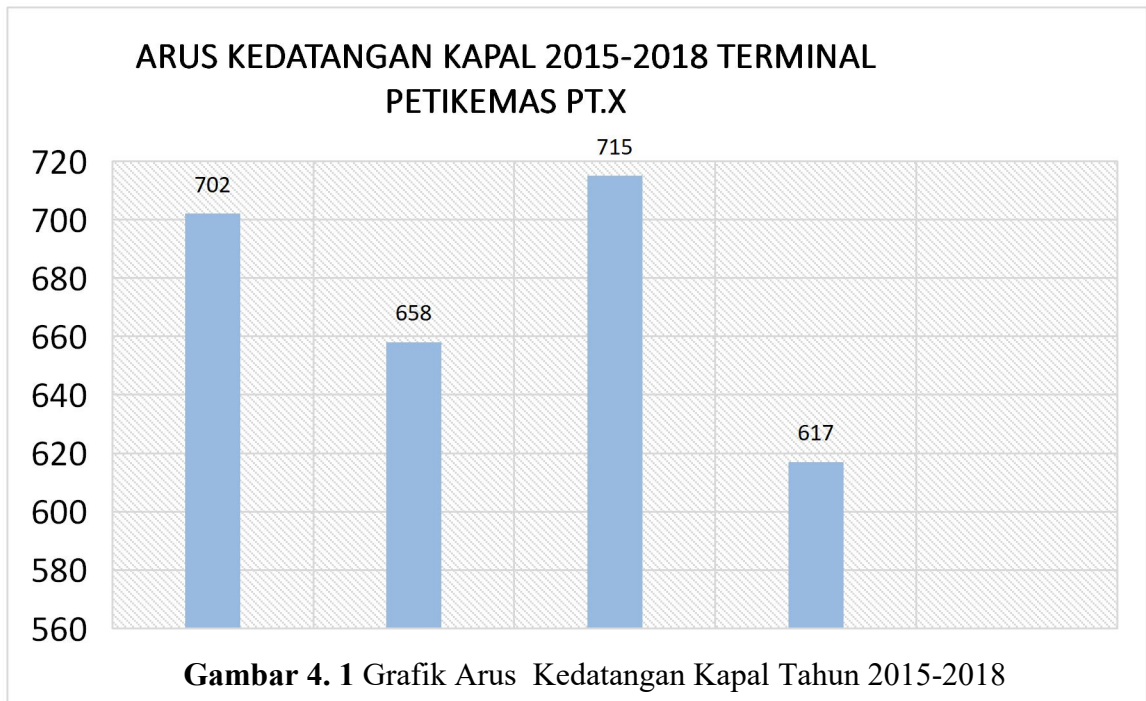
a. Data Kedatangan Kapal

Data kedatangan kapal yang digunakan adalah data 4 tahun terakhir ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Kedatangan Kapal Tahun 2015-2018

No	Tahun	Kedatangan Kapal
1	2015	702
2	2016	658
3	2017	715
4	2018	617

Sumber : Divisi Operasional PT.X



Dari Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa kedatangan kapal yang ada di Terminal Petikemas PT.X cenderung konstan pada tahun 2015-2017 tetapi mengalami penurunan pada tahun 2018.

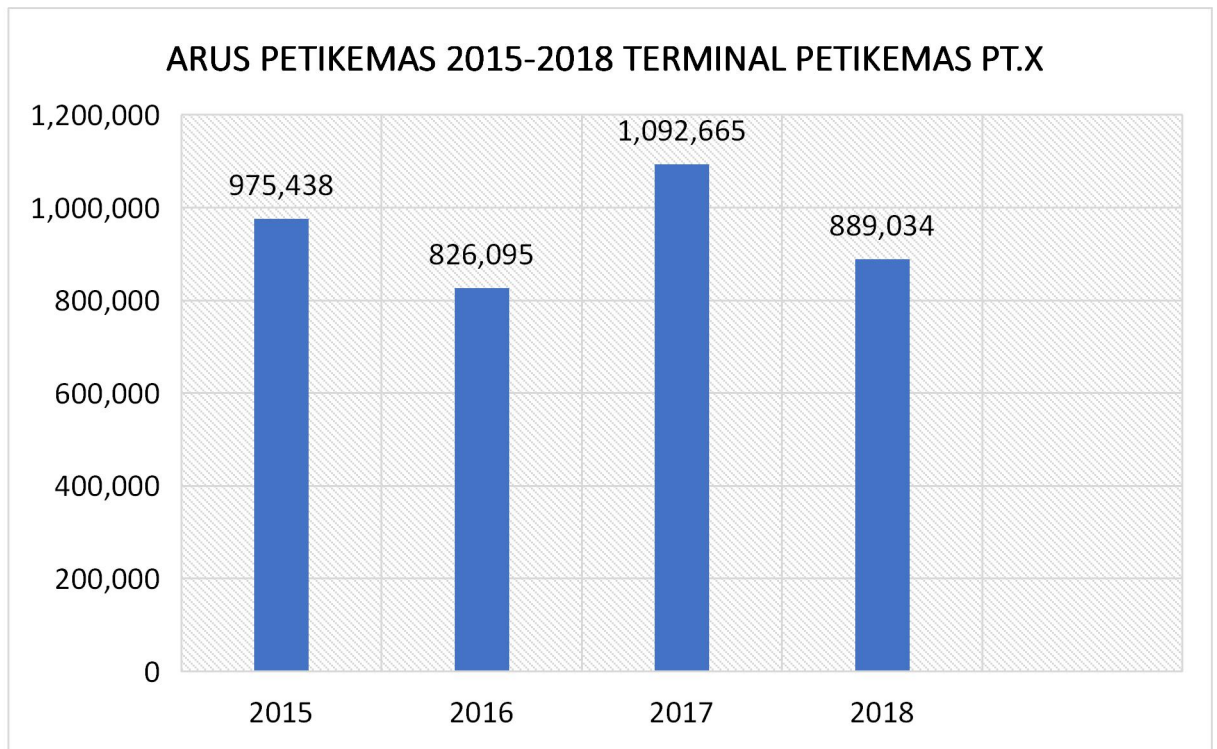
b. Kedatangan Petikemas

Data kedatangan Petikemas yang digunakan adalah data 4 tahun baik bongkar dan muat, kedatangan Petikemas dalam 4 tahun terakhir ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Kedatangan Petikemas Tahun 2015-2018

NO	TAHUN	Total Bongkar		Total Muat		TOTAL BONGKAR/MUAT	
		BOX	TEUs	BOX	TEUs	BOX	TEUs
1	2015	346,113	518,088	302,260	457,350	648,373	975,438
2	2016	301,878	442,088	259,508	384,007	561,386	826,095
3	2017	383,114	561,270	351,374	531,395	734,488	1,092,665
4	2018	317,766	465,484	272,339	423,550	590,105	889,034

Sumber : Divisi Operasional PT.X



Gambar 4. 2 Grafik Arus Kedatangan Petikemas Tahun 2015-2018

c. Fasilitas Pelabuhan

Dalam menunjang kelancaran kegiatan di suatu pelabuhan diperlukan fasilitas-fasilitas, fasilitas-fasilitas yang ada di suatu pelabuhan dapat menggambarkan baik atau buruknya pelabuhan tersebut. Pada Tabel 4.3 adalah data fasilitas Terminal Petikemas PT.X .

Tabel 4. 3 Dermaga PT.X

Panjang Dermaga	650 m
Lebar Dermaga	40 m
Kedalam Alur	- 14m LWS
Kedalaman Kolam Labuh	- 14m LWS

Tabel 4. 4 Lapangan Penumpukan PT.X

	Luas	Kapasitas
Import	7.560	TEUs
Export	7.696	TEUs

Sumber : Divisi Operasional PT.X

d. Data Peralatan Bongkar Muat

Data peralatan bongkar muat meliputi jumlah dari masing masing peralatan yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat di Terminal Petikemas PT.X ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Peralatan Bongkar Muat di PT.X

No	Peralatan	Jumlah
1	Reefer Plug	310
2	Chassis	60
3	Head Truck	48
4	Rubber Tyred Gantry	25
5	Container Crane	7
6	Reach Stacker	3
7	Fire Fighting Car	1

Sumber : Divisi Operasional PT.X

e. Kinerja Pelayanan Bongkar Muat

Kinerja pelayanan bongkar muat di PT.X dapat dinilai dari kemampuan alat bongkar muat *Container Crane* (CC) dalam menangani Petikemas baik kegiatan bongkar maupun muat. Ada 2 kategori untuk menghitung kinerja pelayanan bongkar muat, yaitu B/C/H atau jumlah petikemas yang dibongkar atau muat dalam satu jam kerja tiap *Container Crane* dan B/S/H adalah jumlah petikemas yang dibongkar datau muat perkapal dalam satu jam kerja selama kapal bertambat, data pelayanan bongkar muat diambil rata-rata setiap tahun ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Kinerja Pelayanan Bongkat/Muat di PT.X

No	Tahun	Kinerja Pelayanan Bongkar/Muat	
		B/C/H	B/S/H
1	2015	18.62	50.48
2	2016	20.30	57.83
3	2017	18.24	57.44
4	2018	21.31	62.91

Sumber : Divisi Operasional PT.X

4.2 Pengumpulan Data Primer

Dalam mengumpulkan data primer pencatatan di lakukan terhadap pergerakan *Container Crane* (CC), *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dan Head Truck (HT). Data ini berfungsi untuk mengetahui waktu rata-rata pelayanan bongkar muat.

4.3 Penggunaan Fasilitas di PT.X

a. Penggunaan Dermaga

Pencapaian BOR di PT.X tahun 2015-2018 dapat di lihat pada Tabel 4.7 .Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Jendral Perhubungann Laut, pada pasal 5 menerangkan bahwa nilai BOR :

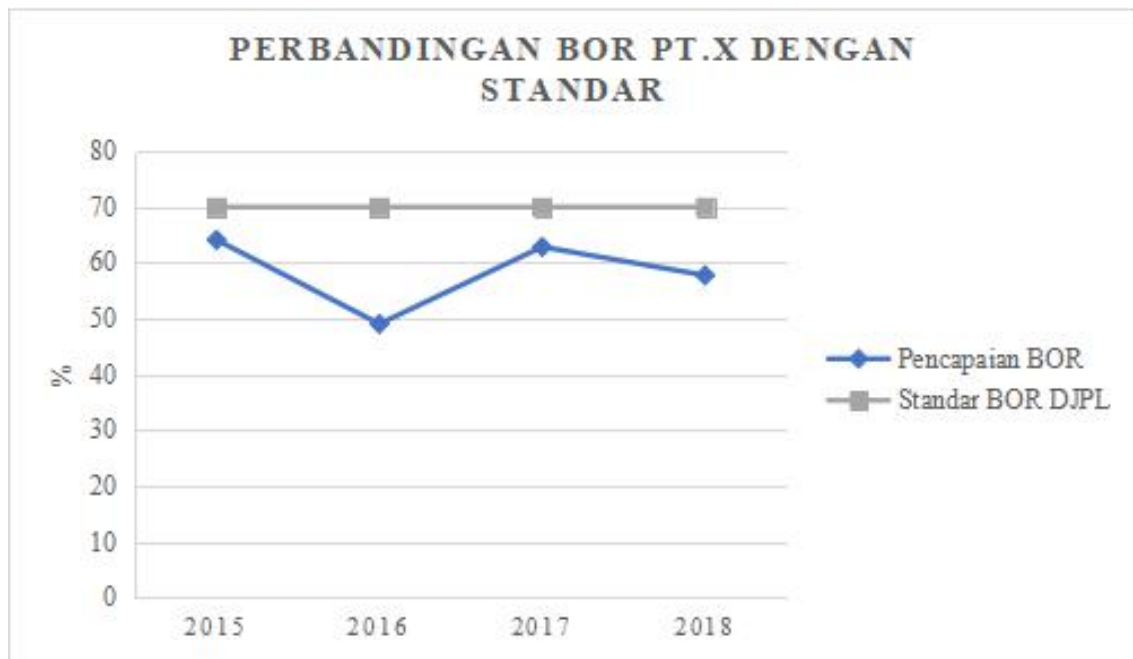
- Apabila pencapaian dibawah standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik
- Apabila pencapaian 0% sampai 10% diatas standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik
- Apabila pencapaian diatas 10% dari standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik

Dalam Keputusan tersebut telah ditetapkan bahwa standar BOR di PT.X adalah 70%, Sehingga utilitas dermaga di pelabuhan PT.X dapat dinilai pada tabel berikut .

Tabel 4. 7 Pencapaian BOR di PT.X

No	Tahun	Pencapaian BOR	Standar BOR DJPL	Pencapaian	Kategori
1	2015	64.11	70%	5.89 % Di bawah Standar	Baik
2	2016	49.05	70%	20.95 % Di bawah Standar	Baik
3	2017	62.86	70%	7.14 % Di bawah Standar	Baik
4	2018	57.75	70%	12.25 % Di bawah Standar	Baik

Sumber : Hasil Pengolahan Data



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan BOR PT.X dengan Standar Tahun 2015-2018

Berdasarkan tabel 4.7 dapat dilihat bahwa penilaian BOR di PT.X masih dibawah 70%, artinya pencapaian BOR di PT.X di kategorikan **BAIK**, Sehingga Pelabuhan belum memerlukan penambahan panjang dermaga dalam waktu jangka pendek

b. Penggunaan Lapangan Penumpukan

Pencapaian YOR di PT.X tahun 2015-2018 dapat di lihat pada tabel 4.8 . Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Jendral Perhubungann Laut, pada pasal 5 menerangkan bahwa nilai YOR :

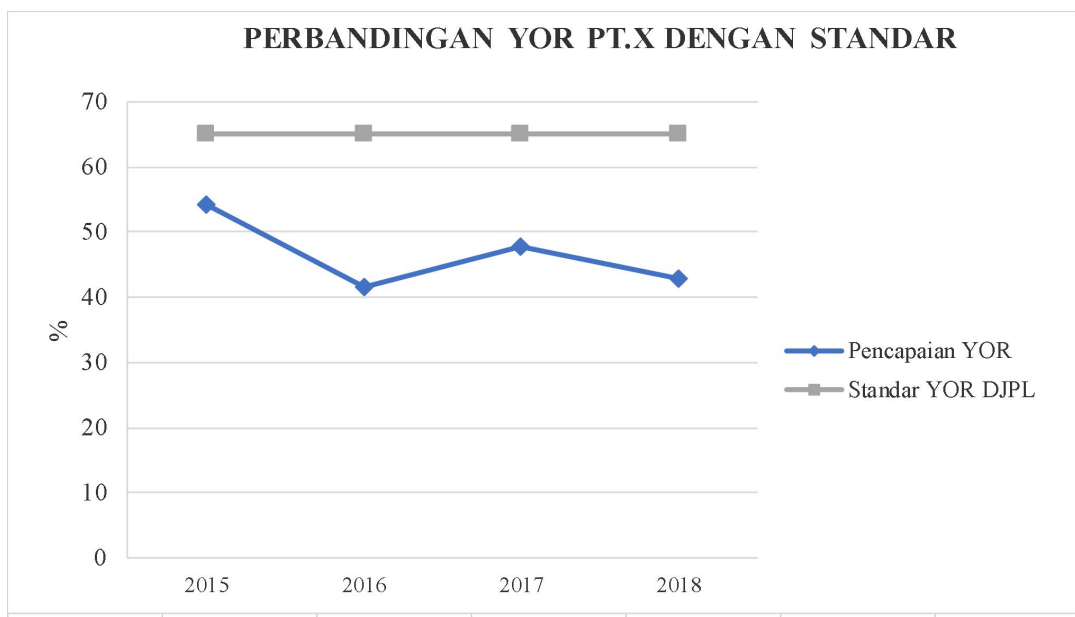
- Apabila pencapaian dibawah standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik
- Apabila pencapaian 0% sampai 10% diatas standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik
- Apabila pencapaian diatas 10% dari standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik

Dalam Keputusan tersebut telah ditetapkan bahwa standar YOR di PT.X adalah 65%, Sehingga utilitas dermaga di pelabuhan PT.X dapat dinilai pada tabel berikut

Tabel 4. 8 Pencapaian YOR di PT.X

No	Tahun	Pencapaian YOR	Standar YOR DJPL	Pencapaian	Kategori
1	2015	54.31	65%	10.69% Di bawah Standar	Baik
2	2016	41.51	65%	23.49% Di bawah Standar	Baik
3	2017	47.83	65%	17.17% Di bawah Standar	Baik
4	2018	42.76	65%	22.24 % Di bawah Standar	Baik

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa penilaian YOR di PT.X masih dibawah 65%, artinya pencapaian YOR di PT.X di kategorikan **BAIK**, Sehingga pelabuhan belum memerlukan perluasan lapangan penumpukan dalam waktu jangka pendek.



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan YOR PT.X dengan Standar Tahun 2015-2018

4.4 Kinerja Pelayanan Bongkar Muat PT.X

Pencapaian B/C/H(*Box/Crane/Hour*) di PT.X tahun 2015-2018 dapat dilihat pada tabel 4.9. Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DTM.11 Tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Jendral Perhubungann Laut, pada pasal 5 menerangkan bahwa nilai B/C/H :

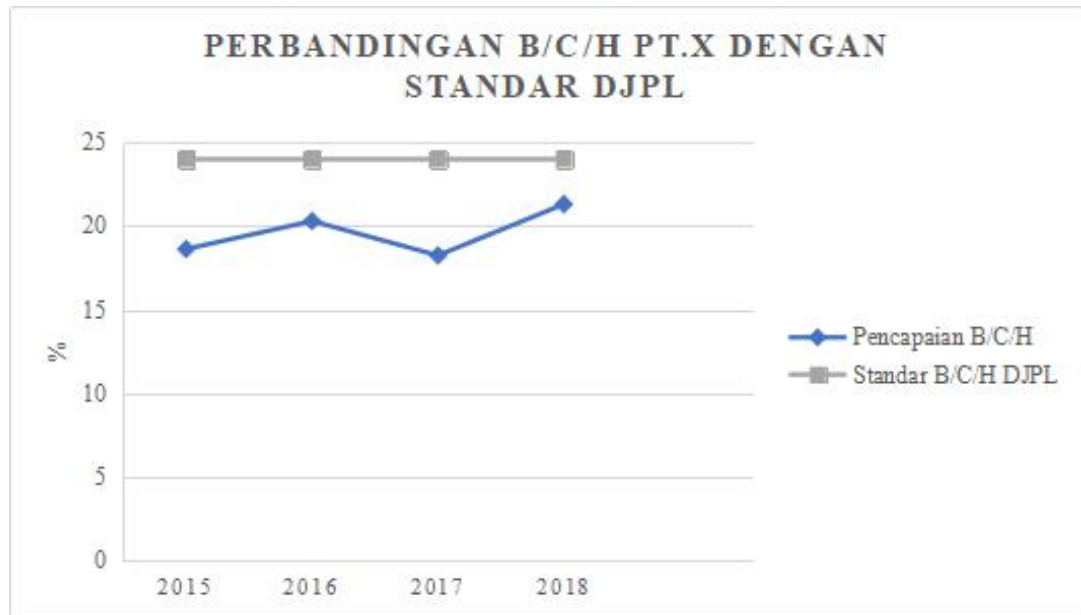
- Apabila pencapaian diatas standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik
- Apabila pencapaian diatas 90% sampai 100% dari standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik
- Apabila pencapaian kurang dari 90% dari standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik

Dalam Keputusan tersebut telah ditetapkan bahwa standar B/C/H di PT.X adalah 24 box/cc/jam, Sehingga pelayanan bongkar muat di pelabuhan PT.X dapat dinilai pada tabel berikut .

Tabel 4. 9 Pencapaian B/C/H di PT.X

No	Tahun	Pencapaian B/C/H	Standar B/C/H DJPL	Pencapaian	Kategori
1	2015	18.62	24	77.58% Di bawah Standar	Kurang Baik
2	2016	20.30	24	84.58% Di bawah Standar	Kurang Baik
3	2017	18.24	24	76 % Di bawah Standar	Kurang Baik
4	2018	21.31	24	88.79 % Di bawah Standar	Kurang Baik

Sumber : Hasil Pengolahan Data



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan B/C/H PT.X dengan Standar Tahun 2015-2018

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat bahwa penilaian B/C/H di PT.X memiliki rata-rata kategori **Kurang Baik**. Sehingga perlu dilakukan analisa terhadap kinerja pelayanan bongkar muat terutama pada peralatan.

4.5 Prediksi Arus Kedatangan Kapal dan Petikemas

a. Prediksi Arus Kedatangan Kapal

Arus Kedatangan Kapal di PT.X untuk 10 tahun yang akan datang dapat di perkirakan berdasarkan data yang ada. Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi dengan bantuan Software ms excel

$$Y = a + bx \quad 4.1$$

Dimana :

y = nilai variabel terikat

x = nilai variabel terikat

x = nilai variabel bebas

a = nilai y apabila x=0

b = gradien perubahan nilai y per satuan perubahan nilai x

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad 4.2$$

$$a = y - bx \quad 4.3$$

y = rata-rata y

x = rata-rata x

Tabel 4. 10 Perhitungan Regresi Arus Kedatangan Kapal

NO	Tahun	Kedatangan Kapal	X*Y	X^2
	X	Y		
1	1	702	702	1
2	2	658	1316	4
3	3	715	2145	9
4	4	617	2468	16
Σ	10	2692	6631	30
Rata2	2.5	673	1657.75	7.5

Untuk mendapatkan nilai A dan B dapat menggunakan persamaan 4.2 dan 4.3 seperti berikut:

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} = 22.9$$

$$A = Y - Bx$$

$$A = Y - Bx = 530.2$$

Setelah mendapatkan nilai A dan B kemudian dapat disubsitusikan kedalam persamaan berikut:

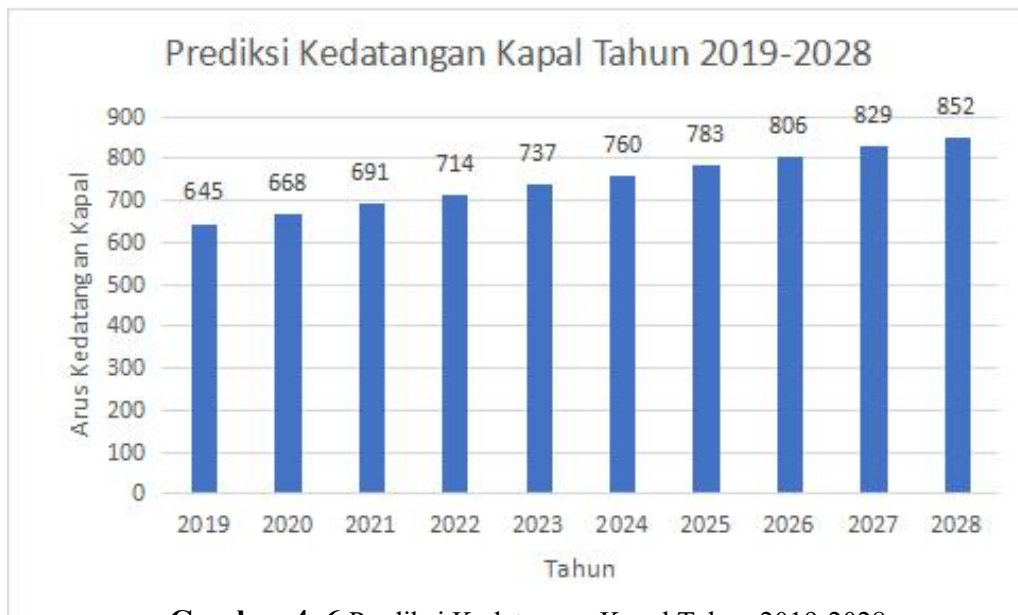
$$Y(t) = A + B(t)$$

$$Y(t) = 530.2 + 22.9(t) \quad 4.4$$

Hasil dari perhitungan didapat persamaan $Y(t) = 530.2 + 22.9(t)$ yang digunakan untuk peramalan kedatangan kapal tahun 2019-2028 dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini:

Tabel 4. 11 Hasil Regresi Arus Kedatangan Kapal

No	Tahun	Tahun	Kedatangan Kapal
		X	y
1	2019	5	645
2	2020	6	668
3	2021	7	691
4	2022	8	714
5	2028	9	737
6	2024	10	760
7	2025	11	783
8	2026	12	806
9	2027	13	829
10	2028	14	852



Gambar 4. 6 Prediksi Kedatangan Kapal Tahun 2019-2028

b. Prediksi Arus Petikemas

Arus Petikemas di PT.X untuk 10 tahun yang akan datang dapat di perkirakan berdasarkan data yang ada. Peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi dengan bantuan software ms excel

$$Y = a + bx \tag{4.5}$$

Dimana :

y = nilai variabel terikat

y = nilai variabel terikat

x = nilai variabel bebas

a = nilai y apabila x=0

b = gradien perubahan nilai y per satuan perubahan nilai x

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad 4.6$$

$$a = y - Bx$$

y = rata-rata y

x = rata-rata x

Tabel 4. 12 Perhitungan Regresi Arus Petikemas

NO	Tahun	Arus Petikemas (TEUs)	X*Y	X ²
	X	Y		
1	1	975,438	975,438.0	1
2	2	826,095	1,652,189.5	4
3	3	1,092,665	3,277,994.3	9
4	4	889,034	3,556,134.0	16
∑	10	3,783,231.0	9,461,755.8	30
RATA2	2.5	945,807.75	2,365,438.938	7.5

Untuk mendapatkan nilai A dan B dapat menggunakan persamaan 4.5 dan 4.6 seperti berikut:

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} = 735.65$$

$$A = Y - Bx$$

$$A = Y - Bx = 943968.6$$

Setelah mendapatkan nilai A dan B kemudian maka dapat disubsitusikan kedalam persamaan berikut:

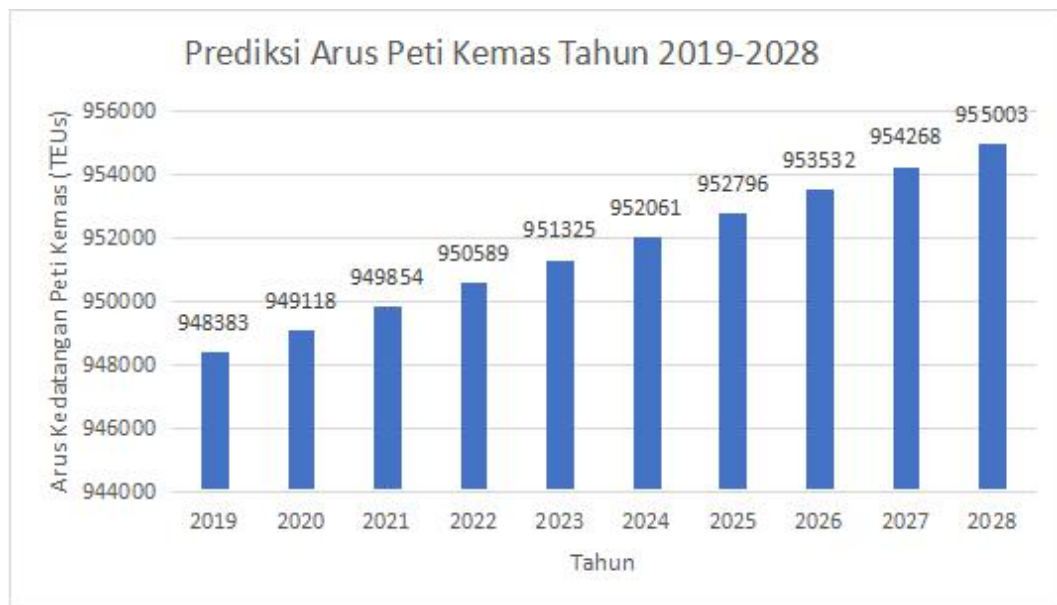
$$Y(t) = A + B(t) \quad 4.7$$

$$Y(t) = 943968.6 + (735.65(t))$$

Hasil dari perhitungan didapat persamaan $Y(t) = 943968.6 + 735.65(t)$ yang digunakan untuk peramalan kedatangan Petikemas tahun 2019-2028 dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini:

Tabel 4. 13 Hasil Regresi Arus Petikemas

Tahun	Tahun	Muatan Petikemas (TEUs)
	X	y
2019	6	948,383
2020	7	949,118
2021	8	949,854
2022	9	950,589
2028	10	951,325
2024	11	952,061
2025	12	952,796
2026	13	953,532
2027	14	954,268
2028	15	955,003

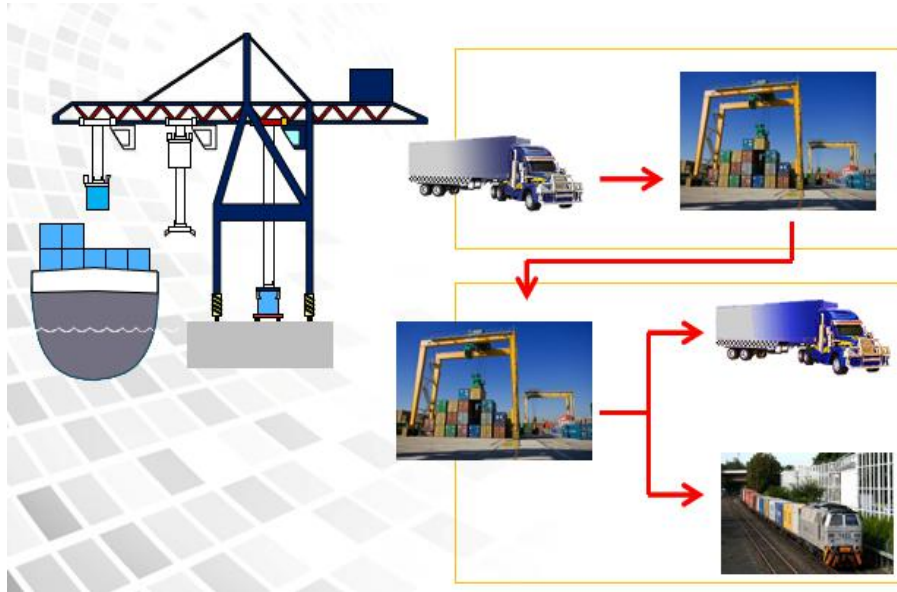


Gambar 4. 7 Prediksi Kedatangan Arus Muatan Tahun 2019-2028

4.6 Model Pelayanan Bongkar Muat Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok

Terminal Petikemas PT.X menggunakan sistem antrian Multichannel – Multiphase artinya memiliki lebih dari satu antrian dengan pelayanan lebih dari satu. Pelayanan bongkar muat berdasarkan kondisi existing dengan fasilitas Terminal Petikemas (TPK) KOJA, yaitu dermaga sepanjang 650 meter, kedalaman kolam -40 meter, kedalaman alur -14 meter, kapasitas *Container Yard* 5628 *ground slot*, *Container Yard Reefer* 310 *ground slot*, 6 *gate in* dan 6 *gate out*.

Total dari kapasitas penumpukan TPK Koja adalah 12.288 TEU untuk *dry container* dan 72 TEU untuk *reefer container*.



Gambar 4. 8 Ilustrasi Bongkar Muat

a. Kegiatan Bongkar

Pada model kegiatan bongkar alur Petikemas di mulai dari petikemas yang diambil dari atas kapal menggunakan *container crane*, kemudian Petikemas diangkut oleh trailer untuk dibawa ke lapangan penumpukan yang tersedia, Setelah sampai di lapangan penumpukan diambil oleh *rubber tyred gantry* untuk ditumpuk di lapangan penumpukan, kegiatan bongkar di lakukan pada satu lapangan penumpukan.

b. Kegiatan Muat

Pada model kegiatan muat alur Petikemas dimulai dari lapangan penumpukan, kemudian di ambil oleh *rubber tyred gantry* untuk di taruh di atas trailer untuk dibawa menuju dermaga. Setelah sampai dermaga Petikemas di angkut oleh *container crane* untuk di muat di kapal.

4.6.1 Pendekatan Penyelesaian Permasalahan

Berdasarkan karakteristik sistem pelabuhan dimana memiliki tingkat *variability*, *interdependencies*, dan *complexity* dalam sistem, maka pendekatan simulasi untuk mendapatkan solusi yang optimal dapat diterapkan. *Variability*

dalam sistem menunjukkan bahwa terdapat ketidakpastian (variasi) pada kedatangan entitas kapal atau proses-proses yang ada. *Interdependencies* dalam sistem menunjukkan bahwa dalam suatu sistem terdapat komponen-komponen atau proses yang saling berhubungan dan mempengaruhi antara satu dengan yang lain. Sedangkan *Complexity* dalam sistem menunjukkan bahwa sistem memiliki banyak variabel (*combinatorial complexity*) dan hubungan dinamis (*dynamic complexity*) yang sulit dilakukan dengan menggunakan model matematis. Selain alasan tersebut, risiko yang cukup tinggi ketika skenario langsung diimplementasikan pada sistem *real* juga menjadi faktor mengapa pendekatan simulasi yang sesuai untuk digunakan untuk kasus seperti bongkar muat di pelabuhan.

Berikut merupakan elemen serta batasan dan asumsi dari model yang akan dibuat.

Tabel 4. 14 Elemen Model Simulasi

Entitas	Kapal, Kontainer
Atribut	Jenis Kapal, Kapasitas Bongkar Kapal, Kapasitas Muat Kapal
Aktivitas	<i>Berthing, Unloading Process, Stacking Process, Loading Process, dan Unberthing Proccess</i>
Resource	<i>Quay Container Crane, Rubber Tired Gantry Crane, Truck, Berthing Area</i>
Kontrol	<i>Layout Pelabuhan, kapal yang masuk akan menempati dermaga yang tersedia untuk kemudian dilayani dalam proses bongkar muat kontainer yang dibutuhkan</i>

Tabel 4. 15 Batasan dan Asumsi Model Simulasi

<p>Batasan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian hanya dilakukan untuk meninjau peningkatan performansi dengan menambahkan <i>resource</i> dalam sistem, tanpa meninjau dari sisi ekonomisnya secara lebih jauh
<p>Asumsi</p>	<p>Dalam memodelkan simulasi sistem kegiatan bongkar muat penulis mengasumsikan beberapa hal dalam sistem agar lebih sederhana. Diantaranya adalah sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Container</i> yang akan dimuat ke kapal telah tersedia di lapangan penumpukan sehingga telah siap untuk dimuat di kapal (100% <i>Stacking</i>) • Peninjauan kedatangan kapal ke terminal PT.X dimulai ketika kapal memasuki daerah kolam labuh • Semua kontainer memiliki ukuran yang sama dan jenis yang sama tidak dibedakan berdasarkan isi dan ketentuan jenis kontainer. • Dalam kegiatan bongkar maupun muat setiap peralatan bongkar muat mengangkat 1 box petikemas yang akan ditransfer menuju lapangan penumpukan. • Kecepatan maksimal headtruck adalah 30 km/jam baik bongkar maupun muat dengan jumlah 48 unit • Jumlah Quay Container Crane (QCC) yang digunakan adalah 7 unit dan 25 unit <i>Rubber Tyre Gantry</i> (RTG)

Selain elemen serta batasan asumsi dari sistem, variabel sistem dan *performance indicator* juga dapat ditentukan sebagai pratinjau dari model simulasi. Berikut merupakan beberapa contoh variabel sistem dan *performance indicator* pada model yang akan dibuat.

Tabel 4. 16 Variabel Sistem pada Model Simulasi

<i>Decision Variable</i>	Jumlah <i>Quay Container Crane</i> , <i>Rubber Tired Gantry Crane</i> , dan <i>Truck</i>
<i>Response Variable</i>	<i>Turn Around Time</i> , jumlah kapal terlayani, waktu kapal dalam sistem
<i>State Variable</i>	<i>Turn Around Time</i> , jumlah kapal terlayani, waktu kapal dalam sistem pada waktu-waktu tertentu

Tabel 4. 17 Performance Indicator Model Simulasi

No	<i>Performance Indicator</i>
1	Jumlah Kapal yang Dapat Dilayani dalam Periode Waktu
2	<i>Turn Around Time</i>

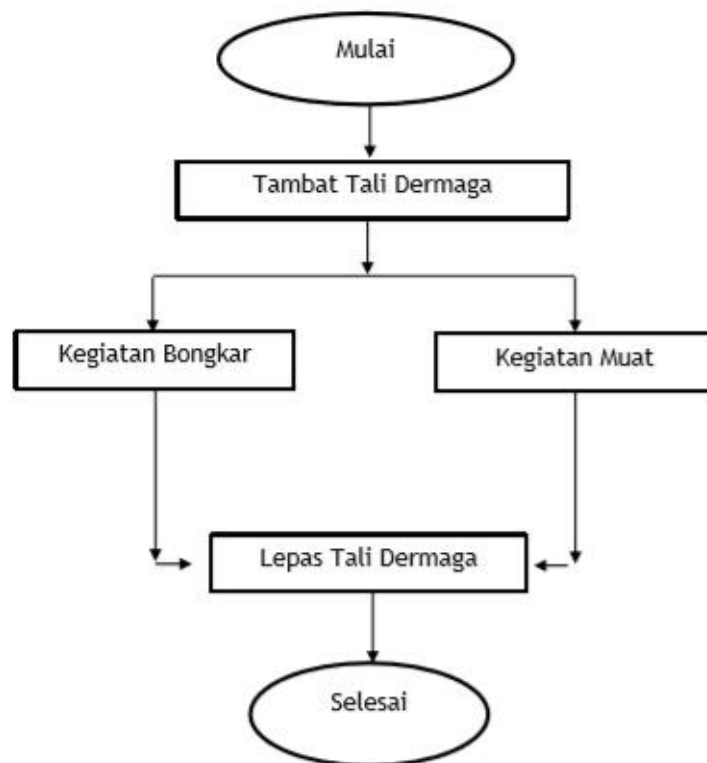
4.6.2. Kebutuhan Data Numerik Model Simulasi

Berikut merupakan kebutuhan data numerik secara umum dalam model simulasi pelabuhan yang dibuat.

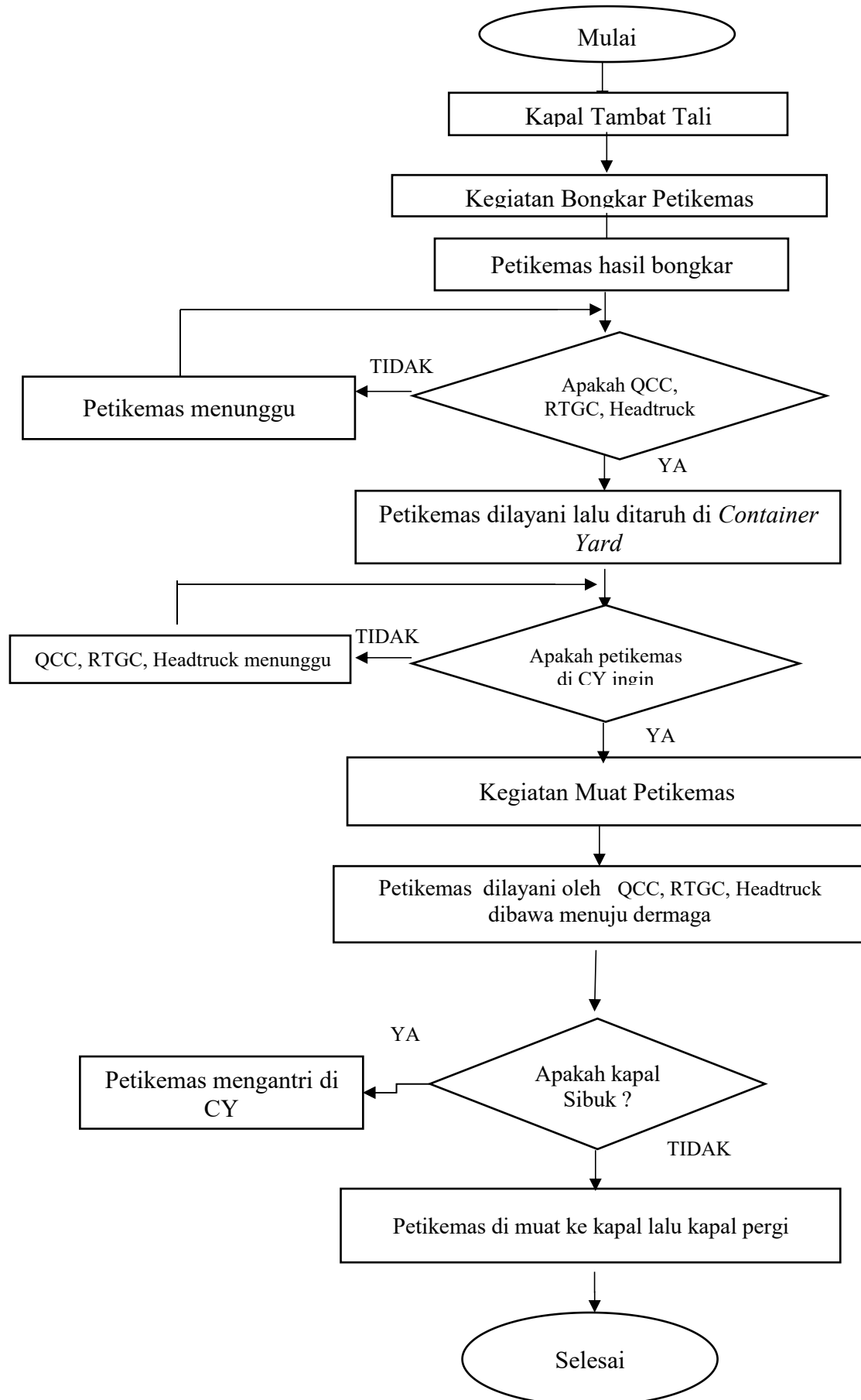
1. Jumlah dermaga yang dapat digunakan untuk melayani kapal di pelabuhan yang diamati
2. Jumlah *Container Yard* untuk penumpukan di pelabuhan yang diamati
3. Kapasitas container yard untuk setiap *Container Yard*
4. Jumlah truk yang digunakan untuk perpindahan *Container* di pelabuhan yang diamati
5. Jumlah *Container Quay Crane* dan alokasinya untuk setiap *section* dermaga
6. Jumlah RTGC dan alokasinya untuk setiap *Container Yard*
7. Data waktu antar kedatangan kapal
8. Data distribusi jumlah kontainer yang harus dibongkar per kapal
9. Data jumlah kontainer yang harus dimuat per kapal
10. Data matriks jarak antara dermaga dan seluruh container yard
11. Rata kecepatan perpindahan truk
12. Data waktu untuk proses unloading atau loading 1 container

4.6.3. Model Konseptual (Logic Flow Diagram) untuk Model Simulasi

Model konseptual dibutuhkan sebagai dasar pemikiran logika pemodel tentang jalannya suatu sistem yang diamati. Dalam kasus ini, terdapat 3 bagian model konseptual utama yang dibagi berdasarkan 3 proses utama di pelabuhan yaitu dimulai dari proses kedatangan kapal, proses bongkar muat kapal, dan proses perpindahan aliran *container*. Berikut merupakan detail dari ketiga model konseptual tersebut.



Gambar 4. 9 Model Konseptual Proses Kedatangan Kapal



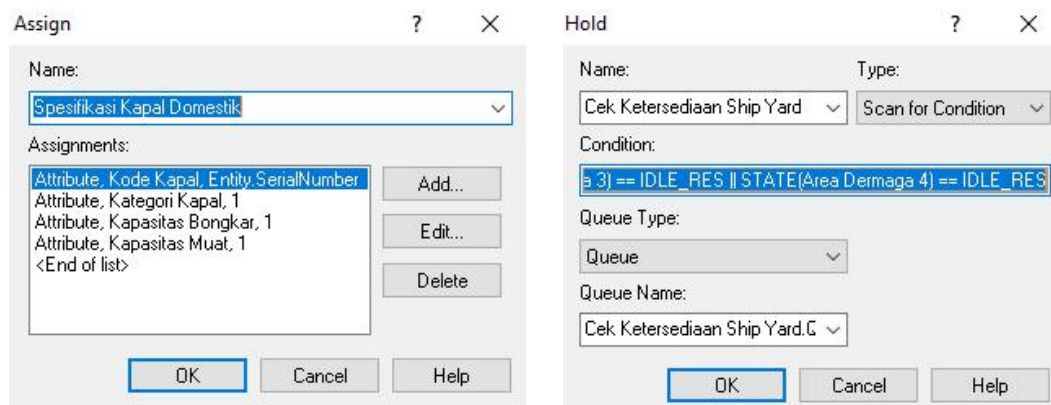
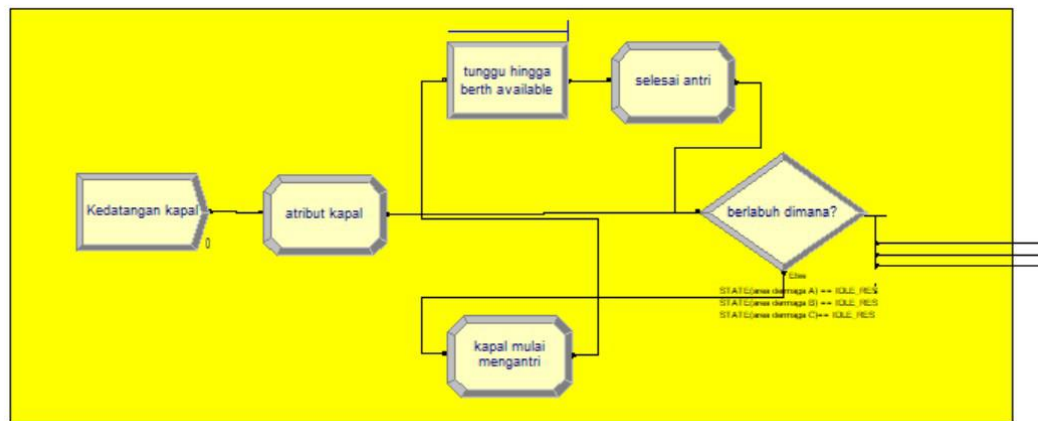
Gambar 4. 10 Model Konseptual Proses Bongkar Muat Kapal

4.6.4. Pembentukan Model Simulasi pada Software ARENA

Model simulasi dibuat berdasarkan mekanisme dalam model konseptual yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan detail dari model simulasi yang dibuat yang dimulai dari model kedatangan kapal, model proses *unloading*, model proses *loading*, model proses penumpukan *container* hasil bongkar, dan model proses pengambilan *container* untuk dimuat.

4.6.5. Model Kedatangan Kapal

SHIP ARRIVAL

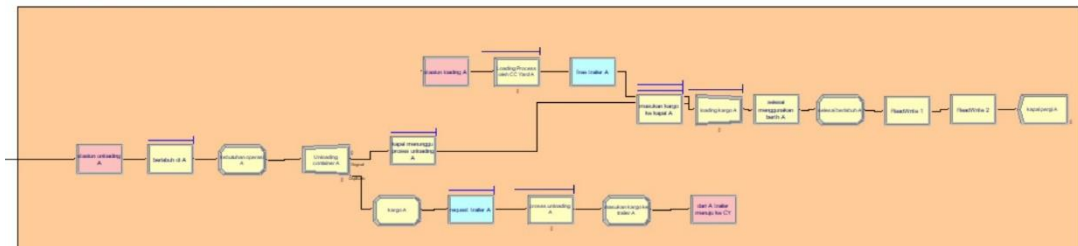


Gambar 4. 11 Model ARENA Kedatangan Kapal

Pada model kedatangan kapal, dimulai dengan modul *create* untuk menciptakan kedatangan suatu entitas yang dalam hal ini adalah kapal. Entitas datang berdasarkan distribusi waktu antar kedatangan kapal dimana pada *event* ini memiliki karakteristik untuk berdistribusi eksponensial. Setelah entitas berupa kapal masuk, selanjutnya terdapat modul *decide by chance* yang membagi kapal

berdasarkan probabilitas untuk menggolongkan berapa kapal yang merupakan kapal domestik atau internasional untuk kemudian terdapat modul *assign* yang akan memberikan atribut pada setiap entitas berupa kode kapal (domestik atau internasional), keperluan jumlah kontainer yang harus dibongkar, dan keperluan jumlah kontainer yang harus dimuat pada kapal tersebut. Selanjutnya, terdapat modul *hold* dengan tipe *scan for condition* dimana modul ini digunakan untuk menahan entitas (kapal) hingga terdapat dermaga yang siap untuk melayani kapal tersebut. Setelah dermaga tersedia, kemudian kapal akan memilih lokasi dermaga secara lebih spesifik dengan menggunakan modul *decide N-Way by Condition* untuk memeriksa status pada setiap dermaga.

4.6.6. Model Proses Unloading BERTHING DOCK



Hold ? X

Name: Type:

Condition:

Queue Type:

Queue Name:

OK Cancel Help

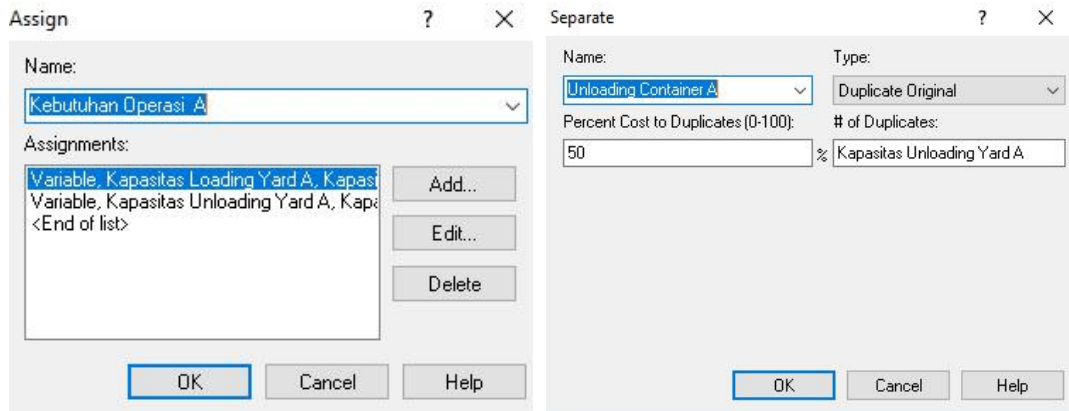
Assign ? X

Name:

Assignments:
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help



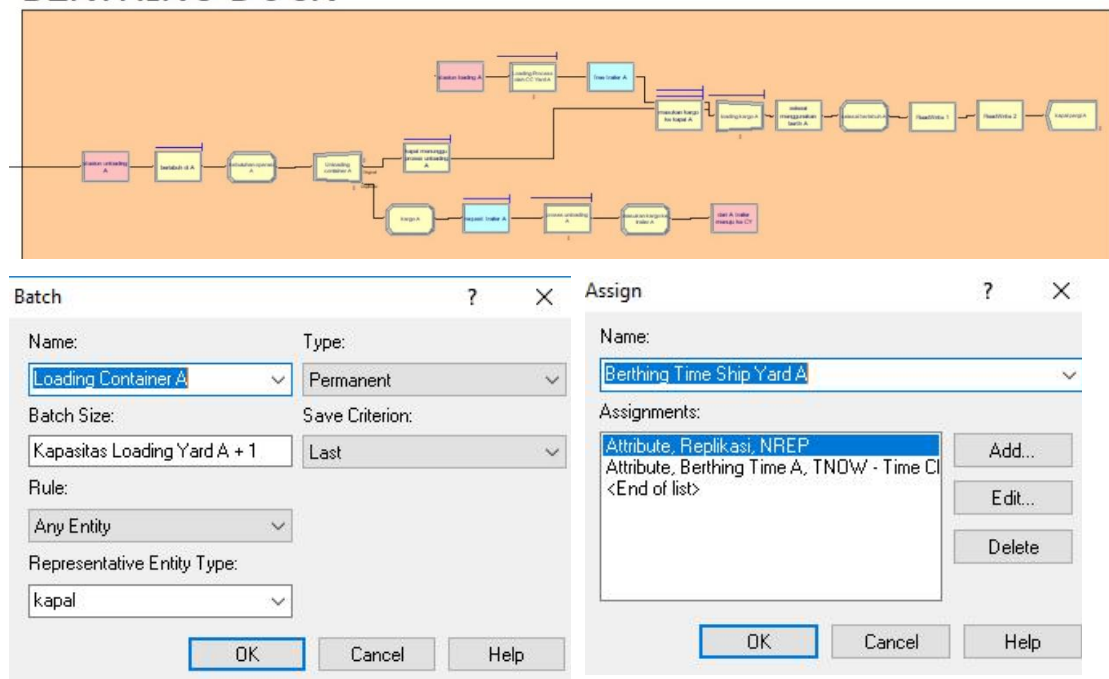
Gambar 4. 12 Model Proses Unloading

Pada model proses *unloading* setelah dermaga yang digunakan untuk melayani kapal dipastikan tersedia, selanjutnya kapal akan melewati modul *seize* untuk menandai dermaga yang akan digunakan yang menunjukkan bahwa dermaga yang telah di-*seize* tidak dapat digunakan oleh kapal lainnya. Selanjutnya modul *assign* digunakan untuk mencatat kebutuhan bongkar dan muat dari setiap kapal berikut dengan waktu awal proses bongkar muat dimulai. Modul *separate* digunakan untuk menduplikasi entitas dengan jumlah duplikasi sebanyak variabel kabutuhan bongkar yang telah dicatat oleh modul *assign* sebelumnya. Implikasi dari hal ini adalah untuk memisahkan antara entitas kapal dan *container* yang harus dibongkar dai kapal. Setelah melalui modul *separate*, pada cabang alur *duplicate* kemudian diikuti oleh modul *request*. Modul *request* digunakan untuk memanggil truk yang tersedia untuk memindahkan *container* hasil bongkar dari kapal. Selanjutnya, modul proses digunakan dengan *resource* berupa *Quay Container Crane* dan delay waktu proses tertentu dengan implikasi lama waktu yang dibutuhkan untuk meng-*handle* sebuah *container* pada proses bongkar. Setelah proses peletakkan pada truk selesai, maka entitas akan melewati modul *assign* kembali. Dalam hal ini, modul *assign* digunakan dengan formulasi “n-1”

sebagai mekanisme *update* informasi untuk proses bongkar. Selanjutnya, *container* akan dibawa menuju ke *Container Yard* yang sesuai dan tersedia dengan menggunakan modul *decide by condition*.

Selama proses bongkar *container* berlangsung, pada cabang alur *original* dari modul *separate* entitas kapal akan ditahan oleh modul *hold* berjenis *scan for condition*. Modul *hold* ini akan menahan kapal hingga proses bongkar selesai yang dapat diketahui dari modul *assign* yang meng-*update* proses bongkar hingga bernilai 0. Apabila proses bongkar telah selesai, entitas kapal akan melewati modul *signal* yang mengirimkan sinyal bahwa kapal telah siap untuk proses muat sehingga *container* dapat dipindahkan dari *container yard* menuju ke dermaga.

4.6.7. Model Proses Loading BERTHING DOCK



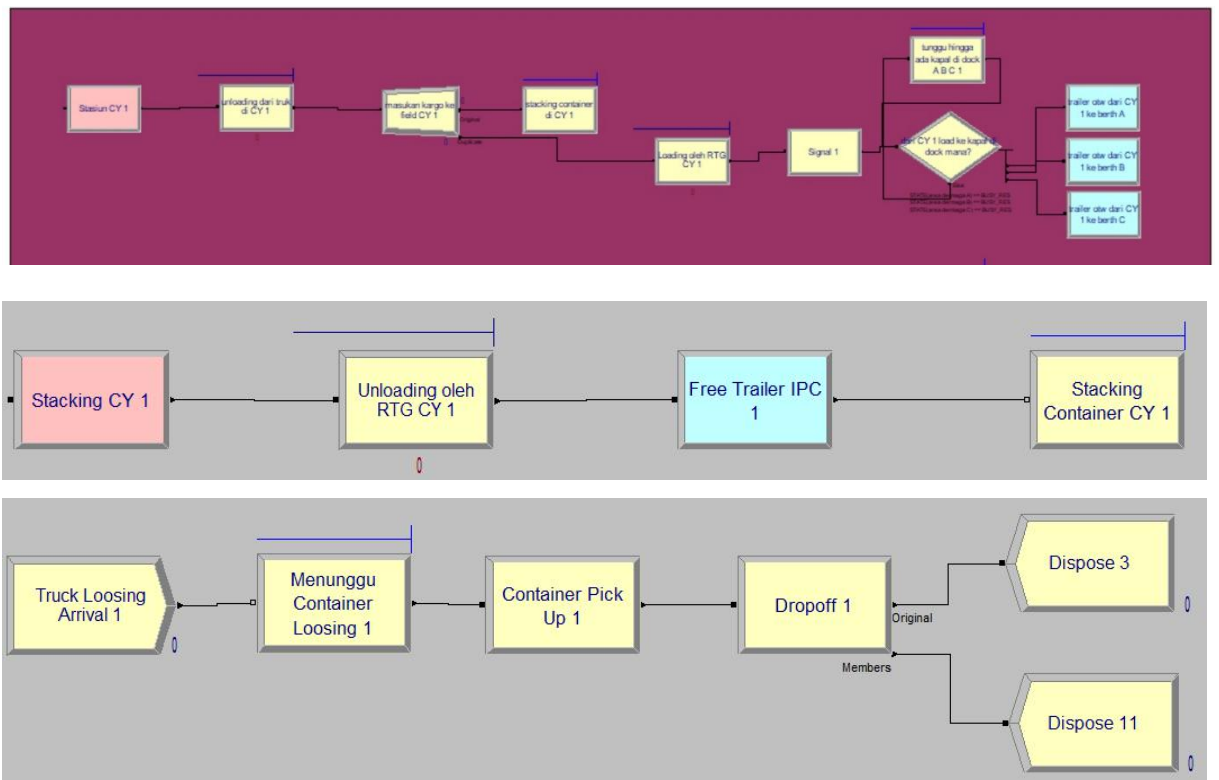
Gambar 4. 13 Model Proses Loading

Pada model proses *loading*, *container* yang akan dimuat ke kapal kemudian diproses oleh modul *process* dengan *resource Quay Container Crane* dan *delay* waktu proses tertentu dengan implikasi lama waktu yang dibutuhkan untuk meng-*handle* sebuah *container* pada proses muat. Setelah proses muat untuk satu *container* selesai, selanjutnya terdapat modul *free* yang mengimplikasikan bahwa truk yang sebelumnya digunakan untuk membawa

sebuah *container* dapat digunakan untuk kebutuhan proses lainnya kembali. Modul *batch* digunakan untuk menyatukan muatan *container* yang akan dibawa dan entitas kapal. Modul *batch* yang digunakan berjenis permanen dengan ukuran *batch* yaitu senilai kebutuhan muat ditambah 1 dengan implikasi bahwa angka 1 tersebut merupakan entitas kapal itu sendiri. Setelah proses muat selesai, kemudian entitas kapal akan melewati modul *release* yang mengimplikasikan bahwa dermaga yang telah digunakan sudah dapat digunakan oleh entitas kapal lain. Kemudian, entitas kapal akan melewati modul *assign* untuk mencatat waktu selesai dan dikurangi dengan waktu *berthing* awal untuk mendapatkan waktu *turn around time* dari kapal tersebut dalam model simulasi.

4.6.8. Model Proses Penumpukan Container Hasil Bongkar

CONTAINER YARD



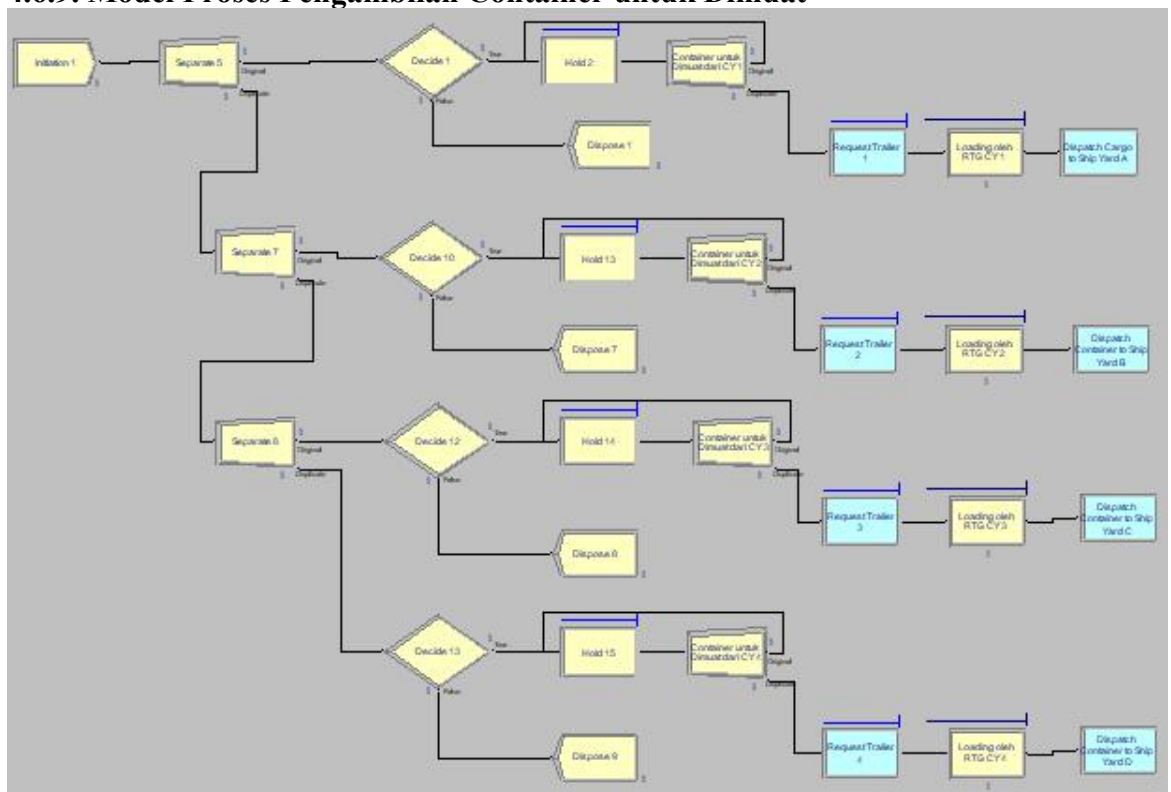
Gambar 4. 14 Model Proses Penumpukan Container

Pada model proses penumpukan *container* hasil bongkar, *container* yang telah dibawa oleh truk kemudian akan menuju ke modul *station* yang menunjukkan lokasi *container yard*. Selanjutnya dibutuhkan modul *process* yang menunjukkan proses penumpukan *container* dari truk ke *container yard* dengan

menggunakan *resource* RTGC dan distribusi *delay* waktu proses tertentu. Setelah proses penumpukan dilakukan, selanjutnya terdapat modul *free* untuk melepaskan *resource transporter* truk agar truk dapat digunakan untuk proses lainnya. Selanjutnya, *container* akan ditahan dengan menggunakan modul *hold* berjenis *infinite hold* sebagai implikasi bahwa *container* telah berada dalam penumpukan.

Sebagai penyeimbang untuk model penumpukan yang didesain memiliki kapasitas tertentu, model *dispatch* kemudian dibuat untuk mengurangi jumlah *container* yang di-*hold*. Mekanisme *dispatch* dilakukan dengan asumsi interval waktu konstan (dapat dikembangkan lebih jauh lagi jika dibutuhkan dalam model). Modul *pickup* digunakan dalam hal ini untuk mengambil *container* yang berada dalam antrian *infinite hold* atau dengan implikasi mengambil *container* yang ada dalam penumpukan.

4.6.9. Model Proses Pengambilan Container untuk Dimuat



Gambar 4. 15 Model Proses Pengambilan Container untuk Dimuat

Pada model proses pengambilan *container* untuk dimuat, digunakan modul *separate* untuk memisahkan antara sinyal muatan dengan jumlah duplikasi

sebanyak kebutuhan *container* yang akan dimuat oleh kapal. Cabang alur *duplicate* kemudian akan melakukan *request* kepada truk untuk membawa *container* menuju ke dermaga. Proses peletakkan *container* di truk kemudian dilakukan pada modul *process* dengan menggunakan *resource* RTGC dan *delay* waktu proses peletakkan tertentu untuk kemudian dilepas dengan modul *transport* ke *station* tujuan yang dalam hal ini adalah dermaga.

4.6.10 Ketentuan Penggunaan Model Simulasi yang Dibuat

Berikut merupakan ketentuan yang harus diperhatikan dalam menggunakan model simulasi basis ini untuk studi kasus bongkar muat di pelabuhan.

1. Dalam model ini, secara umum terdapat 3 dermaga yang menunjukkan bahwa jumlah kapal yang dapat dilayani oleh pelabuhan dengan ukuran rata-rata adalah 3 kapal dalam satu waktu dan 4 *container yard*. Apabila terdapat perubahan dalam jumlah tersebut, maka sub model tersebut dapat dikurangi atau ditambah dengan karakteristik model yang serupa namun dengan nama modul yang harus dimodifikasi mengingat nama masing-masing modul yang harus *unique*.
2. Model simulasi yang dibuat ini merupakan model simulasi basis untuk dikembangkan kembali dan disesuaikan dengan karakteristik serta kebutuhan permasalahan sistem yang ada.
3. Kebutuhan data kemudian disesuaikan terutama terkait data numerik simulasi dan diinputkan dalam setiap tabel-tabel daftar *resource* atau modul dalam simulasi. Hal ini harus diperhatikan karena akan mempengaruhi bagaimana hasil *running* model nantinya.
4. Selanjutnya, verifikasi harus dilakukan terlebih dahulu melalui 2 hal yaitu *syntax verification* dan *semantic verification*. *Syntax verification* ditinjau dari pengujian dengan menggunakan fitur *check model* dalam *software ARENA*, apabila model menghasilkan “*No errors or Warning*” maka model dinyatakan sudah terverifikasi secara *syntax*. Sedangkan untuk *semantic verification*, proses *running model* akan ditinjau apakah telah sesuai dengan logika intuitif dari pemodel atau tidak. Seperti misalnya terjadi penumpukan berlebihan di suatu proses tertentu sehingga model

tidak berjalan sebagaimana mestinya. Apabila terjadi hal seperti itu, maka dapat dikatakan bahwa model masih belum terverifikasi secara *semantic*.

5. Setelah model terverifikasi, selanjutnya dilakukan proses validasi untuk memeriksa apakah model yang dibuat telah sesuai dan mampu menangkap kejadian sesuai dengan sistem nyatanya. Apabila parameter hasil model simulasi tidak jauh berbeda dengan parameter hasil di sistem nyata, maka model dapat dikatakan valid. Proses perhitungan secara kuantitatif dapat dilakukan dengan melakukan pengujian statistik.

4.7. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi adalah tahapan yang bertujuan untuk meyakinkan model yang telah dibuat dan ditransformasikan ke dalam komputer adalah suatu model yang benar. Verifikasi digunakan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat merepresentasikan konseptual model. Verifikasi dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap model dan dipastikan tidak ada kesalahan (No Error) dilakukan dengan '*check model*' untuk melihat apakah ada kesalahan dalam pembuatan model.

Validasi adalah proses penentuan apakah model sudah mampu merepresentasikan sistem yang nyata. Validasi model dapat direpresentasikan dengan membandingkan hasil input maupun output dari model simulasi dengan input atau output pada sistem nyata.

4.7.1. Verifikasi

Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhanya adalah apakah ada kesalahan (error) dalam program. 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 entity secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual

4.7.2. Validasi

Dalam penelitian ini validasi model dilakukan dengan uji-t (t-test). Pada uji-t ini dibandingkan nilai t-hitung dengan t-tabel.

$$H_0: \mu_2 = \mu_2$$

$$H_0: \mu_2 \neq \mu_2$$

$$\text{Terima } H_0 \text{ Jika } t_{hitung2} < t_{tabel} \quad 4.8$$

Langkah-langkah melakukan uji *t-test* untuk validasi:

1. Tentukan hipotesis awal dengan μ_1 sebagai rata-rata *output* model simulasi dan μ_2 sebagai rata-rata *output* sistem aktual, hipotesis pada uji statistik ini adalah:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$$

2. Hitung standar deviasi masing-masing populasi lalu hitung *pooled standard deviation* menggunakan rumus

$$Sp = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad 4.9$$

3. Tentukan α (*level of significance*) lalu cari nilai *t critical* pada tabel *Student's-t*
4. Hitung nilai *t test* menggunakan rumus

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{Sp \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad 4.10$$

Jika $-t_{critical} \leq t_{test} \leq t_{critical}$ maka hasilnya tidak tolak H_0 sehingga model bisa dikatakan valid karena $\mu_1 = \mu_2$

- Menentukan jumlah replikasi

Replikasi merupakan sebuah ukuran berapa kali model simulasi harus dijalankan untuk mengatasi hasil random yang didapatkan dari variabilitas sistem. Harapannya model simulasi dapat mewakili kondisi aktual dari proses kebijakan inventori yang ada di Terminal Petikemas PT.X. Jumlah replikasi ditentukan menggunakan nilai eror absolut (β) dan eror relatif (γ). Pada laporan penulisan ini

menggunakan eror relatif karena dirasa lebih akurat karena eror direpresentasikan dalam bentuk presentase.

Sebelum mengetahui jumlah replikasi yang dibutuhkan, model dijalankan sebanyak berapapun terlebih dahulu. Dalam pengerjaan ini penulis menjalankan simulasi sebanyak 8 replikasi terlebih dahulu. *Output* yang didapat berupa durasi *Berthing Time* yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 18 *Output* pemodelan simulasi dengan replikasi

Replikasi	Berthing Time (Simulasi)
1	21.87
2	23.69
3	22.53
4	21.65
5	19.25
6	21.92
7	21.94
8	25.65
Mean	22.31
Standar Deviasi	3.34

$$hw = \frac{t_n - 1.1 - a/2 \times s}{|x| \times \sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2.571 \times 1.459}{21.818 \times \sqrt{6}} \quad 4.11$$

$$hw = 0.070$$

$$y = 0.05$$

$$n' = \left[\frac{\left(\frac{Z_a}{2}\right) S}{\left(\frac{\gamma}{1 + \gamma}\right) x} \right]^2 \quad 4.12$$

$$n' = \left[\frac{1.96 \times 1.459}{\left(\frac{0.05}{1 + 0.05}\right) 21.818} \right]^2$$

$$n' = 7.582$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa banyaknya replikasi yang diperlukan adalah sebanyak 8 sehingga didapat *output* dibandingkan dengan data actual untuk kemudian dilakukan perhitungan validasi.

Tabel 4. 19 *Output* perbandingan pemodelan simulasi dengan aktual

Replikasi	Berthing Time	
	Simulasi	Aktual
1	21.87	13.98
2	23.69	16.13
3	22.53	16.87
4	21.65	18.66
5	19.25	29.28
6	21.92	18.68
7	21.94	29.67
8	25.65	19.68

Dengan *software excel* dapat dilakukan uji *t-test* menggunakan *data analyst*. Hasil pengujian menggunakan *data analyst* dengan membandingkan tabel data simulasi dengan aktual dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. 20 Hasil Uji-T

Paramater Validasi	Simulasi	Aktual	Kesimpulan
Berthing Time	22.31249763	20.367925	Menerima H₀
Mean	3.343321201	34.75918336	
Variance	8	8	
Observations	19.05125228		
Pooled Variance	0		
Hypothesized Mean Difference	14		
df	0.891030152		
t Stat	0.193984986		
P(T<=t) one-tail	1.761310136		
t Critical one-tail	0.387969971		
P(T<=t) two-tail	2.144786688		
t Critical two-tail	22.31249763	20.367925	

Didapatkan hasil nilai *t-critical two tail* adalah 1.76131 sedangkan nilai *t-stat* adalah 0.89103. Karena,

$$-t \text{ critical} \leq t \text{ test} \leq t \text{ critical} = -1.76131 \leq 0.89103 \leq 1.76131$$

maka menerima H_0 sehingga dapat dikatakan bahwa model simulasi **valid**.

4.8 Hasil Model Simulasi Bongkar Muat Tahun 2028

Prediksi kegiatan bongkar muat dilakukan dengan menjalankan simulasi kegiatan bongkar muat selama 30 hari dengan 24 jam/hari pada model yang dibuat dengan *software* ARENA. Prediksi kegiatan bongkar muat ini dilakukan dengan mensimulasikan kegiatan bongkar muat dengan *input* berupa prediksi arus bongkar muat dari hasil analisis regresi yang sudah dilakukan sebelumnya dengan kondisi fasilitas pelabuhan serta peralatan bongkar muat kondisi *existing*.

Dari hasil *running* model tersebut, didapatkan *output* berupa durasi *berthing time* kapal. *Output* tersebut kemudian diolah untuk kemudian didapat prediksi nilai *Berth Occupancy Ratio* (BOR) tahun 2028. Adapun ringkasan datanya ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 21 Prediksi nilai BOR tahun 2028

Replikasi	Berthing Time	Jumlah Kapal	Rata-rata LOA	Panjang Dermaga	Waktu Tersedia	Standar DJPL	Prediksi BOR
1	21.87	71	165.38	650	720	70%	56.53%
2	23.69	71	165.38	650	720		61.24%
3	22.53	71	165.38	650	720		58.23%
4	21.65	71	165.38	650	720		55.96%
5	19.25	71	165.38	650	720		49.76%
6	21.92	71	165.38	650	720		56.66%
7	21.94	71	165.38	650	720		56.71%
8	25.65	71	165.38	650	720		66.30%
Rata-rata	22.31				Rata-rata		57.67%

Dari hasil simulasi yang dilakukan, dapat diketahui bahwa prediksi nilai BOR tahun 2028 ternyata mencapai angka 57.67%. Artinya, nilai BOR tersebut masih memenuhi 12.33% dibawah dari standar yang ditetapkan oleh DJPL yaitu 70% sehingga tidak perlu melakukan penambahan panjang dermaga dalam jangka waktu pendek.

4.9 Skenario Optimasi dan Pengembangan Terminal PT.X untuk Tahun 2028

Pemodelan skenario pengembangan Terminal PT.X tahun 2028 ditujukan untuk mengurangi tingkat penggunaan fasilitas pelabuhan dan peralatan bongkar muat khususnya mengoptimalkan waktu *berthing time* agar kegiatan operasional bongkar muat dapat berjalan efektif serta memenuhi standar yang ditetapkan oleh DJPL. Parameter yang digunakan dalam skenario pengembangan ini adalah nilai BOR dan *Berthing Time*. Standar nilai BOR yang ditetapkan oleh DJPL untuk Terminal PT.X yaitu sebesar 70% dan nilai rata-rata *berthing time* berdasarkan data aktual adalah 22.31 jam. Rincian beberapa skenario yang dilakukan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. 22 Skenario pengembangan pelabuhan

Skenario	1	2	3
Penambahan QCC	1 unit di Dermaga A	1 unit di Dermaga B	1 unit di Dermaga C
Penambahan RTG	1 unit di Dermaga A	1 unit di Dermaga B	1 unit di Dermaga B dan C
Penambahan Panjang Dermaga	-	-	-

a. Skenario Optimasi 1

Pada skenario 1 ditambahkan peralatan 1 unit QCC dan RTG di dermaga A pada model. Lalu didapatkan output running seperti pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Prediksi nilai *berthing time* dan BOR dengan hasil skenario 1

Replikasi	Berthing Time (jam)	Jumlah Kapal (unit)	Rata-rata LOA (m)	Panjang Dermaga (m)	Waktu Tersedia (jam)	Prediksi BOR
1	20.23	71	165.38	650	720	52.31%
2	20.68	71	165.38	650	720	53.47%
3	21.15	71	165.38	650	720	54.68%
4	17.51	71	165.38	650	720	45.29%
5	20.02	71	165.38	650	720	51.75%
6	21.71	71	165.38	650	720	56.14%
7	20.90	71	165.38	650	720	54.03%
8	21.92	71	165.38	650	720	56.66%
Rata-rata	20.52			Rata-rata		53.04%

Dari hasil olah data diatas, diketahui bahwa prediksi nilai BOR pada skenario pengembangan ini yaitu sebesar 53.04% berada di angka 16.96% dibawah standar dan rata-rata berthing time 20.52 jam. Dengan demikian nilai BOR sudah memenuhi standar dan nilai berthing time memiliki selisih sebesar 2 jam 20 menit

b. Skenario 2

Pada skenario 1 ditambahkan peralatan 1 unit RTG dan QCC di dermaga B pada model.. Lalu didapatkan output running seperti pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Prediksi nilai *berthing time* dan BOR dengan hasil skenario 2

Replikasi	Berthing Time (jam)	Jumlah Kapal (unit)	Rata-rata LOA (m)	Panjang Dermaga (m)	Waktu Tersedia (jam)	Prediksi BOR
1	21.893	71	165.38	650	720	56.59%
2	21.069	71	165.38	650	720	54.46%
3	21.142	71	165.38	650	720	54.65%
4	21.455	71	165.38	650	720	55.46%
5	20.275	71	165.38	650	720	52.41%
6	20.282	71	165.38	650	720	52.43%
7	21.831	71	165.38	650	720	56.43%
8	22.325	71	165.38	650	720	57.70%
Rata-rata	21.07			Rata-rata		55.01%

Dari hasil olah data diatas, diketahui bahwa prediksi nilai BOR pada skenario pengembangan ini yaitu sebesar 55.01% berada di angka 14.99% dibawah standar dan rata-rata berthing time 21.07 jam. Dengan demikian nilai BOR sudah memenuhi standar dan nilai berthing time memiliki selisih sebesar 1 jam 20 menit lebih cepat dari rata-rata

c. Skenario 3

Skenario 3 dijalankan dengan menambahkan 1 unit QCC di dermaga C dan 1 unit RTG di dermaga B dan C pada model. *Output* dari simulasi skenario pengembangan ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 25 Prediksi nilai *berthing time* dan BOR dengan hasil skenario 3

Replikasi	Berthing Time (jam)	Jumlah Kapal (unit)	Rata-rata LOA (m)	Panjang Dermaga (m)	Waktu Tersedia (jam)	Prediksi BOR
1	20.001	71	165.38	650	720	51.70%
2	20.123	71	165.38	650	720	52.02%
3	20.748	71	165.38	650	720	53.63%
4	20.271	71	165.38	650	720	52.40%
5	17.293	71	165.38	650	720	44.70%
6	19.769	71	165.38	650	720	51.10%
7	22.236	71	165.38	650	720	57.48%
8	22.026	71	165.38	650	720	56.93%
Rata-rata	18.88			Rata-rata		52.49%

Dari hasil olah data diatas, diketahui bahwa prediksi nilai BOR pada skenario pengembangan ini yaitu sebesar 52.49% berada di angka 17.51% dibawah standar dan rata-rata berthing time 18.88 jam. Dengan demikian nilai BOR sudah memenuhi standar dan nilai berthing time memiliki selisih sebesar 3 jam 45 menit lebih cepat dari rata-rata sehingga skenario 3 memiliki selisih waktu paling banyak diantar ke tiga skenario.

4.10 Kongesti Pelabuhan

Rasio penggunaan dermaga yang dinyatakan dalam satuan persen (%) memberikan informasi mengenai seberapa padat arus kapal yang tambat dan melakukan kegiatan bongkar muat di dermaga sebuah pelabuhan. Pada Terminal Petikemas PT. X kondisi existing sampai akhir tahun 2028, kinerja dermaga adalah 57,67% maasih dikatakan dalam kategori baik dan cukup baik untuk B/C/H Kinerja ini akan terus mengalami kenaikan dengan prediksi jumlah petikemas yang terus naik sesuai dengan perkembangan ekonomi terutama untuk ekspor dan impor, dermaga cukup sibuk dan berada di atas kongesti yang

direkomendasikan DJPL yaitu maksimum BOR= 70%. Jika terus terjadi kenaikan maka akan mengalami penurunan kinerja dan jika dibawah standar maka penggunaan dermaga menjadi tidak maksimal. Jika kejadian kenaikan terus terjadi maka akan mengalami kongesti (kemacetan) yang akan berpengaruh pada perekonomian negara dan pelayaran secara keseluruhan akan merasakan akibatnya.

Kongesti/kemacetan pelabuhan akan timbul apabila kapasitas pelabuhan tidak sebanding dengan jumlah kapal dan barang yang akan masuk ke pelabuhan untuk melakukan kegiatan bongkar muat yang ditandai oleh indikator kinerja pelabuhan.

Berdasarkan studi literasi UNCTAD berikut adalah beberapa solusi mengatasi kongesti di pelabuhan dapat dilakukan dengan.

- 1) Pemakaian pelabuhan lain yang berada di dekat pelabuhan
- 2) Pemakaian kapal jenis lain
- 3) Melakukan perubahan dalam peraturan dan undang-undang sehingga barang lebih mudah keluar atau masuk pelabuhan
- 4) Indikasi untuk pengembangan pelabuhan (perluasan atau pengembangan baru).

Dengan kata lain kongesti juga dapat menjadi solusi bagi terminal petikemas yang mengalami *underwork* dengan melakukan kerjasama perusahaan dalam melakukan ekspansi pelabuhan yang pada akhirnya akan menguntungkan perekonomian negara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Sejak awal beroperasi, Terminal Petikemas PT.X telah memfokuskan layanannya dengan pelanggan. Terakreditasi ISO-9001: 2008 standar kualitas yang disertifikasi oleh PT Lloyd Register Indonesia (UKAS Quality Management), Terminal Petikemas berusaha untuk memberikan yang terbaik dalam layanan penanganan petikemas di Jakarta selama 7 hari kerja dan 24 jam setiap harinya. Model simulasi menggunakan metode multiphase-multichannel dengan jumlah tambatan sebanyak 3 dengan dermaga sepanjang 650 meter, kedalaman kolam -40 meter, kedalaman alur -14 meter, kapasitas *Container Yard* 5628 *ground slot*, *Container Yard Reefer* 310 *ground slot*, 6 *gate in* dan 6 *gate out*. Total dari kapasitas penumpukan TPK Koja adalah 12.288 TEU untuk *dry container* dan 72 TEU untuk *reefer container*.

Dalam tugas akhir ini dengan memodelkan sistem pelayanan yang ada dan mengembangkannya dalam upaya mencari skenario yang terbaik mungkin untuk menghadapi pelayanan yang akan terjadi pada kondisi tahun 2028. Dari hasil analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya diperoleh kesimpulan antara lain sebagai berikut.

1. Kinerja operasional pelabuhan dan bongkar muat di Terminal PT.X kondisi 2015 hingga saat ini memiliki rata-rata antara lain: nilai *Berth Occupancy Ratio* (BOR) adalah 58.44%, nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR) adalah 46.60%, dan nilai B/C/H sebesar 19.61 box/jam. Standar nilai BOR yang ditetapkan oleh DJPL yaitu 70%, standar nilai YOR yang ditetapkan oleh DJPL yaitu 65%, dan standar nilai B/C/H sebesar 24box/jam sehingga kondisi fasilitas pelabuhan Terminal PT.X saat ini dalam kategori baik namun perlu optimasi pada kecepatan peralatan agar nilai *berthing time* dapat lebih maksimal.

2. Prediksi jumlah kedatangan kapal tahun 2028 menggunakan analisis regresi linear adalah sebesar 852 unit. Prediksi arus petikemas Terminal PT.X tahun 2028 adalah 955,003 TEUs.
3. Model simulasi pelayanan bongkar muat pada kondisi eksisting menghasilkan data perbandingan *berthing time* aktual. Hasil pemodelan dari model berdasarkan prediksi untuk tahun 2028 dengan running sebanyak 8 replikasi menghasilkan perhitungan *Berth Occupancy Ratio* sebesar 57,67 % dan *Berthing Time* selama 22.31 jam. Kemudian dilakukan skenario optimasi untuk mengoptimalkan *berthing time* dengan 3 skenario berbeda. Dari ketiga skenario, didapat hasil paling optimal yaitu skenario 3 dengan menambahkan dengan menambahkan 1 unit QCC di dermaga C dan 1 unit RTG di dermaga B dan C pada model menghasilkan nilai BOR terkecil yaitu sebesar 52.49% berada di angka 17.51% dibawah standar dan rata-rata *berthing time* 18.88 jam. Dengan demikian nilai BOR sudah memenuhi standar dan nilai *berthing time* memiliki selisih sebesar 3 jam 45 menit lebih cepat dari rata-rata.

5.2 Saran

Dilihat dari kesimpulan pengolahan data dalam penelitian ini, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Hasil dari studi ini dapat dilanjutkan dengan optimasi pemilihan pengembangan pelabuhan Terminal PT.X baik fasilitas pelabuhannya maupun peralatan bongkar muatnya dengan juga mempertimbangkan faktor biaya.
2. Dalam melakukan skenario pengembangan disarankan menggunakan data *forecasting*(peramalan) harian agar lebih akurat dalam melakukan prediksi sehingga skenario pengembangan semakin efisien.
3. Pengembangan pelabuhan yang baik akan menaikkan perekonomian negara , sebagai pertimbangan perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap peraturan dan undang-undang sehingga barang lebih mudah keluar atau masuk pelabuhan yang nantinya akan menguntungkan negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Amril dan Logahan.M. J., 2016, *Pengaruh Pelayanan Kapal, Peralatan Bongkar Muat dan Operator Bongkar Muat Terhadap Kinerja Terminal Peti Kemas di JICT Tanjung Priok*, Institut Bisnis dan Multimedia ASMI.
- Aqmarinaa A. and Achjara N, 2017, *Determinants of Port Case Study of 4 Main Ports in Indonesia (2005–2015)*. Department of Economics, Universitas Indonesia.
- Indah, Nutfah S, 2007, *Analisa Kinerja dan Efektifitas Bongkar Muat Pada Terminal Peti Kemas (TPK) Koja*.
- Jumawan., 2018, *Analisa Kinerja Fasilitas dan Peralatan Bongkar Muat di Terminal Peti Kemas Semarang*, Tugas Akhir ITS.
- Kelton, W David., Sadowski, P Randall., & Zupick, B Nancy. (2014). *Simulation with ARENA*, Mc Graw Hill, Boston.
- Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : UM.002/38/18/DJPL-11
Tentang *Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Direktur Jendral Pehubungan Laut*.
- Khusyairi, A. dan Hisyam, E. P., 2016. *Analisis Kinerja Pelayanan Operasional Peti Kemas di Pelabuhan Pangkalanbalam Kota Pangkalpinang*, *Jurnal Profil*, Vol. 4, No. 2, Hal. 74-86.
- Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor : HK.103/2/2/DJPL-17
Tentang *Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan*.

QMIPA Laboratory ,2018, . *Arena Training Module 2018*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Rivaldi. A. Z, 2019, *Analisa Kinerja Fasilitas dan Peralatan Bongkar Muat di Terminal Peti Kemas Surabaya* Tugas Akhir ITS.

Ribinson, 2004, *Simulation : The Practice of Model Development and Use*, Wiley.

Siswanto, N., Latiffianti, E., & Wiranto, S. E. (2018). *Simulasi Sistem Diskrit*.

Supriyono, 2010, *Analisa Kinerja Terminal Peti Kemas di Tanjung Perak Surabaya*.

Susanto B., 2014, *Revolusi Transportasi . Jakarta (Indonesia)*. PT Gramedia Pustaka Utama

Triatmodjo, B.,2009, *Perencanaan Pelabuhan*, Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 2011. *Analisis Kapasitas Pelayanan Terminal Peti Kemas Semarang* .Seminar Nasional-1. Vol.1, Universitas Sumatera Utara

LAMPIRAN I
TIMELINE Pengerjaan Tugas Akhir

RENCANA JADWAL Pengerjaan Tugas Akhir

NO	KEGIATAN	BULAN																			
		SEPTEMBER				OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER				JANUARI			
		MINGGU KE-				MINGGU KE-				MINGGU KE-				MINGGU KE-				MINGGU KE-			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																				
2	Menentukan Latar Belakang dan Rumusan Masalah																				
3	Menentukan Calon Dosen Pembimbing																				
4	Asistensi P1																				
5	Fiksasi Judul																				
6	Pengerjaan P1																				
7	Pendaftaran P1																				
8	Pengumpulan Data																				
9	Sidang P1																				
10	Pengerjaan Revisi P1																				
11	Pemodelan Kondisi Eksisting dengan Software																				
12	Pengerjaan P2																				
13	Asistensi P2																				
14	Pendaftaran P2																				
15	Sidang P2																				
16	Pengerjaan Revisi P2																				
17	Pengerjaan P3																				
18	Asistensi P3																				
19	Pendaftaran P3																				
20	Sidang P3																				
21	Penyelesaian Revisi P3																				
Keterangan																					
Pengerjaan P1																					
Pengerjaan P2																					
pengerjaan P3																					
Sidang																					

LAMPIRAN II
DATA KEDATANGAN KAPAL

DATA KEDATANGAN KAPAL

NO	NAMA KAPAL	CO/VSL/VOY	ARRIVAL (DATE)	ARRIVAL (HOUR)	INTERVAL KEDATANGAN (HARI)	INTERVAL KEDATANGAN (JAM)
22	TELAGA MAS	TEM/GAMAS/0217	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
33	MERATUS KATINGAN	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
34	ICON BRAVO	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
36	JALES MAS	TEM/LEMAS/0217	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
67	ICON CORINTUS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
168	BALI KUTE	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
169	LAGUN MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
190	ARMADA SENADA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
196	MARE MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
206	MARE MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
207	LAGUN MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
212	TITANIUM	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
288	TASIK MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
290	KANNON BARU	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
292	ICON BRAVO	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
298	LAGOA MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
299	MARE MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
300	JML ABADI	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
302	LAGUN MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
305	ICON CORINTUS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
308	OOCL QUANGZHOU	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00

NO	NAMA KAPAL	CO/VSL/VOY	ARRIVAL (DATE)	ARRIVAL (HOUR)	INTERVAL KEDATANGAN (HARI)	INTERVAL KEDATANGAN (JAM)
309	ORIENTAL SAMUDRA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
310	PULAU LAYANG	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
484	ORIENTAL PACIFIC	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
579	UMBUL MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
580	ORIENTAL SAMUDERA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
604	MSC SARISKA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
647	JPO VIRGO	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
650	ORIENTAL SAMUDERA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
651	ICON CORINTUS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
653	LAGOA MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
657	ORIENTAL PACIFIC	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
658	TITANIUM	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
659	TG ATHENA	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
662	PHONIEX	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
666	UMBUL MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
667	MERATUS KATINGAN	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
669	LAGOA MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
671	KM. DERADJAT	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
672	ICON BRAVO	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00

NO	NAMA KAPAL	CO/VSL/VOY	ARRIVAL (DATE)	ARRIVAL (HOUR)	INTERVAL KEDATANGAN (HARI)	INTERVAL KEDATANGAN (JAM)
686	LAGOA MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
687	ORIENTAL PACIFIC	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
689	MARE MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	0.00	0.00
716	LAGOA MAS	0	1/0/1900	12:00:00 AM	42735.40	1025649.50
1	SITC INCHON	SITC/INCONG/1701N	12/31/2016	9:30:00 AM	0.17	4.00
3	AVA D	OOCL/AVAD/086W	12/31/2016	1:30:00 PM	2.90	69.60
5	STADT ROSTOCK	TSLC/STADRO/16011N	1/3/2017	11:06:00 AM	0.15	3.60
6	OOCL AUSTRALIA	OOCL/TRLIA/152N	1/3/2017	2:42:00 PM	5.04	121.00
13	PERTH BRIDGE	SITC/PERBRI/1701N	1/8/2017	3:42:00 PM	0.07	1.80
14	QINGDAO	KMDC/QINGDO/1613N	1/8/2017	5:30:00 PM	0.23	5.50
15	PRATIWI INDAH	SPIL/PRATIN/24	1/8/2017	11:00:00 PM	0.47	11.30
16	IRENES RELIANCE	KMDC/IRENEL/1604N	1/9/2017	10:18:00 AM	0.70	16.70
17	ICON BRAVO	ICL/BRAV/1701S	1/10/2017	3:00:00 AM	0.46	11.00
19	OOCL QUANGZHOU	OOCL/QUANZO/079N	1/10/2017	2:00:00 PM	0.45	10.70
18	LAGUN MAS	TEM/GUNMAS/0217	1/11/2017	12:42:00 AM	0.73	17.60
20	MSC GIORGIA	MSC/GORGIA/HC701A	1/11/2017	6:18:00 PM	1.70	40.90
21	OOCL LE HAVRE	OOCL/HAVRE/0080S	1/13/2017	11:12:00 AM	0.72	17.30
23	SITC HAKATA	SITC/HAKATA/1701N	1/14/2017	4:30:00 AM	0.13	3.20
24	MSC PYLLOS	MSC/PYLOS/HY702R	1/14/2017	7:42:00 AM	0.08	2.00
25	AVA D	OOCL/AVAD/088W	1/14/2017	9:42:00 AM	1.10	26.50
26	UMBUL MAS	TEMU/UMBUMA/0117	1/15/2017	12:12:00 PM	0.18	4.30
27	RYUJIN NAKIRA	KMDC/NAKIRA/1603N	1/15/2017	4:30:00 PM	0.85	20.40

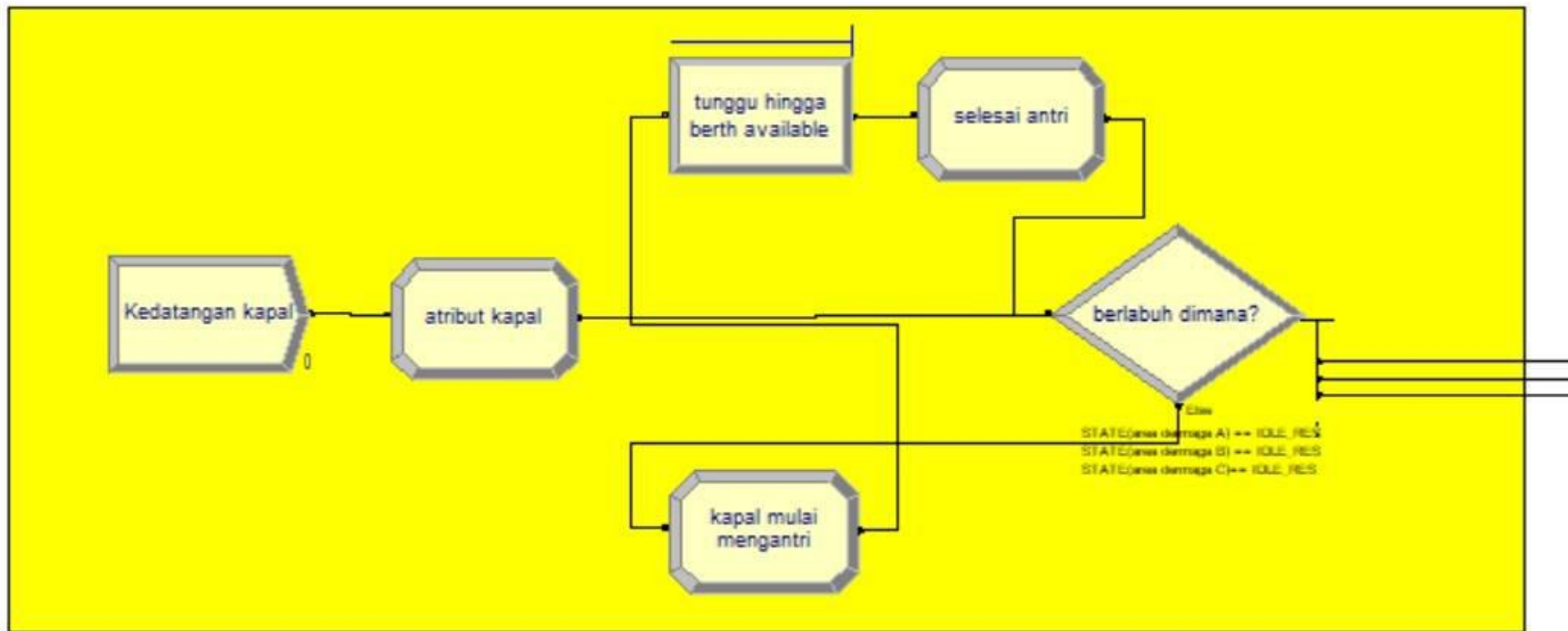
NO	NAMA KAPAL	CO/VSL/VOY	ARRIVAL (DATE)	ARRIVAL (HOUR)	INTERVAL KEDATANGAN (HARI)	INTERVAL KEDATANGAN (JAM)
28	ARMADA SENADA	SPIL/ARSENA/01	1/16/2017	12:54:00 PM	0.14	3.30
29	ICON CORINTUS	ICL/CONTOR/002N	1/16/2017	4:12:00 PM	0.33	7.90
31	PORKLANG VOYAGER	SKRC/PLAGER/0004N	1/17/2017	12:06:00 AM	0.01	0.30
30	MARE MAS	TEM/MARMAS/0317	1/17/2017	12:24:00 AM	0.72	17.30
32	OOCL NAGOYA	OOCL/NAGOYA/087N	1/17/2017	5:42:00 PM	2.45	58.70
35	JPO VIRGO	CSCL/JPOVIR/011S	1/20/2017	4:24:00 AM	0.11	2.60
37	TG ATHENA	MSC/ATHENA/HY703R	1/20/2017	7:00:00 AM	0.96	23.00
680	MARIA PIA	MSC/MARPIA/HY750R	12/15/2017	8:54:00 PM	0.00	0.10
682	COSCO ADEN	CSEV/COSDEN/034N	12/15/2017	9:00:00 PM	0.93	22.20
683	BRIGHT LAEM CHABANG	SITC/BABANG/1739N	12/16/2017	7:12:00 PM	0.47	11.28
684	MSC DESIREE	MSC/DESIRE/SF748R	12/17/2017	6:29:00 AM	0.35	8.32
685	APL PHOENIX	CMA/APLPHO/147TUE	12/17/2017	2:48:00 PM	1.09	26.20
688	KMTC MANILLA	KMDC/NILA/1710N	12/18/2017	5:00:00 PM	0.78	18.70
691	NAVIOS TEMPO	COS/TEMPO/009N	12/19/2017	11:42:00 AM	0.01	0.20
690	OOCL NAGOYA	OOCL/NAGOYA/099N	12/19/2017	11:54:00 AM	0.17	4.10
692	RYUJIN NAKIRA	KMDC/NAKIRA/1712N	12/19/2017	4:00:00 PM	1.92	46.00
693	WARIH MAS	TEM/WARMAS/7517	12/21/2017	2:00:00 PM	0.55	13.20
694	CPO JACKSONVILLE	UACC/CPOJAK/1751S	12/22/2017	3:12:00 AM	0.17	4.10
695	TG ATHENA	MSC/ATHENA/HY751R	12/22/2017	7:18:00 AM	0.38	9.10
696	SITC HAIPHONG	SITC/SITCHA/1741N	12/22/2017	4:24:00 PM	0.97	23.20
697	MSC ROSARIA	MSC/ROSARI/SF749R	12/23/2017	3:36:00 PM	0.00	0.10
698	ICON CORINTUS	ICL/CORIN/032S	12/23/2017	3:42:00 PM	0.22	5.30

NO	NAMA KAPAL	CO/VSL/VOY	ARRIVAL (DATE)	ARRIVAL (HOUR)	INTERVAL KEDATANGAN (HARI)	INTERVAL KEDATANGAN (JAM)

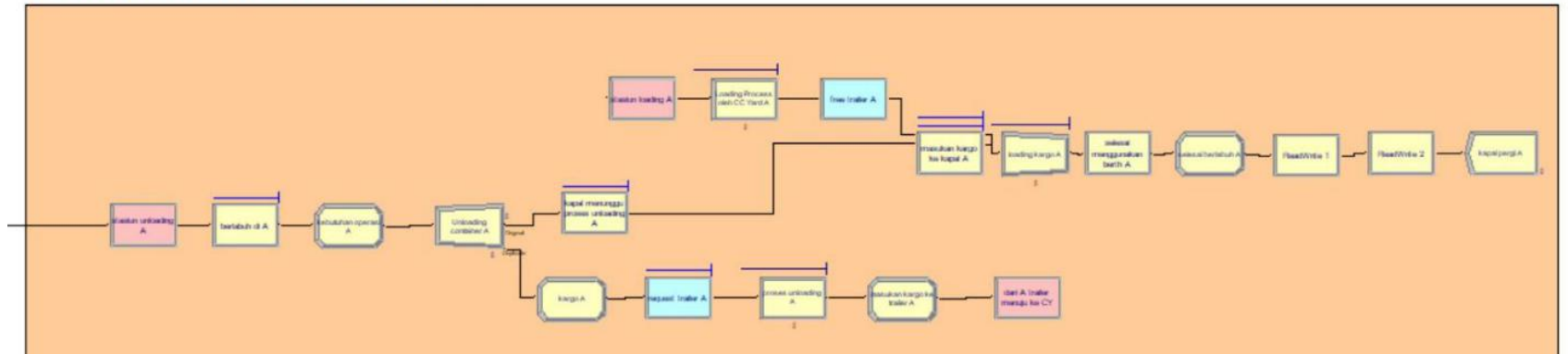
707	TELAGA MAS	TEM/TLGMAS/6917	12/28/2017	9:54:00 AM	0.61	14.60
710	MARIA PIA	MSC/MARIA/HY752R	12/29/2017	12:30:00 AM	0.00	0.00
715	MSC ROSARIA	MSC/MARIA/HY752R	12/29/2017	12:30:00 AM	0.26	6.30
712	ARMADA SEGARA	SAP/ARGARA/039	12/29/2017	6:48:00 AM	0.08	1.80
711	OOCL LE HAVRE	OOCL/HAVRE/0090S	12/29/2017	8:36:00 AM	0.37	8.90
713	SITC PYEONGTAEK	SITC/YONTEK/1729N	12/29/2017	5:30:00 PM	1.01	24.30
714	ARCA BRIDGE	CIKS/ARICA/1708N	12/30/2017	5:48:00 PM	32791.82	787003.68
537	ORIENTAL SAMUDERA	SAP/ORIDRA/18	10/12/2017	1:29:00 PM	5.30	127.32
548	CSCL MANZANILLO	COS/CSNILO/0165N	10/17/2017	8:48:00 PM	36.78	882.70
629	ORIENTAL SAMUDERA	SPIL/ORISAM/22	11/23/2017	3:30:00 PM	20.90	501.50
675	BALI GIANYAR	SAP/BALI/39	12/14/2017	1:00:00 PM	75954.54	1822909.00
4	UMBUL MAS	TEM/UMBUMA/5816	01/01/2017	20:12:00PM	0.00	0.00
701	CMA CGM PELLEAS	CMA/PELEAS/151TUE	24/21/2107 08:42		0.00	0.00
502	TR ATHOS	CIKS/TRATOS/1708N	28/09/2017	008:06	0.00	0.00
57	OOCL AUSTRALIA	OOCL/TRLIA/153N	31/02/2017 15:16		0.00	0.00
2	MSC PYLLOS	MSC/PYLOS/HY652R	31/12/2017 07:00		0.00	0.00

LAMPIRAN III
MODEL SIMULASI SOFTWARE ARENA
TERMINAL PETIKEMAS PT.X

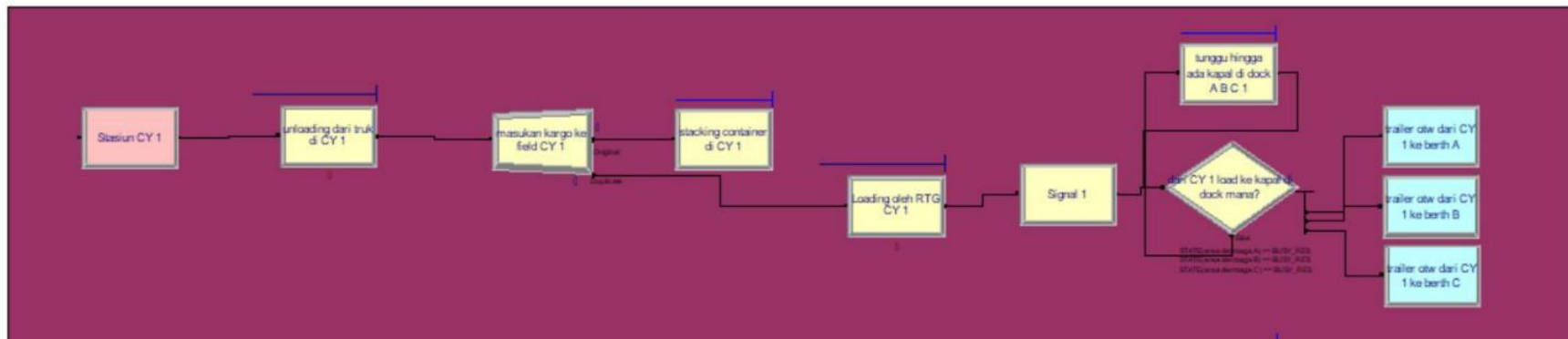
SHIP ARRIVAL



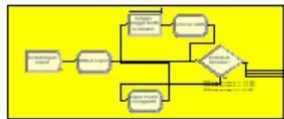
BERTHING DOCK



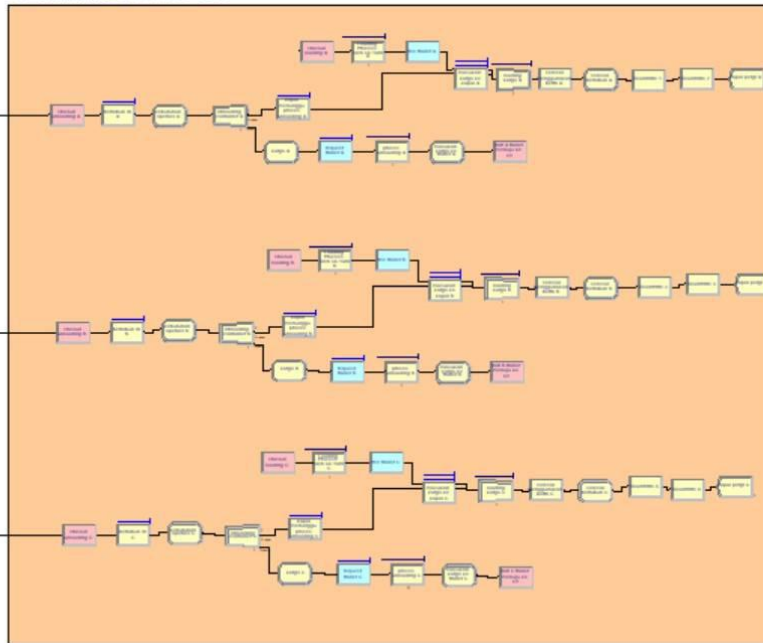
CONTAINER YARD



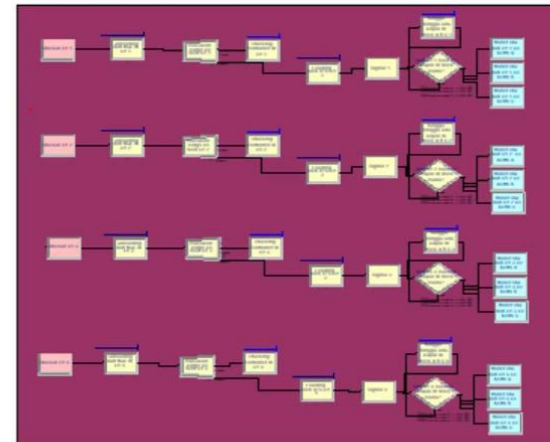
SHIP ARRIVAL



BERTHING DOCK



CONTAINER YARD



LAMPIRAN IV
OUTPUT PERHITUNGAN SOFTWARE ARENA

VALIDASI PERHITUNGAN ANOVA

Replikasi	Rata-rata Berthing time	
	simulasi	Aktual
1	21.8699178	13.975
2	23.6937306	16.128
3	22.5275014	16.874
4	21.6478474	18.6614
5	19.250902	29.281
6	21.920924	18.677
7	21.9382719	29.672
8	25.6508861	19.675

H0: $\mu_1 = \mu_2$

HA: $\mu_1 \neq \mu_2$

terima

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	<i>simulasi</i>	<i>Aktual</i>
Mean	22.3125	20.36793
Variance	3.343321	34.75918
Observations	8	8
Pooled Variance	19.05125	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	14	
t Stat	0.89103	
P(T<=t) one-tail	0.193985	
t Critical one-tail	1.76131	
P(T<=t) two-tail	0.38797	
t Critical two-tail	2.144787	

TUKER KRAMER PERHITUNGAN ANOVA

Berthing Time

Group	Sample Mean	Sample Size	Comparison	Absolute Difference	Std. Error of Difference	Critical Range	Results are NOT valid until Q Statistic is entered into B15
1: Simulasi	22.3125	8	Group 1 to Group 2	1.792553	0.68256503	0	Means are different
2: Scenario 1	20.51995	8	Group 1 to Group 3	1.242829	0.68256503	0	Means are different
3: Scenario 2	21.06967	8	Group 1 to Group 4	3.436532	0.68256503	0	Means are different
4: Scenario 3	18.87597	8	Group 2 to Group 3	0.549724	0.68256503	0	Means are different
			Group 2 to Group 4	1.64398	0.68256503	0	Means are different
			Group 3 to Group 4	2.193704	0.68256503	0	Means are different

Other Data	
Level of significance	0.05
Numerator d.f.	4
Denominator d.f.	28
MSW	3.72716
Q Statistic	

PERHITUNGAN ANOVA

Berthing Time

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
			22.3124976	
Simulasi	8	178.499981	3	3.3433
		164.159560	20.5199450	
Scenario 1	8	3	3	1.9014
			21.0696691	
Scenario 2	8	168.557353	2	5.2628
		151.007721	18.8759651	
Scenario 3	8	1	4	4.4011

Calculations	
<i>c</i>	4
<i>n</i>	32

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	48.7697	3	16.2566	4.3616	0.012	2.946
Within Groups	104.360	28	3.7272		2	7
Total	153.130	31				

Level of significance

0.05

BIODATA PENULIS



Enggar Banyu Biru adalah penulis dari tugas akhir ini. Lahir pada tanggal 22 April 1998 di Jakarta. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis memulai pendidikan dari SDN 05 Bambu Apus (lulus tahun 2010), kemudian melanjutkan pendidikan SMPN 81 Jakarta (lulus tahun 2013) dan SMAN 48 Jakarta (lulus tahun 2016) hingga akhirnya bisa melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK) – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi HIMATEKLA FTK ITS sebagai Staff di tahun 2016 dan menjadi Ketua Divisi Jurnalistik 2018-2019, kemudian aktif mengikuti kegiatan UKM Flagfootball sebagai Manajer sejak tahun 2016-2018. Penulis juga aktif di Big Event OCEANO sebagai staff Sponsorship di tahun 2018 dan tahun 2019 sebagai Sekretaris. Selain aktif di Big Event Jurusan penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan Big Event ITS EXPO sebagai Staff Sponsorship. Selain itu penulis juga pernah mengikuti kompetisi futsal Diesnatalis dan IFC.

Penulis mengakhiri masa kuliah dengan mengukir tugas akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Operasional dan Utilitas Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta Utara”. Informasi mengenai tugas akhir ini dapat ditujukan ke email: enggarbanyubiru@gmail.com

