

TUGAS AKHIR

**SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT
KAPAL UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU
(*WAITING TIME*) MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA*
(Studi Kasus : PT. Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak,
Divisi Terminal Jamrud, Surabaya)**



Disusun Oleh :

DAVID HIZKIA WARDANA

NBI : 1411900092

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

TUGAS AKHIR

**SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT
KAPAL UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU
(*WAITING TIME*) MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA***

**(Studi Kasus : PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak,
Divisi Terminal Jamrud, Surabaya)**



Disusun oleh :

David Hizkia Wardana

NBI : 1411900092

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

**SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT
KAPAL UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU
(*WAITING TIME*) MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA***

**(Studi Kasus : PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak,
Divisi Terminal Jamrud, Surabaya)**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) dalam Ilmu Teknik Industri
pada Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**

Disusun oleh :

**David Hizkia Wardana
NBI : 1411900092**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

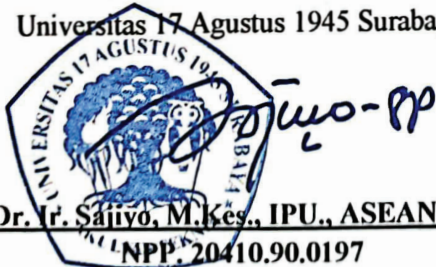
Nama : David Hizkia Wardana
NBI : 1411900092
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tugas Akhir : SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT KAPAL UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU (*WAITING TIME*) MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA* (Studi Kasus : PT Pelindo (Persero) Cabang Tanjung Perak Divisi Terminal Jamrud, Surabaya)

Tugas Akhir ini telah disetujui
Tanggal 7 Juni 2023
Mengetahui/Menyetujui,
Dosen Pembimbing



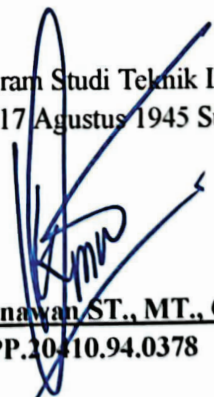
Herlina, ST., MT
NPP. 20410.15.0679

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Hery Murnawan ST., MT., CSCA
NPP. 20410.94.0378

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Nama : David Hizkia Wardana
NBI : 1411900092
Prodi : Teknik Industri
Judul TA : SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT KAPAL UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU (*WAITING TIME*) MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA* (Studi Kasus : PT Pelindo (Persero) Cabang Tanjung Perak Divisi Terminal Jamrud, Surabaya)

Tugas Akhir telah diuji pada : Tanggal 7 Juni 2023

Panitia Penguji Tugas Akhir Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas
Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua	Herlina, ST., MT	NPP : 20410.15.0679
Anggota	Erni Puspitanantasari Putri, ST., M.Eng., Ph.D	NPP : 20410.96.0479
Anggota	Ir. Asmungi, MT	NPP : 20410.96.0442

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Hizkia Wardana
NBI : 1411900092
Program Studi : Teknik Industri

menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT KAPAL
UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU (*WAITING TIME*)
MENGUNAKAN *SOFTWARE ARENA*”**

**(Studi Kasus : PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak, Divisi
Terminal Jamrud, Surabaya)**

adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 7 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



David Hizkia Wardana
David Hizkia Wardana
NBI. 1411900092



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP.031 593 1800 (Ext.311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : David Hizkia Wardana

NBI/NPM : 1411900092

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Industri

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul :

**“SIMULASI SISTEM PELAYANAN BONGKAR MUAT KAPAL
UNTUK MENGURANGI WAKTU TUNGGU (*WAITING TIME*)
MENGUNAKAN *SOFTWARE ARENA*”**

**(Studi Kasus : PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak, Divisi
Terminal Jamrud, Surabaya)**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada tanggal : 7 Juni 2023

Yang Menyatakan,



(David Hizkia Wardana)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Simulasi Sistem Pelayanan Bongkar Muat Kapal Untuk Mengurangi Waktu Tunggu (*Waiting Time*) Menggunakan *Software Arena*” (Studi Kasus : PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak, Divisi Terminal Jamrud, Surabaya).

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Tugas Akhir ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang telah didapatkan pada bangku perkuliahan di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Pada kesempatan ini ijin penulis untuk mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan, bimbingan, masukan dan arahan dari berbagai pihak yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Dr. H, Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPAL selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng selaku dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Hery Murnawan ST., MT., CSCA selaku ketua Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Herlina, ST., MT selaku dosen pembimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Made Rusli Suniajaya selaku *Branch manager* Jamrud Nilam Mirah yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di PT Pelindo (Persero), Cabang Tanjung Perak, Divisi Terminal Jamrud, Surabaya.
6. Bapak Dimas Wibowo selaku *Branch manager* grup A Jamrud yang telah mengizinkan bergabung dan memberikan arahan selama penelitian.
7. Bapak Ari Wardana selaku *Chief Foreman* grup A Jamrud yang telah mengizinkan bergabung dan memberikan arahan selama penelitian.
8. Bapak Aditya selaku pembimbing eksternal yang telah membantu penulis dalam melakukan pengumpulan data.

9. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan tentunya terdapat kekurangan, kesalahan dan keterbatasan penulis, untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar – besarnya. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun dalam laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun dari berbagai pihak.

Surabaya, 7 Juni 2023

David Hizkia Wardana
NBI. 1411900092

ABSTRAK

PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud merupakan anak perusahaan dari BUMN PT Pelabuhan Indonesia (Persero). Perusahaan ini mempunyai tugas untuk mengatur dan mengelola entitas bisnis kepelabuhan dalam bidang operasi terminal *multipurpose* di Indonesia. Dalam proses pelayanan bongkar muat kapal didapatkan permasalahan yaitu lamanya proses bongkar muat kapal yang menyebabkan waktu tunggu (*waiting time*) yang lama. Kapal yang menunggu antrian untuk mendapatkan pelayanan bongkar muat bisa menunggu paling lama sekitar 138 jam yang kemudian bisa mendapatkan pelayanan untuk proses bongkar muat kapal. Terdapat antrian yang panjang dari tanggal 15 Oktober sampai dengan 21 Oktober dengan kapal yang menunggu antrian untuk dilayani sebanyak 9 – 13 kapal. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu rata-rata pelayanan kapal serta untuk mengurangi waktu tunggu (*waiting time*) kapal. Sasaran atau ruang lingkup yang dituju yaitu di divisi terminal jamrud utara dan jamrud barat yang digunakan untuk bongkar muat internasional. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu metode simulasi diskrit dengan menggunakan *software* Arena. Didapatkan hasil *number out* dari simulasi *software* Arena pada skenario awal sebesar 39 kapal. Dilakukan beberapa skenario perbaikan dan didapatkan skenario perbaikan yang terbaik yaitu perbaikan ke-3 dengan menambahkan 3 server serta didapatkan *number out* sebesar 40 kapal.

Kata Kunci : Simulasi, Pelabuhan, Arena, Bongkar Muat

ABSTRACT

PT Pelindo (Persero) branch of Tanjung Perak, the Jamrud Terminal division is a subsidiary of BUMN PT Pelabuhan Indonesia (Persero). This company has the duty to regulate and manage port business entities in the field of multipurpose terminal operations in Indonesia. In the process of loading and unloading services, problems are found, namely the length of the loading and unloading process which causes long waiting times. Ships waiting in line to get loading and unloading services can wait a maximum of about 138 hours, which can then get services for the loading and unloading process. There were long queues from 15 October to 21 October with 9-13 ships waiting to be served. The purpose of this research is to find out the average length of ship service time and to reduce ship waiting time. The intended target or scope is the North Jamrud and West Jamrud terminal divisions which are used for international loading and unloading. The method used to solve this problem is a discrete simulation method using the Arena software. Number out results were obtained from the Arena software simulation in the initial scenario of 39 ships. Several repair scenarios were carried out and the best repair scenario was obtained, namely the 3rd repair by adding 3 servers and obtaining a number out of 40 ships.

Keywords : *Simulation, Port, Arena, Loading and Unloading*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	10
1.4.1 Batasan Masalah.....	10
1.4.2 Asumsi.....	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud.....	11
2.2 Bongkar Muat.....	11
2.2.1 Prosedur Bongkar Muat	11
2.2.2 Alat Bongkar Muat.....	12
2.3 Pelabuhan	13
2.3.1 Fungsi Pelabuhan	13

2.4 Sistem	14
2.4.1 Elemen-elemen Sistem	14
2.4.2 Variabel Sistem	15
2.5 Teori Antrian	16
2.6 Elemen – Elemen Pokok Sistem Antrian	16
2.7 Proses Antrian	17
2.8 Disiplin Antrian.....	17
2.9 Model-model Antrian.....	18
2.10 Model	19
2.11 Populasi dan Sampel	20
2.12 Probabilitas.....	20
2.13 Pola Distribusi.....	21
2.14 Simulasi.....	22
2.14.1 Aspek-aspek dalam Simulasi	23
2.14.2 Kelebihan Simulasi	24
2.14.3 Kelemahan Simulasi.....	24
2.15 ACD (<i>Activity Cycle Diagram</i>)	24
2.16 <i>Rich Picture</i>	25
2.17 Verifikasi dan Validasi.....	25
2.18 Skenariosasi.....	26
2.19 Replikasi.....	26
2.20 <i>Software Arena</i>	26
2.20.1 Distribusi Data pada Simulasi Arena	27
2.20.2 <i>Input Analyzer</i>	28
2.20.3 <i>Tools Software Arena</i>	28
2.21 Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	35
3.2 Jenis Penelitian.....	37
3.3 Waktu dan Tempat Penelitan	37

3.4 Tahapan Penelitian	37
3.4.1 Studi Lapangan dan Studi Literatur.....	37
3.4.2 Pengumpulan Data	37
3.4.3 Pengolahan Data.....	37
3.4.4 Membuat Model Konseptual/ <i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD)	39
3.4.5 Melakukan Perhitungan Untuk Mendapatkan Nilai Probabilitas	39
3.4.6 Pengolahan Data Menggunakan <i>Software Arena</i>	39
3.4.7 Input Data <i>Analyzer</i>	39
3.4.8 Membuat Model Simulasi Dengan <i>Software Arena</i>	39
3.4.9 Memasukkan Beberapa Modul <i>Software Arena</i>	39
3.4.10 <i>Run Model</i>	39
3.4.11 Verifikasi.....	40
3.4.12 Validasi	40
3.4.13 Analisis Hasil Output	40
3.4.14 Mendesain dan Mengembangkan Beberapa Skenario Perbaikan.....	40
3.4.15 Analisis Hasil Output Setelah Perbaikan.....	40
3.4.16 Kesimpulan dan Saran.....	40
3.5 Teknik Pengumpulan Data	41
3.6 Jadwal Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data	43
4.1.1 Deskripsi Sistem.....	43
4.1.2 Komponen Sistem	43
4.1.3 Proses Sistem	44
4.1.4 Hasil dari Sistem	44
4.1.5 <i>Rich Pictures</i>	45
4.1.6 ACD (<i>Activity Cycle Diagram</i>).....	46
4.1.7 Data Waktu Antrian Kedatangan Kapal	48
4.1.8 Perhitungan	56
4.1.9 Hasil Distribusi Data dengan <i>Input Analyzer</i>	58

4.1.10 Skenario Simulasi <i>Software Arena</i>	64
4.1.11 Logika Pemodelan Pelayanan Kapal dengan <i>Software Arena</i>	64
4.1.12 Verifikasi dan Validasi Model Sistem <i>Software Arena</i>	65
4.1.13 Penentuan Jumlah Replikasi.....	66
4.1.14 Model <i>Software Arena</i>	68
4.1.15 Hasil Output dengan <i>Software Arena</i>	76
4.1.16 Skenario Perbaikan dengan Menggunakan <i>Software Arena</i>	80
4.1.17 Skenario Perbaikan Penambahan Satu Server.....	82
4.1.18 Hasil Output Skenario Perbaikan Penambahan Satu Server	90
4.1.19 Skenario Perbaikan Penambahan Dua Server	94
4.1.20 Hasil Output Skenario Perbaikan Penambahan Dua Server.....	103
4.1.21 Skenario Perbaikan Penambahan Tiga Server.....	108
4.1.22 Hasil Output Skenario Perbaikan Penambahan Tiga Server	118
4.2 Analisis Data dan Pembahasan	122
4.2.1 Analisis Data	122
4.2.2 Pembahasan.....	129
BAB V PENUTUP.....	139
5.1 Kesimpulan	139
5.2 Saran.....	139
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN.....	143
BIOGRAFI.....	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Single channel - single phase</i>	18
Gambar 2. 2 <i>Multichannel - single phase</i>	18
Gambar 2. 3 <i>Multichannel - Multiphase</i>	18
Gambar 2. 4 <i>Single channel - multiphase</i>	19
Gambar 2. 5 <i>Menu bar Arena</i>	28
Gambar 2. 6 <i>Menu project bar</i>	29
Gambar 3. 1 <i>Flowchart metode penelitian</i>	35
Gambar 3. 2 <i>Flowchart metode penelitian (lanjutan)</i>	36
Gambar 4. 1 <i>Rich Picture sistem antrian pelayanan pada PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud</i>	45
Gambar 4. 2 <i>ACD sistem antrian pelayanan pada PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud</i>	46
Gambar 4. 3 <i>Pola distribusi WAD</i>	59
Gambar 4. 4 <i>Pola distribusi WP1</i>	60
Gambar 4. 5 <i>Pola distribusi WP2</i>	61
Gambar 4. 6 <i>Pola distribusi WP3</i>	62
Gambar 4. 7 <i>Pola distribusi WP4</i>	63
Gambar 4. 8 <i>Pola distribusi WP5</i>	64
Gambar 4. 9 <i>Logika pemodelan pelayanan kapal</i>	65
Gambar 4. 10 <i>Pengecekan Model</i>	66
Gambar 4. 11 <i>Arrive</i>	68
Gambar 4. 12 <i>Chance</i>	69
Gambar 4. 13 <i>Server 1</i>	69
Gambar 4. 14 <i>Server 2</i>	70
Gambar 4. 15 <i>Server 3</i>	70
Gambar 4. 16 <i>Server 4</i>	71
Gambar 4. 17 <i>Server 5</i>	71
Gambar 4. 18 <i>Depart</i>	72
Gambar 4. 19 <i>Simulate</i>	72
Gambar 4. 20 <i>Model Sistem keseluruhan</i>	73
Gambar 4. 21 <i>Pengecekan model</i>	74
Gambar 4. 22 <i>Hasil uji validasi</i>	75
Gambar 4. 23 <i>Key performance indicators</i>	76
Gambar 4. 24 <i>Hasil queue</i>	76
Gambar 4. 25 <i>Hasil resources</i>	77
Gambar 4. 26 <i>Hasil resources (lanjutan)</i>	78
Gambar 4. 27 <i>Skenario perbaikan ke-1</i>	80
Gambar 4. 28 <i>Skenario perbaikan ke-2</i>	81

Gambar 4. 29 Skenario perbaikan ke-3	81
Gambar 4. 30 <i>Arrive</i> skenario perbaikan ke-1	82
Gambar 4. 31 <i>Chance</i> skenario perbaikan ke-1	82
Gambar 4. 32 Server 1 skenario perbaikan ke-1	83
Gambar 4. 33 Server 2 skenario perbaikan ke-1	84
Gambar 4. 34 Server 3 skenario perbaikan ke-1	84
Gambar 4. 35 Server 4 skenario perbaikan ke-1	85
Gambar 4. 36 Server 5 skenario perbaikan ke-1	85
Gambar 4. 37 Server 6 skenario perbaikan ke-1	86
Gambar 4. 38 <i>Depart</i> skenario perbaikan ke-1	86
Gambar 4. 39 <i>Simulate</i> skenario perbaikan ke-1	87
Gambar 4. 40 Model sistem keseluruhan skenario perbaikan penambahan satu server	88
Gambar 4. 41 Pengecekan model skenario perbaikan penambahan satu server	88
Gambar 4. 42 Hasil uji validasi skenario perbaikan ke-1	90
Gambar 4. 43 <i>Key performance indicators</i> skenario perbaikan ke-1	90
Gambar 4. 44 Hasil <i>queue</i> skenario perbaikan ke-1	91
Gambar 4. 45 Hasil <i>resouces</i> skenario perbaikan ke-1	92
Gambar 4. 46 Hasil <i>resources</i> skenario perbaikan ke-1 (lanjutan)	93
Gambar 4. 47 <i>Arrive</i> skenario perbaikan ke-2	94
Gambar 4. 48 <i>Chance</i> skenario perbaikan ke-2	95
Gambar 4. 49 Server 1 skenario perbaikan ke-2	96
Gambar 4. 50 Server 2 skenario perbaikan ke-2	96
Gambar 4. 51 Server 3 skenario perbaikan ke-2	97
Gambar 4. 52 Server 4 skenario perbaikan ke-2	97
Gambar 4. 53 Server 5 skenario perbaikan ke-2	98
Gambar 4. 54 Server 6 skenario perbaikan ke-2	98
Gambar 4. 55 Server 7 skenario perbaikan ke-2	99
Gambar 4. 56 <i>Depart</i> skenario perbaikan ke-2	99
Gambar 4. 57 <i>Simulate</i> skenario perbaikan ke-2	100
Gambar 4. 58 Model sistem keseluruhan skenario perbaikan penambahan dua server	101
Gambar 4. 59 Pengecekan model skenario perbaikan penambahan dua server	101
Gambar 4. 60 Hasil uji validasi skenario perbaikan ke-2	103
Gambar 4. 61 <i>Key performance indicators skenario</i> perbaikan ke-2	103
Gambar 4. 62 Hasil <i>queue</i> skenario perbaikan ke-2	104
Gambar 4. 63 Hasil <i>resouces</i> skenario perbaikan ke-2	105
Gambar 4. 64 Hasil <i>resources</i> skenario perbaikan ke-2 (lanjutan)	106
Gambar 4. 65 <i>Arrive</i> skenario perbaikan ke-3	108
Gambar 4. 66 <i>Chance</i> skenario perbaikan ke-3	108

Gambar 4. 67 Server 1 skenario perbaikan ke-3	110
Gambar 4. 68 Server 2 skenario perbaikan ke-3	110
Gambar 4. 69 Server 3 skenario perbaikan ke-3	111
Gambar 4. 70 Server 4 skenario perbaikan ke-3	111
Gambar 4. 71 Server 5 skenario perbaikan ke-3	112
Gambar 4. 72 Server 6 skenario perbaikan ke-3	112
Gambar 4. 73 Server 7 skenario perbaikan ke-3	113
Gambar 4. 74 Server 8 skenario perbaikan ke-3	113
Gambar 4. 75 <i>Depart</i> skenario perbaikan ke-3	114
Gambar 4. 76 <i>Simulate</i> skenario perbaikan ke-3.....	114
Gambar 4. 77 Model sistem keseluruhan skenario perbaikan penambahan tiga server	115
Gambar 4. 78 Pengecekan model skenario perbaikan penambahan tiga server.....	116
Gambar 4. 79 Hasil uji validasi skenario perbaikan ke-3.....	117
Gambar 4. 80 <i>Key performance indicators</i> skenario perbaikan ke-3.....	118
Gambar 4. 81 Hasil <i>queue</i> skenario perbaikan ke-3.....	118
Gambar 4. 82 Hasil <i>resouces</i> skenario perbaikan ke-3	120
Gambar 4. 83 Hasil <i>resources</i> skenario perbaikan ke-3 (lanjutan)	121

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah kapal yang dilayani pada bulan Oktober 2022.....	3
Tabel 1. 2 Lama waktu tunggu pada tanggal 15 Oktober 2022.....	4
Tabel 1. 3 Lama waktu tunggu pada tanggal 16 Oktober 2022.....	4
Tabel 1. 4 Lama waktu tunggu pada tanggal 17 Oktober 2022.....	5
Tabel 1. 5 Lama waktu tunggu pada tanggal 18 Oktober 2022.....	6
Tabel 1. 6 Lama waktu tunggu pada tanggal 19 Oktober 2022.....	6
Tabel 1. 7 Lama waktu tunggu pada tanggal 20 Oktober 2022.....	7
Tabel 1. 8 Lama waktu tunggu pada tanggal 21 Oktober 2022.....	8
Tabel 2. 1 Simbol ACD.....	25
Tabel 2. 2 Modul <i>software</i> Arena.....	29
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Tabel kosong pengolahan data	38
Tabel 3. 2 Tabel kosong pengolahan data (lanjutan).....	38
Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian.....	41
Tabel 4. 1 Komponen sistem.....	44
Tabel 4. 2 Data waktu antrian kedatangan kapal.....	48
Tabel 4. 3 Data waktu antrian kedatangan kapal.....	50
Tabel 4. 4 Data waktu antrian kedatangan kapal (lanjutan)	52
Tabel 4. 5 Data waktu antrian kedatangan kapal (lanjutan)	53
Tabel 4. 6 Replikasi arena	66
Tabel 4. 7 Hasil output replikasi	74
Tabel 4. 8 Hasil output replikasi skenario perbaikan ke-1	89
Tabel 4. 9 Hasil output replikasi skenario perbaikan ke-2	102
Tabel 4. 10 Hasil output replikasi skenario perbaikan ke-3	116
Tabel 4. 11 Hasil rata – rata (<i>average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena.....	123
Tabel 4. 12 Hasil rata – rata (<i>average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena (lanjutan ke-1)	124
Tabel 4. 13 Hasil rata – rata (<i>average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena (lanjutan ke-2)	125
Tabel 4. 14 Hasil max rata – rata (<i>max average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena	126
Tabel 4. 15 Hasil max rata – rata (<i>max average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena (lanjutan ke-1)	127
Tabel 4. 16 Hasil max rata – rata (<i>max average</i>) simulasi menggunakan <i>software</i> Arena (lanjutan ke-2)	128
Tabel 4. 17 Perbandingan <i>number out</i>	133
Tabel 4. 18 Perbandingan <i>waiting time (average)</i>	133
Tabel 4. 19 Perbandingan <i>waiting time (max average)</i>	134

Tabel 4. 20 Perbandingan <i>number waiting (average)</i>	134
Tabel 4. 21 Perbandingan <i>number waiting (max average)</i>	134
Tabel 4. 22 Perbandingan <i>instantaneous utilization, number busy, scheduled utilization (average)</i>	135
Tabel 4. 23 Perbandingan <i>instantaneous utilization, number busy, scheduled utilization (max average)</i>	135
Tabel 4. 24 Perbandingan <i>number scheduled (average)</i>	136
Tabel 4. 25 Perbandingan <i>number scheduled (max average)</i>	136
Tabel 4. 26 Perbandingan <i>total number seized (average)</i>	137
Tabel 4. 27 Perbandingan <i>total number seized (max average)</i>	137

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Surat ijin penelitian Tugas Akhir.....	143
Lampiran 1. 2 <i>Layout</i> PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud.....	144
Lampiran 1. 3 Arah lalu lintas PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud	144
Lampiran 1. 4 Jumlah tenaga kerja pada PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud	145
Lampiran 1. 5 Jumlah alat berat pada PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud	145
Lampiran 1. 6 Alat bantu bongkar muat pada PT Pelindo (Persero) cabang Tanjung Perak, divisi Terminal Jamrud	146
Lampiran 1. 7 Proses sandar kapal.....	146
Lampiran 1. 8 Kedatangan kapal tanggal 1 Oktober 2022.....	146
Lampiran 1. 9 Kedatangan kapal tanggal 2 Oktober 2022.....	147
Lampiran 1. 10 Kedatangan kapal tanggal 3 Oktober 2022.....	147
Lampiran 1. 11 Kedatangan kapal tanggal 4 Oktober 2022.....	148
Lampiran 1. 12 Kedatangan kapal tanggal 5 Oktober 2022.....	148
Lampiran 1. 13 Kedatangan kapal tanggal 6 Oktober 2022.....	148
Lampiran 1. 14 Kedatangan kapal tanggal 7 Oktober 2022.....	149
Lampiran 1. 15 Kedatangan kapal tanggal 8 Oktober 2022.....	149
Lampiran 1. 16 Kedatangan kapal tanggal 9 Oktober 2022.....	149
Lampiran 1. 17 Kedatangan kapal tanggal 10 Oktober 2022.....	150
Lampiran 1. 18 Kedatangan kapal tanggal 11 Oktober 2022.....	150
Lampiran 1. 19 Kedatangan kapal tanggal 12 Oktober 2022.....	150
Lampiran 1. 20 Kedatangan kapal tanggal 13 Oktober 2022.....	151
Lampiran 1. 21 Kedatangan kapal tanggal 14 Oktober 2022.....	151
Lampiran 1. 22 Kedatangan kapal tanggal 15 Oktober 2022.....	152
Lampiran 1. 23 Kedatangan kapal tanggal 16 Oktober 2022.....	152
Lampiran 1. 24 Kedatangan kapal tanggal 17 Oktober 2022.....	153
Lampiran 1. 25 Kedatangan kapal tanggal 18 Oktober 2022.....	154
Lampiran 1. 26 Kedatangan kapal tanggal 19 Oktober 2022.....	155
Lampiran 1. 27 Kedatangan kapal tanggal 20 Oktober 2022.....	155
Lampiran 1. 28 Kedatangan kapal tanggal 21 Oktober 2022.....	156
Lampiran 1. 29 Kedatangan kapal tanggal 22 Oktober 2022.....	156
Lampiran 1. 30 Kedatangan kapal tanggal 23 Oktober 2022.....	157
Lampiran 1. 31 Kedatangan kapal tanggal 24 Oktober 2022.....	158
Lampiran 1. 32 Kedatangan kapal tanggal 25 Oktober 2022.....	158
Lampiran 1. 33 Kedatangan kapal tanggal 26 Oktober 2022.....	158
Lampiran 1. 34 Kedatangan kapal tanggal 27 Oktober 2022.....	159

Lampiran 1. 35 Kedatangan kapal tanggal 28 Oktober 2022	159
Lampiran 1. 36 Kedatangan kapal tanggal 29 Oktober 2022	160
Lampiran 1. 37 Kedatangan kapal tanggal 30 Oktober 2022	160
Lampiran 1. 38 Kedatangan kapal tanggal 31 Oktober 2022	160
Lampiran 1. 39 <i>Notepad</i> WAD	161
Lampiran 1. 40 <i>Notepad</i> WP1	161
Lampiran 1. 41 <i>Notepad</i> WP2	161
Lampiran 1. 42 <i>Notepad</i> WP3	162
Lampiran 1. 43 <i>Notepad</i> WP4	162
Lampiran 1. 44 <i>Notepad</i> WP5	162
Lampiran 1. 45 Kartu Bimbingan	163
Lampiran 1. 46 Lembar revisi Sidang TA	164