



TUGAS AKHIR – TI 141501

**MODEL PERILAKU NELAYAN DALAM MENINGKATKAN
HASIL TANGKAPAN IKAN KERAPU DI PELABUHAN
LAMONGAN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
*AGENT-BASED MODELING***

ARIF ANUGRAHA
NRP 02411340000145

Dosen Pembimbing
Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198407062009122007

Dosen Ko-Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.
NIP. 195503081979081001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI141501

**A MODEL OF FISHER'S BEHAVIOR IN IMPROVING
VOLUME OF GROUPERS AT PELABUHAN LAMONGAN
USING AGENT-BASED MODELING**

ARIF ANUGRAHA
NRP 02411340000145

Supervisor

Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198407062009122007

Co-Supervisor

Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.
NIP. 195503081979081001

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL PERILAKU NELAYAN DALAM
MENINGKATKAN HASIL TANGKAPAN IKAN KERAPU DI
PELABUHAN LAMONGAN DENGAN MENGGUNAKAN
PENDEKATAN *AGENT-BASED MODELING***

TUGAS AKHIR

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

Penulis:

ARIF ANUGRAHA

NRP 02411340000145

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing Utama

Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198407062009122007

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng.

NIP. 195503081979081001

SURABAYA, JANUARI 2018

(halaman ini sengaja dikosongkan)

**MODEL PERILAKU NELAYAN DALAM
MENINGKATKAN HASIL TANGKAPAN IKAN KERAPU DI
PELABUHAN LAMONGAN DENGAN MENGGUNAKAN
PENDEKATAN *AGENT-BASED MODELING***

Nama : Arif Anugraha
NRP : 02411340000145
Dosen Pembimbing : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Ko-Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M. Eng.

ABSTRAK

Ikan kerapu merupakan salah satu komoditas perikanan laut yang memiliki sumbangsih terhadap perekonomian Indonesia serta jenis ikan yang memiliki potensi dalam proses ekspor ke luar negeri. Pelabuhan perikanan terbesar yang berada di Provinsi Jawa Timur adalah pelabuhan perikanan di Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan dengan produksi ikan kerapu mencapai 70% dari total produksi ikan kerapu di Provinsi Jawa Timur. Namun, secara umum pemanfaatan ikan kerapu di lautan terbilang masih kurang mengingat potensi ekonomi yang dimiliki ikan kerapu sangat tinggi. Ikan kerapu yang ditangkap oleh nelayan Lamongan ini hanya 4% dari Hasil Tangkapan Utama di pelabuhan Lamongan. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap perubahan perilaku nelayan guna meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu. Pada penelitian ini dilakukan eksperimentasi untuk meningkatkan persentase tangkapan ikan kerapu setiap 2%. Berdasarkan hasil simulasi skenario, disimpulkan bahwa skenario yang terbaik adalah melakukan peningkatan volume tangkapan ikan kerapu menjadi 12% dari total Hasil Tangkapan Utama. Pada skenario ini didapatkan peningkatan volume ikan kerapu dari 1.198.991 kg menjadi 1.618.176 kg per tahunnya dan peningkatan pendapatan nelayan sebesar Rp 20.396.692 per tahun.

Kata kunci: Perilaku Nelayan, Ikan Kerapu, Pelabuhan Perikanan Brondong, *Agent-based Modeling and Simulation*, Simulasi

(halaman ini sengaja dikosongkan)

A MODEL OF FISHER'S BEHAVIOR IN IMPROVING VOLUME OF GROUPERS AT PELABUHAN LAMONGAN USING AGENT-BASED MODELING

Name : Arif Anugraha
NRP : 02411340000145
Supervisor : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D.
Co Supervisor : Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M. Eng.

ABSTRACT

Grouper fish is one kind of marine fishery commodities that have contribution to the Indonesian economy as well as one kind of fish that have potential in supporting export process abroad. East Java is one of the highest producer of groupers in Indonesia. The largest fishing port in East Java is located in Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. Grouper's production in Kabupaten Lamongan has reached 70% of grouper's production in East Java. However, the utilization of groupers in the oceans is still minimum. The groupers that had caught by fisher is only 4% of ship's capacity. Fisher's behaviour in fish catching is truly important to maximizing the utilization of groupers and improving the volume. This research is doing the analysis of fisher's behaviour to improving catch volume of groupers. This volume of catch will affect fisher's profit because the groupers have a high value. On this research, experimentation is done to increase the percentage of groupers catch every 2%. The analysis is useful to see the impact that occurred during the scenario of increasing the groupers catch. Based on scenario simulation results, concluded that the best scenario is to increase the volume of grouper catch to 12% of the total Primary Catch. In this scenario, the volume of groupers is increase from 1,198,991 kg to 1,618,176 kg per year and fisher's income amounted to Rp 20,396,692 per year.

Key Words: Fisher's Behavior, Grouper, Brondong Fishing Port, *Agent-based Modeling and Simulation*, Simulation

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Pertama-tama tak lupa penulis ucapkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT karena atas nikmat, rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis diberikan kesehatan untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Model Perilaku Nelayan dalam Meningkatkan Hasil Tangkapan Ikan Kerapu di Pelabuhan Lamongan dengan Menggunakan Pendekatan *Agent-Based Modeling*”**, sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan meraih gelar Sarjana Teknik. Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung penulis dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Nuzvaria dan Ibu Dona Helmira selaku orang tua penulis yang tanpa henti memberikan dukungan, do'a, motivasi dan bantuan selama mengerjakan Tugas Akhir. Wulan Clara Kartini dan Akbara Pradana selaku saudari dan saudara kandung penulis yang selalu menghibur dan terus memberikan semangat serta motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan banyak ide, masukan, evaluasi, motivasi dan saran bagi penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirdjo, M.Eng. selaku dosen ko pembimbing penulis yang senantiasa memberikan masukan, kritik, saran, bimbingan, motivasi serta ide-ide dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Agung selaku manajer operasional dan Ibu Miftah selaku Humas Pelabuhan Perikanan Nasional Brondong yang telah memberikan bantuan dan informasi bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir
5. Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph.D. dan Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng. selaku dosen penguji penulis saat pelaksanaan seminar proposal dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan evaluasi, masukan dan saran terkait penelitian penulis.

6. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Industri ITS.
7. Bapak Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T., selaku koordinator pelaksanaan Tugas Akhir di Departemen Teknik Industri ITS.
8. Ibu Diesta Iva Mafthuhah, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis selama masa kuliah.
9. Seluruh bapak dan ibu dosen serta karyawan Departemen Teknik Industri ITS.
10. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2013, Cyprium TI-29, yang selalu memberikan hiburan, motivasi, informasi, evaluasi, dan pemberi semangat dalam menyelesaikan studi.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis bahwa Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi para pembaca maupun untuk penelitian berikutnya. Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran diperlukan bagi penulis untuk perbaikan selanjutnya.

Surabaya, Januari 2018

Arif Anugraha

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Potensi Ekonomi Maritim dan Ikan Kerapu di Indonesia	11
2.2 Kondisi Perikanan Tangkap Kecamatan Brondong	13
2.3 Permodelan Sistem.....	15
2.4 Pendekatan Simulasi Model	17
2.5 <i>Agent-based Modeling and Simulation</i>	18
2.6 Studi Pendahulu.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Tahap Identifikasi Masalah	24
3.1.1 Studi Lapangan.....	24
3.1.2 Studi Literatur.....	24
3.2 Identifikasi Sistem Amatan	24
3.3 Konseptualisasi dan Pengembangan Model Komputer.....	25
3.3.1 Identifikasi Agen dan Penyusunan Bahasa Program.....	25
3.3.2 Running Simulation.....	25

3.3.3	Verifikasi dan Validasi Model	25
3.4	Pengembangan Model Skenario	26
3.5	Analisis dan Kesimpulan	26
BAB 4	PERANCANGAN MODEL SIMULASI.....	27
4.1	Identifikasi Sistem Amatan.....	27
4.1.1	Kapal Tangkap	27
4.1.2	Aktivitas Pelayaran	28
4.1.3	Hasil Tangkapan	28
4.1.4	Volume dan Nilai Tangkapan	29
4.1.5	Komposisi Hasil Tangkapan per Kapal	30
4.1.6	Catch Per Unit of Effort.....	32
4.2	Konseptualisasi Sistem	33
4.2.1	Identifikasi Agen.....	33
4.2.1.1	<i>Nelayan</i>	34
4.2.1.2	<i>Ikan</i>	35
4.2.2	Causal Loop Diagram	36
4.3	Perancangan Model Komputer	37
4.3.1	Algoritma Pemrograman.....	38
4.3.2	Interface	41
4.3.3	Experimental Factor.....	43
4.4	Verifikasi dan Validasi Model.....	43
4.4.1	Verifikasi.....	43
4.4.1.1	<i>Verifikasi Bahasa Pemrograman</i>	43
4.4.1.2	<i>Verifikasi Model Komputer</i>	44
4.4.2	Validasi	47
4.4.2.1	<i>Validasi Jumlah Pelayaran</i>	47
4.4.2.2	<i>Validasi Total Volume Tangkapan</i>	48
4.4.2.3	<i>Validasi Komposisi Hasil Tangkapan</i>	50
4.5	Hasil Simulasi Model Awal.....	51
BAB 5	MODEL SKENARIO.....	53

5.1	Skenario Peningkatan Persentase Tangkapan Kerapu	53
5.2	Analisis <i>Running</i> Model Simulasi Skenario.....	57
5.2.1	Analisis Nilai Tangkapan Hasil Skenario.....	58
5.3	Pemilihan Skenario	59
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		61
6.1	Kesimpulan.....	61
6.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63
DAFTAR LAMPIRAN		65
BIOGRAFI PENULIS		72

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karakteristik Agen	18
Gambar 2. 2 Proses Pengembangan ABMS	
Gambar 2. 3 Karakteristik Agen	18
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	23
Gambar 4. 1 Kapal Penangkap Kerapu	27
Gambar 4. 4 <i>Causal Loop Diagram</i>	36
Gambar 4. 5 Algoritma Pemrograman Model Komputer	40
Gambar 4. 8 <i>Interface</i> Model Komputer	42
Gambar 4. 10 Verifikasi Bahasa Program.....	44
Gambar 4. 11 Verifikasi Penangkapan Ikan	46
Gambar 4. 12 Verifikasi Pembongkaran Hasil Tangkapan.....	46
Gambar 4. 13 Validasi Jumlah Pelayaran	48
Gambar 4. 14 Volume Tangkapan Hasil <i>Running</i> Simulasi Awal.....	51
Gambar 5. 2 Perbandingan Nilai Tangkapan Hasil Skenario	58

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Volume dan Nilai Tangkapan Ikan Hasil Tangkapan Utama Tahun 2016	3
Tabel 2. 1 Volume dan Nilai Tangkapan Total di Pelabuhan Brondong Pada Tahun 2012 - 2016	14
Tabel 2. 2 Volume dan Nilai Tangkapan Ikan Kerapu di Pelabuhan Brondong pada Tahun 2012 - 2016	15
Tabel 4. 3 Pengolahan Data Komposisi Kapal.....	31
Tabel 4. 4 Pengolahan Data Komposisi Kapal (Lanjutan).....	31
Tabel 4. 5 <i>Catch Per Unit of Effort</i> Jenis Ikan Amatan	32
Tabel 4. 6 Karakteristik Agen Nelayan.....	35
Tabel 4. 7 Karakteristik Agen Ikan	35
Tabel 4. 8 Perbandingan <i>Volume</i> Tangkapan Aktual dan Hasil Simulasi.....	49
Tabel 4. 9 Hasil Analisis ANOVA.....	49
Tabel 4. 10 Komposisi Hasil Simulasi Tangkapan Utama	50
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil <i>Running Model</i> Awal.....	51
Tabel 5. 1 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 4% - 12%	54
Tabel 5. 2 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 14% - 22%	54
Tabel 5. 3 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 24% - 30%	55
Tabel 5. 4 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 4% - 12%	56
Tabel 5. 5 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 14% - 22%	56
Tabel 5. 6 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 24% - 30%	57

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup dari penelitian. Selain itu juga disampaikan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Ikan kerapu (*Epinephelus Pachycentru*) merupakan salah satu jenis ikan karang yang memiliki potensi ekonomi tinggi, bahkan terpopuler diantara jenis ikan karang lainnya. Pada tahun 2011, harga ikan kerapu di pasar dunia telah memiliki angka yang tinggi, yaitu berkisar antara \$25 – \$125 per kg. Indonesia, dengan segala potensi maritim yang dimiliki, juga merupakan salah satu eksportir ikan kerapu terbesar di dunia, dimana tujuan ekspor ikan kerapu sendiri tersebar di beberapa negara, yaitu Jepang, Taiwan, Thailand, Malaysia, Singapura, Vietnam, Brunei, dan Filipina (Dirjen Perikanan, 2011).

Potensi ekonomi yang dimiliki ikan kerapu ini juga didukung dengan tingginya tingkat permintaan pasar dunia akan ikan kerapu. Tercatat bahwa ikan kerapu menjadi salah satu dari 20 jenis komoditas utama ekspor ikan Indonesia pada tahun 2016. Komoditas ekspor dari ikan kerapu hidup tahun 2016 mencapai 1,11% dari total nilai ekspor komoditas perikanan lebih tepatnya mencapai \$32,18 Juta (BPS, 2017). Potensi ekonomi dan besarnya permintaan ekspor inilah yang menjadikan industri ikan kerapu sebagai salah satu penghasil terbesar bagi nelayan dan juga prospek yang baik untuk para pelaku bisnisnya.

Berdasarkan pernyataan yang diberikan oleh Direktorat Jenderal Perikanan, permintaan ikan kerapu mencapai 35.000 ton per tahunnya dan cenderung meningkat setiap tahun. Peningkatan permintaan ikan kerapu telah mencapai rata-rata 9,61% pada rentang tahun 2010 – 2014. Berdasarkan fakta-fakta tersebut, sumber daya ikan kerapu harus dimanfaatkan secara maksimal dan

dikelola dengan baik sehingga dapat menjadi salah satu sumber pendapatan terbesar negara dan masyarakat pesisir.

Menurut Sudirman dan Karim (2008), terdapat tiga alasan pentingnya pengembangan dan pengelolaan komoditas ikan kerapu secara maksimal, yaitu:

1. Kerapu merupakan komoditi perikanan yang memiliki peluang ekspor yang sangat tinggi, namun belum dimanfaatkan secara penuh.
2. Pertumbuhan bisnis ikan kerapu secara keseluruhan diharapkan akan membawa dampak peningkatan devisa negara dan kesejahteraan lapisan bawah masyarakat yang hidup dengan mata pencaharian sektor perikanan.
3. Modernisasi penangkapan dan budidaya ikan kerapu akan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut khususnya perusakan terumbu karang.

Hingga saat ini, sumber daya ikan kerapu di lautan masih belum dimanfaatkan dengan baik. Kapal penangkap ikan yang berlayar tidak ada yang secara khusus untuk menangkap ikan kerapu saja. Pada umumnya, nelayan mengambil dan menyimpan seluruh jenis ikan yang didapat selama melakukan pelayaran, dimana hal ini akan menyebabkan tempat penyimpanan hasil tangkap di dalam kapal menjadi cepat penuh. Perilaku seperti ini mengakibatkan hasil tangkapan ikan kerapu di lautan menjadi tidak maksimal dan jumlah ikan kerapu yang didaratkan hanya beberapa persen dari kapasitas kapal serta memiliki variasi yang tinggi. Perilaku seperti ini pada akhirnya berdampak kepada aliran distribusi ikan kerapu. Jumlah pasokan ikan kerapu yang diterima oleh pedagang pengumpul akan memiliki angka yang sedikit. Selain itu, jumlah ikan kerapu yang didistribusikan ke *supplier-supplier* besar dan perusahaan eksportir menjadi tidak maksimal, padahal ikan kerapu merupakan salah satu komoditas unggulan dimana memiliki permintaan global yang tinggi. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa sumber daya ikan kerapu di lautan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Kecamatan Brondong yang terletak di Kabupaten Lamongan merupakan pelabuhan perikanan terbesar di Provinsi Jawa Timur. Pada tahun 2010, produksi ikan kerapu di pelabuhan Brondong mencapai 69,67% dari total produksi ikan kerapu di perairan Jawa Timur (Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2010). Hingga saat inipun pelabuhan Brondong merupakan salah satu pelabuhan penghasil ikan kerapu tangkap terbesar di Indonesia.

Tingginya produksi ikan kerapu yang didaratkan di pelabuhan Brondong ini menandakan bahwa sumber daya ikan kerapu di lautan Brondong dan sekitarnya memiliki potensi yang sangat besar dibandingkan dengan perairan lainnya. Namun, pada kenyataannya volume produksi ikan kerapu di pelabuhan Brondong terbilang sangat sedikit dibandingkan dengan hasil tangkapan ikan jenis lainnya. Selain ikan kerapu, para nelayan di pelabuhan Brondong juga menangkap ikan jenis lainnya dalam kapal yang sama, yaitu kurisi, swanggi, gulamah, dan kakap sebagai Hasil Tangkapan Utama (HTU). Pada tahun 2016, ikan kerapu hanya menyumbang sekitar 4% dari HTU tersebut, padahal nilai produksi ikan kerapu terbilang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis ikan lainnya.

Tabel 1. 1 Volume dan Nilai Tangkapan Ikan Hasil Tangkapan Utama Tahun 2016

Jenis Ikan	Volume (ton)	Nilai Tangkapan (x1000)	Nilai Tangkapan per Kg
Kerapu	1.210	46.247.417	38.221
Kakap	654	44.455.339	67.975
Swanggi	14.119	171.094.150	12.118
Kurisi	10.357	123.284.649	11.904
Gulamah	594	7.664.231	12.903

(Sumber: Kantor Pelabuhan Perikanan Nasional Brondong)

Pada tabel 1.1 terlihat bahwa ikan kerapu memiliki nilai tangkapan yang tinggi dibandingkan beberapa jenis ikan lain untuk tiap kilogramnya. Namun, volume tangkapan ikan kerapu terbilang cukup sedikit. Dilihat dari potensi sumber daya ikan kerapu di perairan Kecamatan Brondong, seharusnya volume tangkapan ikan kerapu ini dapat lebih ditingkatkan. Dari potensi ekonomi ikan kerapu ini, peningkatan volume tangkapan ikan kerapu juga akan meningkatkan pendapatan para nelayan. Selain itu, jumlah pasokan ikan kerapu juga semakin meningkat sehingga dapat selalu menyeimbangi permintaan pasar global maupun lokal yang semakin meningkat. Dalam hal nilai tangkapan, ikan kakap memiliki nilai tangkapan yang paling tinggi. Namun, hal ini memang disebabkan karena populasi ikan kakap yang cenderung sedikit di daerah tangkapan sekitar perairan Kecamatan

Brondong. Potensi sumber daya ikan kakap terbilang cukup kurang dibandingkan dengan ikan kerapu walaupun nilai ekonomi yang dimiliki sangat tinggi. Sebaliknya, ikan swanggi dan kurisi memiliki volume produksi yang sangat tinggi. Namun, nilai tangkapan dari kedua ikan tersebut terbilang cukup kecil dibandingkan dengan ikan kerapu sehingga dapat dikatakan kurang relevan untuk meningkatkan pendapatan nelayan dibandingkan dengan ikan kerapu. Sehingga, meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu dalam hal ini dapat dijadikan prioritas utama oleh para nelayan. Selain untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada, menjadikan ikan kerapu sebagai tangkapan prioritas juga dapat meningkatkan pendapatan para nelayan dan jumlah pasokan ikan kerapu untuk pasar global maupun lokal.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis terhadap aktivitas dan perilaku para nelayan ikan kerapu, khususnya di pelabuhan Kecamatan Brondong, Lamongan. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat menjadi suatu rekomendasi untuk diimplementasikan agar sumber daya ikan kerapu laut dapat dimanfaatkan dengan baik dan dapat meningkatkan pendapatan serta prospek bisnis komoditas ikan kerapu, khususnya untuk para nelayan.

Perilaku nelayan dalam menangkap ikan kerapu dan peningkatan volume tangkapannya merupakan isu utama dalam permasalahan yang telah diuraikan di atas. Nelayan tidak dapat begitu saja meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu. Pada keadaan nyatanya, terdapat beberapa faktor yang harus diperhitungkan agar dalam melakukan peningkatan volume tangkapan ikan kerapu dapat menguntungkan para nelayan maupun pendapatan pada umumnya. Faktor-faktor inilah yang kemudian menjadikan aktivitas nelayan dalam menangkap ikan kerapu menjadi begitu kompleks. Oleh karena itu, dalam melakukan analisis ini diperlukan suatu pendekatan permodelan sistem yang berguna untuk mempermudah analisis dan penyelesaian terkait kasus ini.

Dalam melakukan analisis terhadap perilaku nelayan dalam melakukan aktivitas penangkapan, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan permodelan sistem terkait aktivitas nelayan dalam menangkap ikan kerapu. Permodelan sistem ini dilakukan untuk mempermudah pemahaman dan analisis sistem di pelabuhan Brondong. Menurut Borshchev dan Filippov (2004),

permodelan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di dunia nyata dimana *prototype* atau eksperimen sangat sulit untuk diterapkan dalam sistem nyata. Permodelan simulasi juga dapat memberikan solusi yang lebih baik jika di dalam sistem terdapat ketidakpastian dan interaksi dimana menyebabkan sistem menjadi kompleks.

Perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan saling memiliki pengaruh antar satu nelayan dengan nelayan lainnya. Selain itu, kondisi populasi dan usaha yang dibutuhkan dalam menangkap suatu jenis ikan juga sangat berpengaruh terhadap hasil tangkapan dan juga lamanya waktu nelayan melakukan pelayaran. Pada kondisi yang seperti ini banyak terdapat individu-individu maupun variabel yang saling berpengaruh antara satu dengan yang lainnya. Sehingga, dalam menyelesaikan permasalahan ini pendekatan yang digunakan adalah simulasi dengan menggunakan ABMS dengan fokus kepada perilaku nelayan dalam menangkap ikan kerapu.

Agent-based modeling and simulation (ABMS) adalah salah satu jenis simulasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada sistem yang kompleks. Dalam beberapa kasus, ABMS merupakan permodelan yang sesuai untuk menyelesaikan masalah dalam skala besar dan memiliki keunggulan dibandingkan permodelan simulasi konvensional lainnya (Macal & North, 2009). ABMS berfokus untuk memodelkan perilaku individu (agen) dan bagaimana perilaku tersebut berpengaruh terhadap agen lainnya. ABMS juga dapat digunakan dalam banyak hal, mulai dari permodelan perilaku agen di dalam *supply chains*, memprediksi perilaku dalam kesuksesan berbisnis, hingga memprediksi kebutuhan sistem kesehatan yang baik di masa depan (Macal & North, 2011)

ABMS menerapkan pendekatan *bottom-up* dimana simulasi yang dilakukan hanya terhadap perilaku individu dan interaksi antar individu, namun dapat menggambarkan *emergent behaviour* (perilaku sistem) yang dihasilkan dari interaksi antar individu tersebut (Macal & North, 2011). *Emergent behaviour* yang dihasilkan oleh ABMS merupakan salah satu keuntungan dalam melakukan simulasi dengan pendekatan ini. Model dan simulasi agen yang dibangun dapat dideskripsikan dengan sederhana dan independen serta hanya membutuhkan informasi yang sedikit. Namun, permodelan dan interaksi antar agen ini dapat

menghasilkan suatu pola yang berkesinambungan dimana pemodel dapat melihat perilaku sistem yang dapat dianalisis.

Pada penelitian Tugas Akhir ini dilakukan permodelan dengan menggunakan pendekatan ABMS. Kemudian, dilakukan perancangan skenario perbaikan yang dapat meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu dengan pertimbangan-pertimbangan yang telah dijelaskan sebelumnya. Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat diimplementasikan sebagai kebijakan-kebijakan yang dapat diberlakukan oleh para nelayan di pelabuhan Kecamatan Brondong, Lamongan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diketahui bahwa kinerja pasokan ikan kerapu sangat bergantung kepada perilaku para pelaku bisnisnya terutama nelayan penangkap ikan kerapu. Oleh karena itu, pada penelitian ini terdapat dua rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana merancang model berbasis agen (ABMS) yang dapat menggambarkan kondisi eksisting perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu di pelabuhan Kecamatan Brondong?
2. Bagaimana merancang skenario perbaikan yang dapat diimplementasikan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya ikan kerapu tangkap dengan cara meningkatkan volume hasil tangkap dan dapat memiliki keuntungan yang maksimal bagi nelayan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Memahami kondisi eksisting perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu di pelabuhan Brondong untuk mempermudah melakukan analisis terkait kondisi sistem eksisting.
2. Membuat model konseptual perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu di pelabuhan Brondong untuk menggambarkan kondisi eksisting sistem.

3. Membuat simulasi model perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu di pelabuhan Brondong untuk menganalisis perilaku-perilaku agen yang berpengaruh terhadap peningkatan volume ikan kerapu di pelabuhan Brondong.
4. Merancang skenario perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan volume tangkapan serta pendapatan total tangkapan di pelabuhan Brondong.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membuat dokumentasi perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan secara umum yang dapat digunakan sebagai referensi untuk studi-studi dan kajian-kajian tentang kondisi dalam sistem perikanan tangkap khususnya perilaku nelayan.
2. Mendapatkan kebijakan-kebijakan baru terkait perubahan perilaku nelayan agar sumber daya ikan kerapu dapat dimanfaatkan dengan maksimal.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian merupakan bingkai penelitian yang menggambarkan batas-batas penelitian. Batas-batas tersebut dibagi menjadi dua jenis, yakni batasan penelitian dan juga asumsi yang digunakan selama penelitian.

1.5.1 Batasan

1. Sistem yang diamati hanya terkait pada perilaku nelayan yang melakukan penangkapan ikan kerapu.
2. Skenario dan hasil analisis yang dilakukan hanya untuk meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu.
3. Hasil pada penelitian ini hanya berupa analisis kuantitatif untuk menunjukkan keuntungan yang didapat nelayan jika meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu.

1.5.2 Asumsi

1. Hasil tangkapan nelayan yang diamati hanya untuk jenis ikan yang tergolong Hasil Tangkapan Utama di Lamongan, yaitu ikan kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu.
2. Seluruh nelayan menangkap jenis-jenis ikan yang sama dalam setiap kali pelayaran.
3. Seluruh nelayan memiliki kapasitas volume tangkapan pada kapal yang sama.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan penelitian Tugas Akhir ini berisi penjelasan ringkas dari masing-masing bagian yang terdapat dalam laporan. Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang diadakannya penelitian, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan awal dari penelitian dengan menggunakan berbagai studi literatur yang akan membantu peneliti dalam menentukan metode yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Tinjauan pustaka pada laporan penelitian ini mengenai potensi maritim dan ikan kerapu di Indonesia, kondisi perikanan tangkap di Kecamatan Brondong, permodelan sistem, dan *agent-based modeling and simulation*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metodologi penelitian yang terdiri dari tahapan-tahapan proses penelitian. Metodologi menggambarkan alur dari kegiatan serta kerangka berpikir yang dipakai selama melakukan penelitian.

BAB 4 PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Bab ini berisi perancangan model simulasi kondisi eksisting yang akan dijadikan sebagai bahan perancangan skenario.

BAB 5 MODEL SKENARIO

Bab ini membahas skenario kebijakan yang akan diuji berdasarkan variabel-variabel yang berkontribusi besar untuk dijadikan rekomendasi terhadap elemen-elemen yang terkait.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian serta saran yang diberikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi studi literatur yang digunakan sebagai dasar bagi penulis dalam melakukan penelitian, memahami permasalahan dan metode yang sesuai dengan permasalahan. Sumber literatur pada penelitian Tugas Akhir ini didapatkan melalui penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya, jurnal, serta berbagai artikel. Tinjauan pustaka pada laporan penelitian ini mengenai potensi maritim dan ikan kerapu di Indonesia, kondisi perikanan tangkap Kecamatan Brondong, permodelan sistem, model simulasi, *agent-based modeling and simulation*, dan studi pendahulu.

2.1 Potensi Ekonomi Maritim dan Ikan Kerapu di Indonesia

Sebagai sebuah negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang luas. Indonesia dikenal sebagai negara bahari dan kepulauan terbesar di dunia dengan luas perairan laut, termasuk Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI), sekitar 5,8 juta kilometer persegi atau 75% dari total wilayah Indonesia. Sedangkan, luas wilayah daratan hanya 1.9 juta kilometer persegi. Wilayah laut tersebut ditaburi lebih dari 17.500 pulau dan dikelilingi garis pantai sepanjang 81.000 kilometer yang merupakan terpanjang kedua di dunia setelah Kanada (Dahuri, 2013).

Potensi dari lautan Indonesia inilah yang kemudian mendorong Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk melakukan berbagai upaya dan cara untuk meningkatkan pengelolaan di sektor perikanan, sebab tak hanya menguntungkan para nelayan dan petani ikan di Indonesia, namun juga menciptakan peluang bisnis baru di bidang kelautan dan perikanan. Sejak berdirinya Kementerian Kelautan dan Perikanan, Indonesia telah mengalami perkembangan yang begitu pesat dalam produksi ikan. Indonesia mampu menjadi negara kedua terbesar untuk produksi perikanan dunia setelah China (FAO, 2016).

Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015 – 2019, pembangunan di Indonesia mengedepankan peran ekonomi kelautan, yaitu:

1. Termanfaatkannya sumber daya kelautan untuk pembangunan ekonomi dan kesejahteraan nelayan dan masyarakat pesisir.
2. Terwujudnya Tol Laut dalam upaya meningkatkan pelayanan angkutan laut serta serta meningkatkan konektivitas laut.
3. Terpeliharanya kelestarian fungsi lingkungan hidup dan sumber daya hayati laut.
4. Terwujudnya SDM dan IPTEK kelautan yang berkualitas dan meningkatnya wawasan dan budidaya bahari.

Sebagai pelaksanaan dari sasaran RPJMN tersebut, Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam Renstranya tahun 2015-2019 menyebutkan bahwa tercapainya kesuksesan pembangunan Indonesia sebagai negara maritim dapat dicerminkan dalam hal-hal berikut ini.

1. Optimalnya pengelolaan ruang laut, konservasi, dan keanekaragaman hayati laut.
2. Meningkatnya keberlanjutan usaha perikanan tangkap dan budidaya.
3. Meningkatnya daya saing dan sistem logistik hasil kelautan dan perikanan.
4. Meningkatnya pengawasan pengelolaan sumber daya kelautan dan perikanan.
5. Meningkatnya kapasitas SDM, pemberdayaan masyarakat, dan inovasi IPTEK kelautan dan perikanan.
6. Berkembangnya sistem perkarantina ikan, pengendalian mutu, keamanan hasil perikanan, dan keamanan hayati ikan.

Dalam perencanaan pemerintah tersebut jelas sekali tergambar upaya dalam memajukan sektor kelautan di Indonesia, oleh karena itu kini industri perikanan di Indonesia semakin tumbuh berkembang. Salah satu komoditas perikanan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah ikan kerapu. Ikan kerapu memiliki nilai jual dan permintaan di pasar dunia yang tinggi. Pada tahun 2011, harga ikan kerapu di pasar dunia telah memiliki angka yang tinggi, yaitu berkisar antara \$25 – \$125 per kg. Potensi ekonomi yang dimiliki ikan kerapu ini juga didukung dengan tingginya tingkat permintaan pasar dunia akan ikan kerapu. Indonesia, dengan segala potensi maritim yang dimiliki, merupakan salah satu eksportir ikan kerapu terbesar di dunia. Tujuan ekspor ikan kerapu sendiri

tersebar di beberapa negara, yaitu Jepang, Taiwan, Thailand, Malaysia, Singapura, Vietnam, Brunei, dan Filipina (Dirjen Perikanan, 2011).

Pada tahun 2016, ikan kerapu menjadi salah satu dari 20 jenis komoditas utama ekspor ikan Indonesia. Komoditas ekspor dari ikan kerapu hidup tahun 2016 mencapai 1,11% dari total nilai ekspor komoditas perikanan lebih tepatnya mencapai \$32,18 Juta (BPS, 2017). Potensi ekonomi dan besarnya permintaan ekspor inilah yang menjadikan industri ikan kerapu sebagai salah satu penghasilan terbesar bagi nelayan dan juga prospek yang baik untuk para pelaku bisnisnya.

2.2 Kondisi Perikanan Tangkap Kecamatan Brondong

Kecamatan Brondong merupakan daerah yang terletak di tepi pantai utara Jawa Timur. Brondong adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Lamongan, Jawa Timur yang terdiri atas 9 desa dan 1 kelurahan, 22 dusun, 2 lingkungan kelurahan, 57 RW, 262 RT dan 11.949 kepala keluarga. Kecamatan Brondong berada di sebelah utara Kabupaten Lamongan, yaitu kurang lebih 50 Km dari ibukota Kabupaten Lamongan. Letak geografis Kecamatan Brondong yaitu antara 06o 53' 30,81" – 7 o 23' 6" Lintang Selatan dan 112 o 17' 01,22" – 112 o 33' 12" Bujur Timur.

Dilihat dari kondisi geografisnya, Kecamatan Brondong dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu daerah pantai dan daerah pertanian. Daerah pantai terletak di sebelah utara meliputi Kelurahan Brondong, Desa Sedayu Lawas, Desa Labuhan, dan Lohgung. Di daerah ini sangat cocok untuk budidaya ikan (tambak udang, ikan kerapu, dan bandeng) serta usaha penangkapan ikan di laut sehingga pada daerah tersebut mayoritas mata pencaharian penduduknya adalah sebagai nelayan dan petani tambak. Sedangkan daerah yang lain adalah daerah kawasan pertanian yang meliputi Desa Sumberagung, Desa Sendangharjo, Desa Lembor, Desa Tlogoretno, Desa Sidomukti, dan Desa Brengok. Karakteristik kawasan Kecamatan Brondong merupakan kawasan pemukiman perkotaan dengan kegiatan perikanan sebagai aktivitas dominan bagi daerah yang terletak di sepanjang pantura (pemukiman nelayan), sedangkan bagi daerah pedalaman karakteristik yang muncul dipengaruhi oleh aktivitas pertanian. Seluruh aktivitas di dalam pelabuhan ini, mulai dari aktivitas bongkar muat, pendaratan, distribusi,

hingga kelancaran operasional kapal dikelola oleh Kantor Pelabuhan Perikanan Nasional Brondong (PPN Brondong). PPN Brondong sendiri berdiri langsung dibawah pengawasan Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Produksi perikanan di PPN Brondong dari tahun 2012 – 2016 cenderung stabil walaupun terjadi penurunan dari tahun 2014 ke tahun-tahun berikutnya. Produksi terbanyak terjadi pada tahun 2014 sebesar 71.626 ton dengan produksi rata – rata per hari adalah 196 ton. Produksi terendah terjadi pada tahun 2012 yaitu sebesar 57.763 ton dengan produksi rata – rata per hari sebesar 158 ton. Namun, nilai produksi yang didapat selalu meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2016, nilai produksi hasil perikanan tangkap di PPN Brondong mencapai puncaknya, yaitu mencapai 1 triliun rupiah.

Tabel 2. 1 Volume dan Nilai Tangkapan Total di Pelabuhan Brondong Pada Tahun 2012 - 2016

Tahun	Produksi (ton)	Nilai Produksi (x1000)	Rata-rata harga/kg (Rp)	Rata-rata produksi/hari (ton)
2012	57.763	610.997.703	10.578	158
2013	58.145	643.841.727	11.073	159
2014	71.626	863.992.055	12.063	196
2015	64.812	858.383.086	13.244	177
2016	66.179	1.001.568.548	15.134	181

Ikan kerapu sendiri merupakan salah satu jenis ikan unggulan yang diproduksi di Kecamatan Brondong. Hal ini dikarenakan hasil tangkapan yang sangat banyak jika dibandingkan pelabuhan perikanan tangkap lainnya di Provinsi Jawa Timur. Produksi ikan kerapu sendiri di PPN Brondong dari tahun 2012 – 2016 cenderung meningkat walaupun terjadi penurunan drastic dari tahun 2014 ke tahun 2015. Namun, produksi pada tahun 2016 mulai mengalami peningkatan yang signifikan kembali. Produksi terbanyak terjadi pada tahun 2016 sebesar 1.210 ton dengan produksi rata – rata per hari adalah 3,36 ton. Produksi terendah terjadi pada tahun 2012, yaitu sebesar 865 ton dengan produksi rata – rata per hari sebesar 2,4 ton. Nilai produksi untuk ikan kerapu ini juga mengikuti peningkatan volume

produksinya. Nilai produksi paling tinggi adalah pada tahun 2016, yaitu Rp 46.247.417.000.

Tabel 2. 2 Volume dan Nilai Tangkapan Ikan Kerapu di Pelabuhan Brondong pada Tahun 2012 - 2016

Tahun	Produksi (ton)	Nilai Produksi (x1000)	Rata-rata harga/kg (Rp)	Rata-rata produksi/hari (ton)
2012	865	29.366.595	33.201	2,40
2013	935	31.332.639	34.205	2,59
2014	1.180	40.464.323	34.031	3,27
2015	976	34.225.728	34.288	2,71
2016	1.210	46.247.417	38.573	3,36

2.3 Permodelan Sistem

Sistem adalah kumpulan obyek-obyek yang saling berinteraksi dan bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu dalam lingkungan yang kompleks (Simatupang, 1994). Suatu lingkungan dapat dikatakan sebagai sistem tertentu jika terdapat unsur-unsur utama, yaitu:

1. Terdapat kumpulan obyek.
2. Terdapat interaksi antara elemen-elemen atau obyek sistem.
3. Adanya sesuatu yang mengikat agar menjadi satu kesatuan
4. Berada pada lingkungan yang kompleks.
5. Memiliki tujuan akhir yang sama.

Selain itu, untuk mempermudah dalam mengidentifikasi suatu hal sebagai sistem, terdapat ciri-ciri yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut (Wirjodirdjo, 2012).

1. Elemen-elemen sistem bersifat unik satu sama lainnya dan saling terkait oleh ikatan inter-relasi dan inter-dependensi. Dalam ikatan tersebut jika terdapat salah satu elemen sistem yang berubah maka akan mempengaruhi elemen sistem lainnya atau seluruh kinerja sistem.

2. Secara keseluruhan elemen-elemen yang ada di dalam sistem mempunyai sifat *wholism*, yaitu masing-masing elemen yang ada didalam sistem sebagai satu kesatuan dan tidak berarti jika bekerja sendiri-sendiri.

Penyelesaian masalah dalam suatu sistem yang kompleks akan berujung kepada kesulitan dalam meng-identifikasi inti permasalahannya. Oleh karena itu, untuk lebih memfokuskan masalah yang ada dalam suatu sistem diperlukan sebuah model yang dapat mewakili realitas sistem tersebut.

Model merupakan representasi ideal dari realitas suatu permasalahan yang pemanfaatannya dapat mereduksi risiko yang merugikan. Model juga merupakan sebuah kerangka informasi tentang suatu hal yang disusun untuk dapat mempelajari hal tersebut. Penggunaan model dalam menyelesaikan suatu permasalahan, terutama dalam sistem yang kompleks, akan memudahkan mengidentifikasi masalah tanpa harus mengganggu realitas sistem tersebut (Wirjodirdjo, 2012).

Suatu hal dapat dikatakan model jika mengandung unsur-unsur berikut ini (Daellenbach & McNickle, 2005).

1. Terdapat aktivitas di dalam sistem.
2. Memiliki ikatan dalam sistem, yaitu hubungan antar elemen sistem dan lingkungan yang berada di luar sistem.
3. Elemen sistem tersebut memiliki proses transformasi, hubungan yang dinamis, dan hubungan yang tetap.
4. Memiliki *uncontrollable inputs*, yaitu suatu aktivitas dari lingkungan luar yang dapat mempengaruhi sistem.
5. Memiliki *outputs*.

Berdasarkan pengertian sistem dan model diatas, dapat dikatakan suatu permodelan sistem ialah pembuatan kerangka atau duplikasi dari sebuah sistem nyata yang digunakan untuk mempermudah dalam mempelajari dan mengidentifikasi kondisi sistem tersebut tanpa campur tangan terhadap kondisi sistem yang sebenarnya. Permodelan sistem juga akan merepresentasikan seluruh hal-hal terpenting di dalam sistem.

2.4 Pendekatan Simulasi Model

Simulasi merupakan suatu permodelan dari sebuah proses atau sistem dengan sebuah cara dimana model tersebut mampu meniru kejadian pada sistem nyata yang bergerak sesuai waktu (Schriber, 1987). Simulasi juga dapat dikatakan sebagai imitasi dari sebuah sistem yang dinamis dengan menggunakan model komputer dengan tujuan untuk mengevaluasi dan meningkatkan performansi sistem (Harrel & Bowden, 2004). Simulasi dapat merepresentasikan kinerja dari sebuah sistem nyata dan dapat dilakukan eksperimen *trial and error*, sehingga penggunaan simulasi model dalam menyelesaikan suatu masalah tidak akan mengeluarkan biaya yang besar dan waktu yang lama.

Pendekatan model simulasi terbagi atas tiga macam berdasarkan pendekatan utama yang digunakan, yaitu *system dynamics*, *discrete event* dan *agent-based* (Borshchev & Filippov, 2004). *System dynamics* merupakan salah satu metode simulasi yang digunakan untuk menganalisis suatu sistem dan mendapatkan suatu wawasan di dalam situasi kompleksitas yang dinamis dan tahan akan kebijakan. Suatu sistem dikatakan memiliki kompleksitas yang dinamis ketika sistem tersebut bersifat berubah-ubah, nonlinier, memiliki keterikatan elemen yang kuat, diatur oleh umpan balik, bergantung terhadap data historis, berubah seiring waktu, tahan akan kebijakan, dan memiliki *trade-offs* (Sterman, 2004). Salah satu alat bantu untuk pembuatan struktur suatu sistem yang bersifat dinamis ialah *causal loop diagram* atau diagram sebab akibat. Diagram ini dapat menjelaskan struktur sistem serta hubungan antar variabelnya.

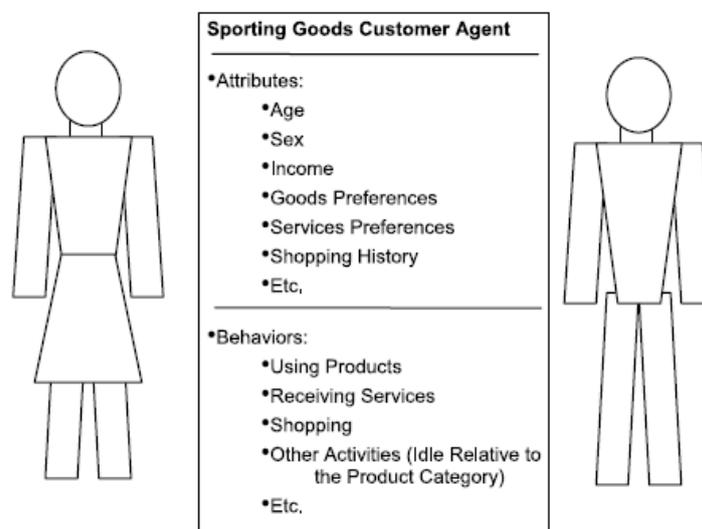
Discrete event simulation (DES) merupakan suatu pendekatan simulasi dimana status sebuah entitas atau *input* akan berubah dalam suatu waktu berdasarkan sebuah kejadian (proses). Pada pendekatan ini, input yang diproses disebut dengan entitas, dimana entitas ini merupakan sesuatu yang bersifat pasif, yaitu dapat berupa manusia, benda, dokumen, dan lainnya. Entitas melalui beberapa proses secara bertahap dan pada waktu-waktu tertentu. Proses-proses yang dilalui entitas dapat berupa antrian, produksi, *packaging*, dan hal-hal lainnya yang berupa suatu aktivitas yang dapat dikerjakan terhadap entitas. Pendekatan DES ini dapat dilakukan dengan menggunakan *software Arena*.

2.5 Agent-based Modeling and Simulation

Agent-based modeling and simulation (ABMS) adalah sebuah pendekatan simulasi yang berfokus kepada perilaku dan interaksi antar agen dan pengaruhnya terhadap lingkungan sistem. ABMS didefinisikan dengan tiga komponen, yaitu agen-agen, dimana memiliki atribut dan perilaku tertentu; interaksi antar agen; dan lingkungan sistem. ABMS menerapkan pendekatan *bottom-up* dimana simulasi yang dilakukan hanya terhadap perilaku individu dan interaksi antar individu, namun dapat menggambarkan *emergent behaviour* (perilaku sistem) yang dihasilkan dari interaksi antar individu tersebut (North dan Macal, 2007). *Emergent behaviour* yang dihasilkan oleh ABMS merupakan salah satu keuntungan dalam melakukan simulasi dengan pendekatan ini. Model dan simulasi agen yang dibangun dapat dideskripsikan dengan sederhana dan independen serta hanya membutuhkan informasi yang sedikit. Namun, permodelan dan interaksi antar agen ini dapat menghasilkan suatu pola yang berkesinambungan dimana pemodel dapat melihat perilaku sistem yang dapat dianalisis.

Secara keseluruhan, terdapat 5 fitur di dalam ABMS yang dapat dilakukan identifikasi dan analisis dalam melakukan permodelan simulasi, yaitu:

1. Agen



Gambar 2. 1 Karakteristik Agen

(Sumber: North and Macal. *Managing Business Complexity*. 2007. p25)

Agen adalah unit pengambilan keputusan yang *autonomous* dengan karakteristik berbeda (heterogen). Agen merupakan komponen yang mewakili aktor sosial (individu, organisasi) yang berinteraksi untuk bereaksi terhadap lingkungan komputasi di mana mereka berada (Gilbert, 2007). Agen memiliki dua karakteristik yang merepresentasikan kondisi dari agen itu sendiri, yaitu atribut dan perilaku. Atribut merupakan suatu hal yang digunakan untuk menjelaskan keadaan agen dan mendefinisikan secara jelas siapa agen tersebut. Perilaku agen merupakan karakteristik yang menjelaskan apa yang dilakukan agen dan respon agen terhadap suatu interaksi atau sinyal yang diberikan (North dan Macal, 2007).

2. *Environment*

Lingkungan dimana agen berada dan melakukan interaksi dengan agen-agen lainnya.

3. *Interaksi agen (Rules)*

Merupakan hubungan dan interaksi antar agen yang dimodelkan dalam simulasi. Dalam memodelkan interaksi antar agen ini perlu mendefinisikan siapa agen yang saling berinteraksi, interaksi yang dilakukan, dan dampak seperti apa terhadap lingkungan atas interaksi yang dilakukan.

4. *Schedules*

Mendefinisikan kapan terjadinya pergerakan agen, interaksi antar agen, dan *output* berdasarkan hubungan antar agen.

5. *Emergent Behaviour*

Perilaku sistem yang timbul akibat hubungan dan interaksi antar agen maupun agen dengan lingkungannya.



Gambar 2. 2 Proses Pengembangan ABMS
(Sumber: Macal & North. *Introductory Tutorial: ABMS*. 2011)

Dalam melakukan pembangunan ABMS terdapat proses-proses dan metodologi yang sistematis untuk mempermudah dalam melakukan identifikasi sistem nyata dan pembangunan model. Tahapan proses ini dimulai dari mengidentifikasi permasalahan pada sistem nyata, pembangunan model konseptual dan komputer, hingga melakukan implementasi model. North dan Macal (2011) menyatakan bahwa dalam melakukan pengembangan ABMS diperlukan identifikasi terlebih dahulu terhadap sistem nyata dan permasalahannya. Setelah itu, dilakukan identifikasi agen beserta *rule*-nya untuk membantu dalam penentuan batasan dan tingkat kedetilan dalam pembangunan model. Gambar 2.4 menjelaskan alur tahapan proses dalam mengembangkan model ABMS.

2.6 Studi Pendahuluan

Terdapat beberapa studi yang berkaitan dengan *supply chain management* pada komoditas perikanan. Studi-studi yang telah dilakukan ini dapat menggambarkan pentingnya *supply chain management* dalam pengelolaan komoditas perikanan. Dinata et al. (2014), melakukan penelitian terkait efisiensi stok bahan baku ikan pada perusahaan pengolahan ikan. Ikan yang bersifat *perishable* (mudah rusak) tidak akan bertahan lama jika terlalu lama disimpan, hal ini menimbulkan kerugian finansial bagi perusahaan dan pemborosan terhadap sumber daya ikan. Dalam menghadapi permasalahan ini, dilakukan penerapan *safety stock* pada gudang dan analisis kinerja *supply chain* agar jumlah pasokan ikan pada perusahaan pengolahan dapat terkontrol dengan baik.

Selain itu, Parenreng et al. (2016) melakukan penelitian terkait penerapan *traceability system* yang efektif terhadap komoditas ikan tuna di Sulawesi dengan melakukan *risk mitigation* pada *supply chain* ikan tuna. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis sistem *supply chain* untuk mengetahui interaksi antar pelaku dan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap penerapan *traceability system*. Kemudian, dilakukan penerapan *risk management* untuk mengetahui kondisi-kondisi yang berisiko dari seluruh pelaku *supply chain* untuk mendapatkan *risk mitigation* yang tepat. Berdasarkan studi-studi tersebut dapat menjelaskan bahwa dalam upaya pengembangan komoditas perikanan dapat dilakukan dengan penerapan *supply chain management* yang efektif dan efisien.

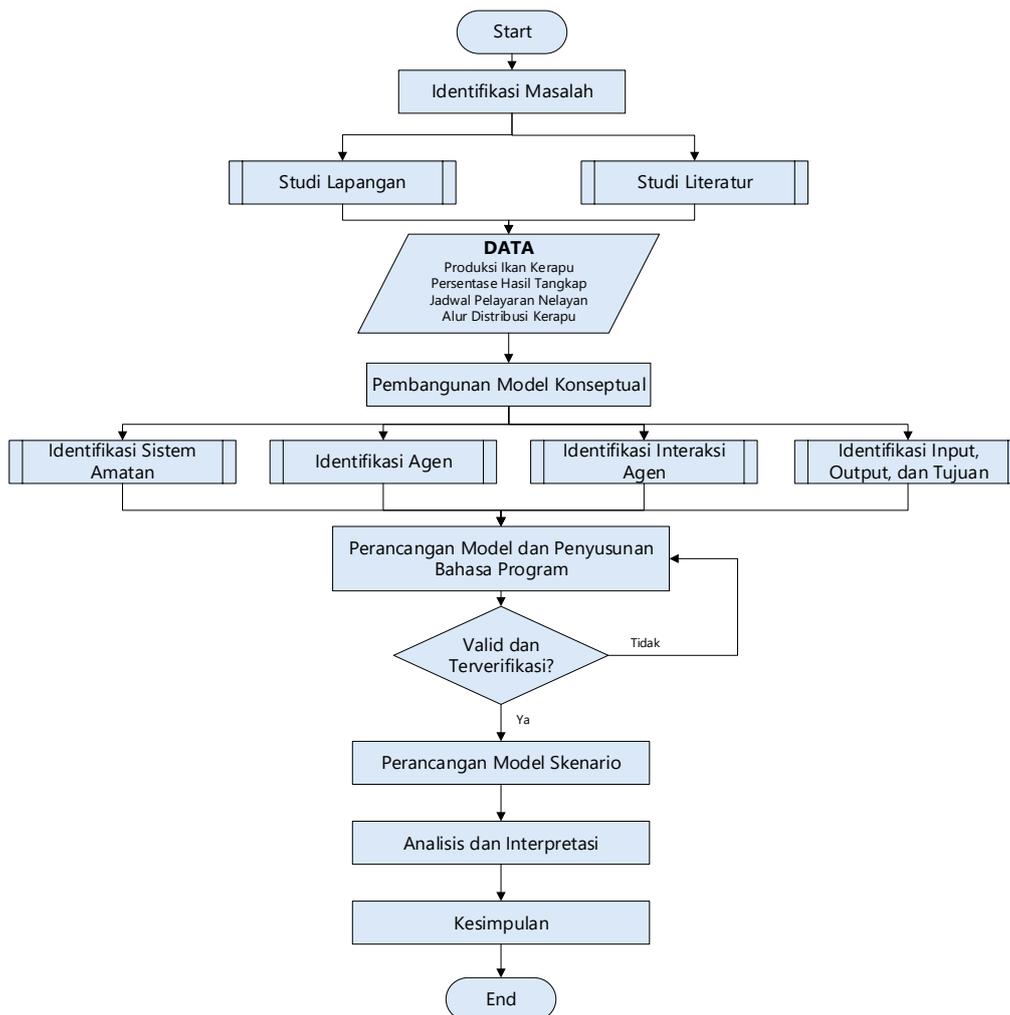
Sejauh yang telah diketahui, belum terdapat penelitian yang berfokus kepada perilaku agen-agen dalam *supply chain* komoditas perikanan, khususnya nelayan. Padahal, perilaku agen-agen tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja *supply chain* ikan kerapu agar menjadi lebih efektif dan efisien. Sehingga, pada penelitian ini akan dilakukan simulasi terhadap agen-agen pada *supply chain* ikan kerapu khususnya di pelabuhan Brondong, Lamongan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir. Metodologi ini menggambarkan alur dari pengerjaan serta kerangka berpikir dalam melakukan penelitian. Berikut ini merupakan *flowchart* penelitian untuk menjelaskan alur dalam penyusunan Tugas Akhir ini.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.1 Tahap Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Dalam melakukan identifikasi permasalahan, dilakukan studi lapangan dan literatur.

3.1.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada pelaku-pelaku di dalam sistem perikanan tangkap untuk ikan kerapu, yaitu nelayan dan Kantor Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN). Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini berupa *brainstorming* dan wawancara terhadap pihak-pihak terkait.

3.1.2 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan berupa pengumpulan data dan informasi terkait permasalahan umum pada perikanan dan penyelesaiannya. Informasi terkait sistem dan permasalahan perikanan kerapu di Jawa Timur ini didapatkan melalui beberapa jurnal, buku, dan artikel terkait.

3.2 Identifikasi Sistem Amatan

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi terhadap sistem perikanan tangkap ikan kerapu. Identifikasi ini menyangkut struktur yang menggambarkan perilaku nelayan dalam menangkap ikan kerapu. Identifikasi sistem amatan ini berisikan aktivitas nelayan dalam melakukan pelayaran penangkapan ikan serta kondisi eksisting nelayan seperti jumlah kapal dan jenis kapal yang digunakan untuk menangkap ikan kerapu.

Selain melakukan identifikasi sistem terkait perilaku nelayan dalam menangkap ikan kerapu, dilakukan juga identifikasi detil terhadap variabel-variabel penting yang saling berpengaruh di dalamnya. Identifikasi ini dilakukan untuk mengetahui parameter yang akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil tangkapan ikan oleh nelayan, khususnya ikan kerapu.

3.3 Konseptualisasi dan Pengembangan Model Komputer

Tahapan ini merupakan inti pembahasan di dalam penelitian ini. Konseptualisasi model dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum terhadap permasalahan pada perilaku nelayan penangkap ikan kerapu. Konseptualisasi model ini digunakan untuk menggambarkan secara jelas tujuan sistem, *input*, *output*, agen-agen, hingga lingkungan sistem yang terkait dengan perilaku nelayan di Pelabuhan Brondong. Setelah itu, dilakukan pengembangan model komputer berdasarkan konseptualisasi yang telah dibuat dimana dilakukan analisis terhadap hasilnya. Terdapat tiga tahapan dalam mengembangkan model komputer, yaitu identifikasi agen dan pembuatan bahasa program, *running simulation*, dan verifikasi/validasi model.

3.3.1 Identifikasi Agen dan Penyusunan Bahasa Program

Identifikasi agen dilakukan untuk mengetahui keadaan dan posisi setiap agen di dalam model. Setelah agen diidentifikasi, dilakukan penyusunan bahasa pemrograman (*coding*) terhadap agen dan keseluruhan model sebagai *input* untuk simulasi.

3.3.2 Running Simulation

Simulasi dilakukan agar mendapatkan suatu analisis untuk penyelesaian masalah yang ada. Dalam melakukan analisis hasil, model konseptual dapat digunakan sebagai acuan dalam mendefinisikan variabel *input*, *output*, dan tujuan yang ingin dicapai.

3.3.3 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dalam model dilakukan untuk memastikan bahwa model dapat berperilaku sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan asumsi yang dibuat (Kelton, et al. 2013). Setelah model terverifikasi, selanjutnya adalah uji validasi model untuk mengetahui apakah logika dari model yang dirancang telah sesuai dengan kondisi permasalahan dalam sistem dan *real system*. Sedangkan, validasi model dilakukan untuk memastikan suatu model yang dibangun telah sama dengan realitas sistem. Hasil validasi model ini untuk mengetahui apakah model yang

dibangun dapat mewakili keadaan sistem yang sebenarnya dan model yang telah dibangun dapat diterima. Apabila model ABMS sudah terverifikasi dan validasi maka dapat dilakukan pembuatan skenario perbaikan atau pengembangan.

3.4 Pengembangan Model Skenario

Setelah didapatkan model yang valid, langkah selanjutnya ialah membangun suatu model skenario alternatif yang dapat diajukan sebagai perbaikan terhadap sistem. Model skenario dibangun untuk dapat menjawab permasalahan dan tujuan dalam penelitian ini. Skenario yang dibangun berupa perubahan perilaku agen yang telah diidentifikasi sebelumnya. Setelah itu, dilakukan analisis terhadap kondisi eksisting dan skenario perbaikan yang terpilih.

3.5 Analisis dan Kesimpulan

Pada tahap terakhir ini dilakukan suatu analisis terhadap model-model yang telah dibangun. Hasil analisis ini berupa agen-agen dan perilaku yang mempengaruhi hasil tangkapan nelayan terhadap ikan kerapu dan interpretasi dari hasil simulasi pada model. Setelah dilakukan analisis terhadap model, berikutnya adalah penarikan kesimpulan dari seluruh penelitian ini. Kesimpulan yang disusun dapat menjawab seluruh tujuan dalam penelitian. Selain itu, pada kesimpulan ini juga dijelaskan kebijakan-kebijakan dan perubahan variabel apa yang dapat direkomendasikan.

BAB 4

PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Pada bab ini dijelaskan mengenai perancangan model simulasi yang dijabarkan secara sistematis. Bab ini terdiri dari identifikasi sistem amatan, konseptualisasi model, perancangan model komputer, dan simulasi model komputer.

4.1 Identifikasi Sistem Amatan

Identifikasi sistem dilakukan untuk dapat memahami kondisi sistem nyata agar model yang dirancang dapat merepresentasikan kondisi nyata dari sistem tersebut. Pada penelitian ini, identifikasi sistem yang diamati hanya terkait pada perilaku nelayan dalam menangkap ikan, khususnya ikan kerapu di Brondong, Lamongan.

4.1.1 Kapal Tangkap



Gambar 4. 1 Kapal Penangkap Kerapu
(Sumber: lamongankab.go.id)

Ikan kerapu merupakan ikan jenis demersal, yaitu ikan yang hidup atau umumnya berada di dasar laut. Kapal yang digunakan untuk menangkap ikan kerapu, khususnya di Brondong, merupakan kapal dengan jenis alat tangkap dogol. Kapal dengan alat tangkap ini dapat menangkap jenis-jenis ikan demersal karena jaring yang digunakan dapat mencapai dasar laut saat melakukan operasi penangkapan. Kapal-kapal penangkap ikan kerapu di Kecamatan Brondong ini berukuran 20 GT – 30 GT dengan rata-rata kapasitas penyimpanan ikan mencapai 10.000 kg. Total kapal penangkap kerapu yang terdapat di Kecamatan Brondong ini berjumlah 344 kapal. Gambar 4.1 merupakan contoh kapal penangkap kerapu yang beroperasi di Pelabuhan Brondong, Lamongan.

4.1.2 Aktivitas Pelayaran

Daerah tangkapan para nelayan Kecamatan Brondong untuk ikan kerapu berada di sekitar lautan Pulau Bawean, Pulau Kangean, Pulau Kalimantan, Banyuwangi, dan Pulau Sumatera bagian timur (Leo, 2010). Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan, waktu yang dibutuhkan dalam melakukan satu kali pelayaran penangkapan ikan ialah selama 14 - 17 hari (untuk kapal ukuran 20 GT – 30 GT). Dalam waktu satu bulan, nelayan dapat melakukan dua kali pelayaran dengan rentang waktu rata-rata 7 hari untuk melakukan pelayaran berikutnya. Sehingga, pelayaran yang dilakukan nelayan untuk menangkap ikan mencapai 20 kali pelayaran dalam satu tahun. Dalam melakukan aktivitas pelayaran ini nelayan mengeluarkan biaya operasional rata-rata sebesar Rp 50.000.000 sehingga dapat diasumsikan dalam satu hari biaya operasional yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 3.571.428.

4.1.3 Hasil Tangkapan

Hasil tangkapan oleh nelayan kapal dogol di Pelabuhan Lamongan terbagi menjadi dua, yaitu Hasil Tangkapan Utama (HTU) dan Hasil Tangkapan Sampingan (HTS). Hasil Tangkapan Utama adalah semua spesies yang menjadi sasaran utama dalam penangkapan. Spesies-spesies ini disebut hasil utama karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan menjadi target utama dalam penangkapan ikan. Sedangkan Hasil Tangkapan Sampingan adalah semua spesies yang di luar

Hasil Tangkapan Utama. Menurut Hall (1999), Hasil Tangkapan Sampingan merupakan spesies yang tidak sengaja tertangkap pada saat melakukan operasi penangkapan. Hasil tangkapan ini ada yang dimanfaatkan oleh nelayan dan diperjual belikan, ada juga yang dikembalikan ke laut. Nilai ekonomis Hasil Tangkapan Sampingan ini lebih rendah daripada nilai ekonomis Hasil Tangkapan Utama, sehingga spesies-spesies ikan ini tidak dijadikan sebagai target utama dalam penangkapan ikan.

Ikan kerapu merupakan salah satu Hasil Tangkapan Utama karena selain memiliki nilai tangkapan yang tinggi, permintaan pasar terhadap ikan kerapu juga sangat tinggi. Selain ikan kerapu, terdapat jenis-jenis ikan lainnya yang menjadi Hasil Tangkapan Utama di Pelabuhan Brondong, yaitu ikan kurisi, swanggi, gulamah, dan kakap. Dalam satu kali pelayaran, volume tangkapan jenis-jenis ikan Hasil Tangkapan Utama ini umumnya juga telah memenuhi 50% dari kapasitas total kapal.

Jenis-jenis ikan Hasil Tangkapan Utama memiliki nilai tangkapan dan permintaan yang cukup tinggi, sehingga termasuk dalam target utama nelayan saat melakukan operasi penangkapan. Selain itu, ikan-ikan tangkapan utama adalah jenis-jenis ikan yang memiliki pengaruh besar terhadap nilai tangkapan nelayan. Pada penelitian ini, analisis dilakukan terhadap hasil tangkap ikan kerapu dengan ikan jenis lainnya yang lebih dapat meningkatkan pendapat nelayan dan produksi di pelabuhan. Oleh karena itu, komposisi dalam satu kapal yang akan dianalisis ialah yang termasuk dalam Hasil Tangkapan Utama, yaitu ikan kerapu, kurisi, swanggi, gulamah, dan kakap merah, dimana ikan-ikan jenis ini mendominasi dalam hal volume tangkap dan juga nilai jual yang didapat.

4.1.4 Volume dan Nilai Tangkapan

Pada subbab ini dilampirkan data-data volume produksi Hasil Tangkapan Utama di Pelabuhan Brondong beserta nilai tangkapannya. Ikan swanggi memiliki volume tangkapan yang paling tinggi diantara jenis ikan Hasil Tangkapan Utama lainnya. Volume tangkapan ikan swanggi mencapai rata-rata 15.804 ton atau 15.804.000 kg per tahunnya. Ikan kurisi memiliki volume tangkapan terbesar kedua, yaitu dengan rata-rata volume tangkapan mencapai 9.826 ton atau 9.826.000

kg. Setelah itu, ikan kerapu memiliki volume tangkapan ketiga terbesar ketiga dengan rata-rata volume pertahun mencapai 1.033 ton atau 1.033.000 kg. Ikan gulamah dan kakap memiliki rata-rata volume tangkapan per tahun yang paling rendah diantara jenis Hasil Tangkapan Utama lainnya, yaitu berturut-turut sebesar 719.000 kg dan 597.200 kg.

Walaupun memiliki hasil tangkapan yang sangat tinggi, namun nilai tangkapan kedua jenis ikan tersebut tidak memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Berdasarkan volume hasil tangkapan per tahun tersebut, berikut ini merupakan nilai tangkapan ikan kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu pada Pelabuhan Brondong dari tahun 2012 – 2016.

Walaupun volume tangkapan ikan kerapu terbilang sedikit dibandingkan ikan kurisi dan swanggi, namun total nilai tangkapan ikan kerapu terbilang cukup besar. Hal ini dikarenakan harga jual ikan kerapu cukup tinggi dibandingkan dengan kedua jenis ikan tersebut. Berdasarkan data yang terlampir pada tabel diatas, harga jual ikan kerapu mencapai Rp 35.000/kg sehingga dengan hasil tangkapan yang sedikit dapat memberikan total nilai tangkapan yang tinggi. Rata-rata harga jual ikan kurisi dan swanggi berturut-turut adalah sebesar Rp 13.940 dan Rp 9.148. Perbedaan harga yang cukup tinggi ini berpengaruh terhadap total pendapatan nelayan secara keseluruhan dalam melakukan pelayarannya. Pada Pelabuhan Brondong, harga jual ikan yang terbesar adalah ikan kakap, yaitu mencapai Rp 54.339/kg. Namun, potensi hasil tangkapan ikan kakap yang terbilang kecil memberikan total nilai tangkapan untuk ikan kakap tetap menjadi rendah.

4.1.5 Komposisi Hasil Tangkapan per Kapal

Berdasarkan data volume dan nilai tangkapan pada subbab sebelumnya, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan komposisi hasil tangkapan setiap jenis ikan per kapal setiap satu kali pelayaran. Hal ini diawali dengan membagi volume (kg) dan nilai tangkapan (Rp) per tahun dengan jumlah kapal yang ada, yaitu sebanyak 344 kapal. Berikut merupakan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 4. 1 Pengolahan Data Komposisi Kapal

Nama ikan	Rata-rata volume per tahun (kg)	Rata-rata volume/kapal/tahun (kg)	nilai/kapal/tahun
Kurisi	9.826.000	28.564	398.173.891
Swanggi	15.804.000	45.942	420.278.080
Gulamah	719.200	2.091	22.408.999
Kakap Merah	597.200	1.736	94.334.934
Kerapu	1.033.200	3.003	105.146.610

Setelah didapatkan rata-rata volume tangkapan ikan untuk setiap kapal per tahunnya, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata komposisi tangkapan ikan per kapal, yaitu volume tangkapan berdasarkan jenis ikan untuk setiap satu kali pelayaran yang dilakukan oleh nelayan. Hal ini dilakukan dengan membagi volume tangkapan dari tiap kapal dalam satu tahun yang telah didapatkan sebelumnya dengan jumlah pelayaran yang dilakukan selama satu tahun, yaitu sebanyak 20 kali pelayaran. Berikut merupakan volume tangkapan ikan per kapal dalam satu kali pelayaran yang telah didapatkan.

Tabel 4. 2 Pengolahan Data Komposisi Kapal (Lanjutan)

Nama ikan	Rata-rata volume/kapal/trip (kg)	Komposisi per kapal
Kurisi	1.428	35%
Swanggi	2.297	56%
Gulamah	105	3%
Kakap Merah	87	2%
Kerapu	150	4%
Jumlah	4.067	100%

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa dalam satu kali melakukan pelayaran, nelayan menangkap sekitar 4000 kg Hasil Tangkapan Utama. Selain itu, jenis ikan yang paling banyak didapatkan oleh nelayan dalam satu kali pelayaran adalah ikan swanggi dan kemudian diikuti ikan kurisi, kerapu, gulamah, dan kakap merah secara berurutan. Ikan yang paling mendominasi adalah ikan kurisi dan swanggi dengan komposisi 35% dan 56%, sedangkan ikan gulamah, kakap merah,

dan kerapu hanya sebesar 3%, 2%, dan 4%. Besarnya persentase volume tangkapan ikan swanggi dan kurisi ini disebabkan oleh keadaan populasi kedua jenis ikan tersebut yang memang yang sangat tinggi di lautan Lamongan. Sehingga dalam setiap kali melakukan upaya penangkapan, nelayan selalu mendapatkan ikan swanggi dan kurisi dengan volume yang besar. Sebaliknya, populasi untuk ikan gulamah, kakap, dan kerapu ini sangat kecil di lautan Lamongan, dimana akan mengakibatkan volume tangkapan untuk ketiga jenis ikan ini menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan ikan swanggi dan kurisi.

4.1.6 *Catch Per Unit of Effort*

Catch Per Unit of Effort (CPUE) adalah hasil tangkapan per unit alat tangkap pada kondisi biomassa yang maksimum atau merupakan angka yang menggambarkan perbandingan antara hasil tangkapan per unit upaya (King, 1995). Pada penelitian ini, perhitungan CPUE yang dilakukan adalah untuk hasil tangkapan setiap jenis ikan per harinya. Penentuan CPUE per hari ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil tangkapan ikan swanggi, kurisi, gulamah, kakap, dan kerapu dan untuk mengetahui seberapa banyak nelayan menghasilkan setiap jenis ikan tersebut setiap harinya. Pada tabel 4.4 telah diketahui volume tangkapan ikan Hasil Tangkapan Utama untuk setiap pelayaran. Dalam melakukan satu kali pelayaran, rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh nelayan adalah 14 hari untuk dapat memenuhi kapasitas kapal. Sehingga, dapat diasumsikan rata-rata CPUE per hari untuk setiap ikan Hasil Tangkapan Utama tersebut dapat ditentukan dengan membagi volume tangkapan per pelayaran dengan lama waktu nelayan melakukan pelayaran, yaitu 14 hari. Berikut ini merupakan rata-rata CPUE per hari untuk ikan swanggi, kurisi, gulamah, kakap, dan kerapu.

Tabel 4. 3 *Catch Per Unit of Effort* Jenis Ikan Amatan

Nama ikan	Rata-rata CPUE per hari (kg)
Kurisi	102
Swanggi	164
Gulamah	7
Kakap Merah	6

Kerapu	11
Jumlah	68

Berdasarkan CPUE per hari pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa ikan swanggi dan kurisi memiliki hasil tangkapan per hari yang jauh lebih tinggi. Ikan kerapu memiliki rata-rata volume tangkapan yang cukup rendah, yaitu 11 kg per harinya. Sehingga, dalam rangka meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu, perlu dilakukan batasan hasil tangkapan terhadap ikan swanggi dan kurisi. Hal ini perlu dilakukan agar kapasitas kapal tidak cepat terpenuhi oleh ikan swanggi dan kurisi akibat dari hasil tangkapan kedua jenis ikan tersebut yang sangat tinggi. Namun, hasil tangkapan kerapu yang semakin tinggi juga mempengaruhi lamanya nelayan melakukan pelayaran. Hal ini dikarenakan oleh hasil tangkapan ikan kerapu yang rendah, sehingga perlu dilakukan usaha yang lebih oleh nelayan agar dapat memenuhi kapasitas tangkapan kerapu hingga mencapai persentase yang ingin ditingkatkan.

4.2 Konseptualisasi Sistem

Konseptualisasi sistem merupakan tahapan yang dilakukan setelah menyelesaikan identifikasi sistem amatan. Konseptualisasi sistem ini dilakukan untuk menggambarkan dan menstrukturkan kondisi sistem nya agar dapat lebih dipahami. Pada penelitian ini, model konseptual yang dibangun digunakan untuk mengetahui agen-agen yang terlibat di dalam sistem serta mengetahui interaksi dan pengaruh variabel yang terlibat di dalamnya. Dalam melakukan konseptualisasi sistem atau pembangunan model konseptual ini dilakukan langkah-langkah berikut yaitu, identifikasi agen yang terlibat di dalam sistem dan perancangan *causal loop diagram*.

4.2.1 Identifikasi Agen

Identifikasi agen dilakukan untuk mengetahui individu beserta perilakunya yang berperan untuk mencapai tujuan sistem. Pada penelitian ini terdapat enam agen yang dimodelkan, yaitu agen nelayan, ikan kurisi, ikan swanggi, ikan gulamah, ikan kerapu, dan ikan kakap merah. Setiap jenis agen memiliki

karakteristik berbeda-beda yang ditentukan oleh *fixed attribute*, *variable attribute*, dan *behavior* (perilaku).

Fixed attribute merupakan suatu atribut yang melekat pada suatu agen dan nilainya tidak dapat dirubah. *Variable attribute* merupakan suatu nilai yang terdapat pada agen yang akan berubah pada suatu waktu tertentu. Perubahan nilai ini dipengaruhi oleh *behavior* agen tersebut. Pada umumnya *variable attribute* dijadikan *output* di dalam simulasi yang akan dianalisis. *Behavior* merupakan sebuah perilaku atau aktivitas yang dilakukan oleh agen. Perbedaan atau perubahan pada *behavior* agen ini berdampak pada perubahan *variable attribute*. Pada umumnya *behavior* agen dijadikan suatu *input* atau *experimental factor* di dalam simulasi.

4.2.1.1 Nelayan

Agen nelayan merupakan agen utama di dalam simulasi yang dilakukan pada penelitian ini. Pada model yang dibuat, agen nelayan direpresentasikan sebagai kapal penangkap ikan. Perilaku agen nelayan ini dilakukan analisis lebih lanjut, dimana perubahan pada perilaku ini berdampak kepada *variable attribute* yang berbeda-beda. Perilaku yang dianalisis ini adalah perubahan yang dilakukan oleh nelayan dalam menentukan target tangkapan ikan kerapu. Perubahan yang dilakukan pada perilaku nelayan ini memiliki pengaruh terhadap *variable attribute* nelayan. Berdasarkan data-data pada subbab 4.1 persentase eksisting target tangkapan kerapu adalah sebesar 4% dari total kapasitas Hasil Tangkapan Utama. Persentase tangkapan kerapu ini dapat mempengaruhi volume tangkapan kerapu selama pelayaran, dimana hubungan antara persentase tangkapan dan volume tangkapan kerapu ini berbanding lurus. Selain itu, hasil dari volume tangkapan ini juga berpengaruh terhadap nilai produksi tangkapan kerapu. Sebaliknya, untuk volume tangkapan jenis lainnya mengalami penurunan dikarenakan nelayan melakukan peningkatan terhadap hasil tangkapan ikan kerapu.

Perubahan perilaku ini juga berdampak kepada lama nelayan dalam melakukan satu kali pelayaran. Ikan kerapu memiliki nilai *catch per unit of effort* yang rendah dibandingkan dengan ikan kurisi dan swanggi. Dalam melakukan usaha untuk meningkatkan persentase tangkapan kerapu dalam nilai yang

ditentukan, secara tidak langsung waktu yang dibutuhkan oleh nelayan semakin lama. Waktu pelayaran ini juga berdampak kepada total pelayaran yang dilakukan oleh nelayan dalam satu tahun. Semakin lama nelayan melakukan satu kali pelayaran akan menyebabkan dalam satu tahun nelayan akan melakukan pelayaran yang lebih sedikit. *Attribute* dan perilaku nelayan secara ringkas dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 4 Karakteristik Agen Nelayan

<i>Fixed Attribute</i>	<i>Variable Attribute</i>	<i>Behavior</i>
Jenis agen: Kapal Kapasitas kapal	Volume tangkapan ikan Nilai produksi tangkapan Lama nelayan berlayar Total pelayaran per tahun Biaya operasional kapal	Perilaku dalam menentukan target volume tangkapan kerapu

4.2.1.2 Ikan

Agen ikan yang dimodelkan merupakan jenis-jenis ikan Hasil Tangkapan Utama, yaitu ikan kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu. Pada model yang dibangun ini setiap jenis ikan memiliki karakteristik yang sama, kecuali untuk nilai CPUE per harinya. Setiap jenis ikan ini memiliki nilai CPUE per hari yang berbeda-beda dimana nilai CPUE ini merepresentasikan tingkat tangkapan nelayan terhadap jenis-jenis ikan tersebut. CPUE yang dimiliki oleh setiap jenis ikan tersebut sesuai dengan data yang diperoleh pada tabel 4.5. Selanjutnya, *variable attribute* untuk setiap jenis ikan ini adalah volume hasil tangkapan. Volume hasil tangkapan setiap jenis ikan ini berbeda-beda bergantung kepada persentase tangkapan setiap kapal dan lama waktu berlayarnya nelayan. Karakteristik untuk setiap jenis agen ikan secara ringkas dapat dilihat pada tabel 4.7.

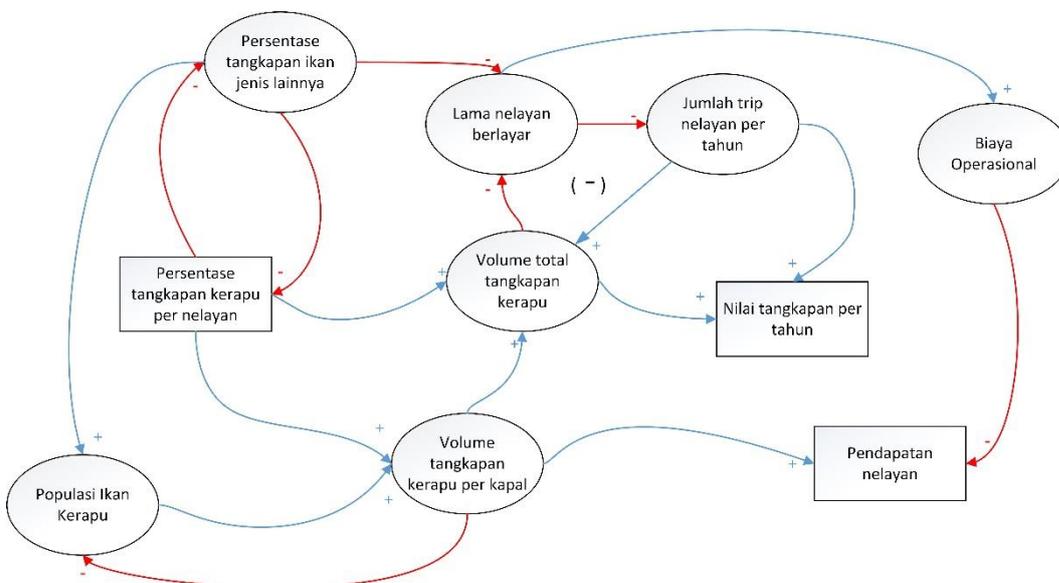
Tabel 4. 5 Karakteristik Agen Ikan

<i>Fixed Attribute</i>	<i>Variable Attribute</i>
------------------------	---------------------------

Jenis agen: Kurisi, Swanggi, Gulamah, Kakap, Kerapu	Volume tangkapan setiap jenis ikan
<i>Catch Per Unit of Effort</i> (CPUE)	

4.2.2 Causal Loop Diagram

Causal loop diagram dapat disebut juga dengan diagram sebab akibat. Diagram ini digunakan untuk menunjukkan keterkaitan antar satu variabel dengan variabel lainnya terhadap sistem yang telah diidentifikasi. Hubungan sebab akibat ini ditandai dengan tanda positif dan negatif yang menjelaskan korelasi yang terjadi antar variabel. Tanda positif bermakna hubungan antar variabel berbanding lurus dan tanda negatif mengindikasikan hubungan antar variabel tersebut berbanding terbalik. Pada model perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu, diagram sebab akibat ini menunjukkan pengaruh variabel-variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya beserta interaksi yang terjadi antar agen. Berikut ini merupakan *causal loop diagram* pada sistem perilaku nelayan perikanan tangkap khususnya ikan kerapu di Pelabuhan Brondong.



Gambar 4. 2 Causal Loop Diagram

Diagram sebab akibat diatas merupakan keterkaitan variabel yang terjadi pada nelayan dalam melakukan penangkapan ikan. Pada diagram tersebut, panah biru memiliki arti bahwa suatu variabel memiliki pengaruh positif terhadap variabel lainnya. Sebaliknya, untuk panah berwarna merah berarti suatu variabel memiliki pengaruh yang negatif. Persentase tangkapan ikan kerapu merupakan perilaku nelayan yang telah diidentifikasi sebelumnya, dimana menjadi *input* pada model ini. Nilai tangkapan dan pendapatan menjadi *output* dari proses-proses yang berjalan di dalam sistem ini.

Hal utama yang perlu diamati di dalam sistem ini adalah *loop* negatif yang terjadi diantara variabel volume total tangkapan kerapu, lama nelayan berlayar, dan jumlah *trip* nelayan. Lama waktu berlayar dan jumlah *trip* ini merupakan *variable attribute* nelayan dimana nilainya akan dipengaruhi oleh perilaku nelayan dalam menentukan target volume tangkapan ikan kerapu. Volume tangkapan ikan kerapu yang ditingkatkan memiliki pengaruh positif terhadap total nilai tangkapan nelayan. Namun, usaha yang dilakukan oleh nelayan agar mendapatkan volume tangkapan kerapu yang tinggi membutuhkan waktu pelayaran yang cukup lama dikarenakan oleh CPUE ikan kerapu yang rendah. Waktu pelayaran yang semakin lama ini berdampak kepada banyaknya jumlah pelayaran yang dilakukan oleh nelayan, dimana hal ini mempengaruhi total hasil tangkapan yang semakin sedikit dan mengurangi total nilai tangkapan. Selain itu, jumlah pelayaran yang semakin sedikit ini juga mempengaruhi total volume tangkapan kerapu pada jangka waktu yang panjang. Kondisi seperti inilah yang kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui persentase tangkapan kerapu yang optimum agar dapat meningkatkan volume tangkapan kerapu serta nilai tangkapan yang tinggi.

4.3 Perancangan Model Komputer

Subbab ini dijelaskan perancangan model komputer yang dijabarkan dengan sistematis. Model komputer ini dibangun berdasarkan dengan model konseptual yang telah dibuat sebelumnya dalam mendefinisikan *input*, *output*, serta tujuan dari simulasi yang dilakukan. Selain itu, pada subbab ini juga dijelaskan mengenai bahasa pemrograman (*coding*) yang digunakan untuk setiap agen dan interaksinya. Model komputer dibuat dengan menggunakan *software* NetLogo.

4.3.1 Algoritma Pemrograman

Algoritma merupakan sebuah alur logika berpikir yang dirancang untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan secara sistematis. Algoritma pemrograman merupakan sebuah alur berpikir yang digunakan dalam menyusun bahasa pemrograman (*coding*) pada model komputer. Pembuatan algoritma pemrograman ini dapat membantu untuk memudahkan dalam melakukan penyusunan *coding* untuk membuat model komputer.

Algoritma dalam melakukan perancangan model komputer ini dimulai dengan pembuatan dan pendefinisian agen, yaitu agen nelayan dan ikan-ikan. Pada program yang dibuat, agen nelayan diberi nama *fishers* dan agen ikan diberi nama sesuai dengan jenisnya, yaitu kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu. Setelah agen-agen yang terlibat telah didefinisikan, selanjutnya menentukan atribut-atribut untuk setiap jenis agen tersebut. Penentuan atribut-atribut agen ini dilakukan berdasarkan karakteristik agen yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya.

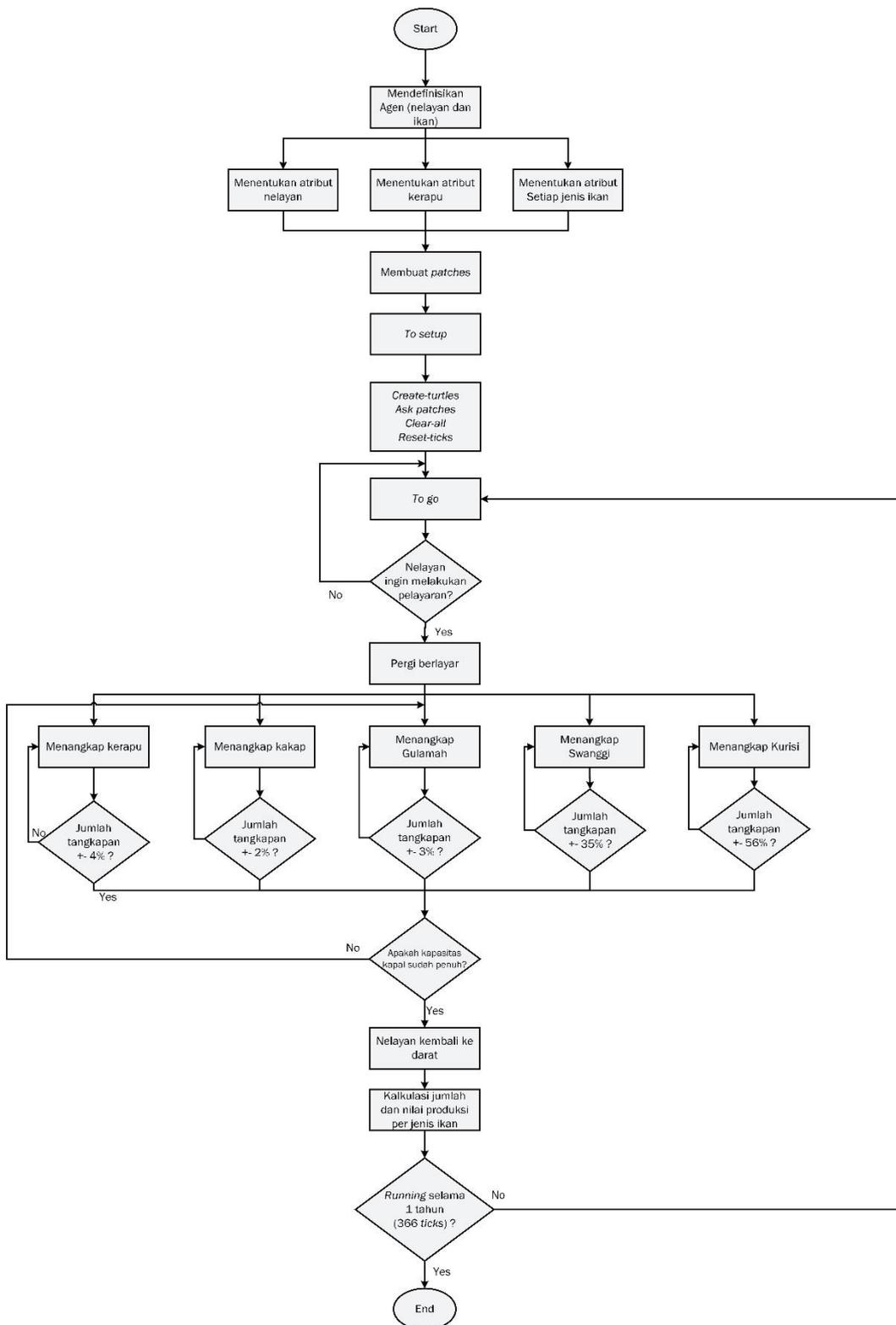
Selanjutnya dilakukan pembuatan *patches* untuk model. *Patches* pada model komputer ini dibuat untuk menggambarkan *world* pada simulasi yang dilakukan. *World* yang dirancang untuk menggambarkan kondisi sistem nyata ini berupa *patch* pantai dan lautan. Pantai merepresentasikan dermaga kapal dimana tempat kapal memulai melakukan pelayaran dan kembali dari pelayaran. *Patch* lautan digunakan merepresentasikan tempat kapal melakukan penangkapan ikan dan habitat dari agen jenis-jenis ikan.

Setelah melakukan pembuatan agen dan *patch* yang digunakan untuk merepresentasikan kondisi nyata sistem, selanjutnya menentukan algoritma terhadap perilaku agen dan kinerja didalam sistem tersebut. Pertama, agen nelayan mulai melakukan pelayaran untuk menangkap ikan. Setiap nelayan melakukan pelayaran pada satu waktu tertentu yang ditentukan secara acak dan dalam keadaan volume kapal masih kosong. Nelayan bergerak menuju *patch* lautan dan mulai melakukan penangkapan ikan. Dalam model yang dirancang ini, posisi nelayan tetap diam selama melakukan penangkapan ikan dan agen jenis-jenis ikan bergerak (berenang) di *patch* lautan.

Agen nelayan melakukan penangkapan ikan hingga kapasitas kapal untuk Hasil Tangkapan Utama telah terpenuhi. Setiap ikan yang tertangkap mengakumulasikan nilai CPUE-nya sebagai indikasi *volume* tangkapan ikan-ikan tersebut. Nelayan melakukan perintah penangkapan ikan tersebut secara terus-menerus hingga kapasitas terpenuhi. Setelah kapasitas kapal telah terpenuhi, nelayan kembali ke *patch* pantai (dermaga) dan melakukan pembongkaran untuk hasil tangkap selama melakukan pelayaran tersebut. Volume tangkapan ikan kembali lagi menjadi kosong saat nelayan sampai di dermaga dan dilakukan akumulasi dari volume-volume tangkapan ikan tersebut.

Berdasarkan kondisi dari sistem nyata, nelayan melakukan pelayaran untuk menangkap ikan selama kurang lebih 14 hari. Kemudian, saat nelayan sampai di dermaga, nelayan menunggu hingga 7 hari untuk melakukan pelayaran berikutnya. Berdasarkan kondisi ini, dapat diasumsikan nelayan melakukan pelayaran untuk menangkap ikan rata-rata 20 kali dalam satu tahun.

Pada model ini dilakukan simulasi selama satu tahun (366 hari). Pada simulasi ini, nelayan terus melakukan pelayaran untuk menangkap ikan selama satu tahun. Simulasi berhenti secara otomatis saat saat program telah berlangsung selama 366 satuan waktu (*ticks*). Berikut ini merupakan algoritma pemrograman yang telah dirancang.



Gambar 4. 3 Algoritma Pemrograman Model Komputer

4.3.2 *Interface*

Subbab ini menjelaskan *interface* pada model simulasi yang dibangun. *Interface* merupakan tampilan model simulasi yang digunakan untuk mengatur operasi yang dilakukan dalam simulasi. *Interface* pada model ini memiliki fitur-fitur yang dapat digunakan untuk mengontrol jalannya simulasi dan sebagai memantau *output* yang dihasilkan. Fitur-fitur yang terdapat pada model simulasi ini adalah *button*, *slider*, *monitor*, dan *plot* serta tampilan *world/space* sebagai tempat berjalannya simulasi.

Fitur *button* terdiri dari “*setup*” dan “*go*”. Perintah “*setup*” ini digunakan untuk menampilkan kondisi awal model sebelum dilakukannya simulasi. Perintah pada *button* “*setup*” ini berisi prosedur untuk pengaturan *patch*, agen, dan atribut-atribut agen. Berikut ini merupakan prosedur yang digunakan dalam *button* “*setup*”.

Pada prosedur “*setup*” tersebut dilakukan pembuatan *patch* pantai dan lautan dengan menggunakan perintah “*ask patches*”. Perintah “*create-agents*” digunakan untuk membuat agen-agen beserta dengan atributnya. Perintah tersebut memiliki prosedur tersendiri untuk menjelaskan secara mendetil terkait posisi dan atribut-atribut agen. Selanjutnya, pada prosedur “*setup*” ini juga ditentukan variabel harga setiap jenis ikan per kilogram.

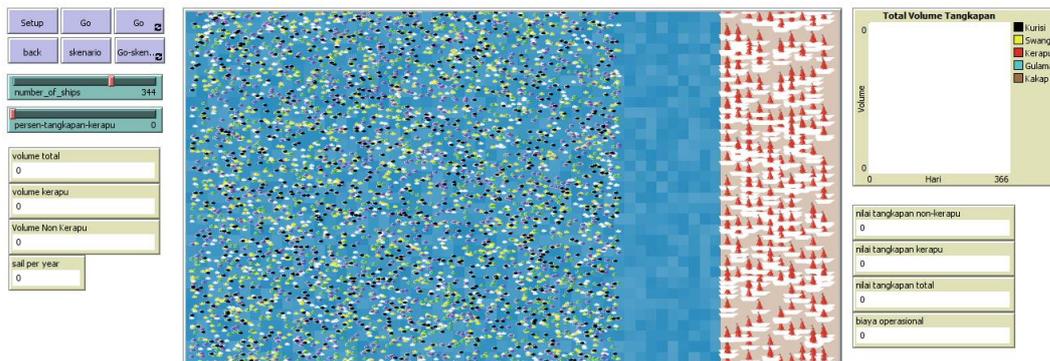
Button “*go*” pada *interface* merupakan sebuah prosedur yang digunakan untuk memulai menjalankan simulasi. Prosedur yang terdapat pada *button* “*go*” ini berisikan perilaku-perilaku agen yang kemudian memiliki dampak kepada perubahan *variable attribute* serta pengaruh kepada agen lainnya. Pengaruh terhadap agen ini kemudian membentuk suatu perilaku sistem. Berikut ini merupakan prosedur pada *button* “*go*”.

Pada prosedur “*go*” terdapat perintah yang digunakan untuk menggerakkan agen jenis-jenis ikan. Selain itu, prosedur untuk melakukan perintah terhadap perilaku nelayan terdapat pada perintah “*ask fisheries*” yang terdiri dari “*sail*” dan “*catching*”. Perintah “*sail*” berisikan prosedur perilaku nelayan untuk melakukan pelayaran. Nelayan berlayar dengan waktu yang telah ditentukan secara acak. Setelah nelayan melakukan pelayaran, nelayan melakukan perintah “*catching*”. Prosedur pada perintah “*catching*” berisikan perilaku nelayan dalam menangkap

ikan. Pada perintah ini nelayan menangkap ikan hingga memenuhi kapasitas Hasil Tangkapan Utama. Setelah itu, nelayan kembali ke dermaga.

Pada fitur *slider*, terdapat dua variabel yang dapat digunakan untuk melakukan control pada simulasi. *Slider* “number_of_ships” digunakan untuk menentukan jumlah kapal yang digunakan dalam melakukan simulasi. Jumlah kapal awal yang digunakan dalam simulasi adalah 344 kapal. Jumlah ini menyesuaikan dengan kondisi nyata pada sistem di Pelabuhan Brondong. Selanjutnya, *slider* “persentase-tangkapan-kerapu” digunakan untuk mengatur maksimum tangkapan ikan kerapu. Persentase tangkapan kerapu terhadap total Hasil Tangkapan Utama adalah sebesar 4%. Oleh karena itu, untuk melakukan simulasi awal digunakan nilai sebesar 4% untuk persentase tangkapan kerapu.

Selanjutnya fitur *monitor* dan *plot* digunakan untuk memantau hasil yang diperoleh dari simulasi. pada fitur *monitor* terdapat *output* berupa *volume* tangkapan total dan seluruh jenis ikan beserta dengan nilai tangkapannya. Selain itu, terdapat rata-rata pelayaran yang dilakukan oleh nelayan selama dilakukannya simulasi. Pada fitur *plot*, terdapat grafik akumulasi *volume* tangkapan setiap jenis ikan per hari. Berikut ini merupakan *interface* pada model aplikasi.



Gambar 4. 4 *Interface* Model Komputer

4.3.3 *Experimental Factor*

Experimental factor merupakan variabel pada model yang dilakukan analisis lebih lanjut. Perubahan pada variabel ini kemudian dijadikan skenario yang akan dianalisis untuk mendapatkan skenario terbaik. Pada penelitian ini *experimental factor* yang digunakan adalah variabel persentase tangkapan kerapu. Perubahan pada persentase tangkapan kerapu berpengaruh kepada *volume* tangkapan jenis ikan lainnya. Persentase tangkapan kerapu yang semakin meningkat mengakibatkan *volume* tangkapan terhadap jenis ikan lainnya akan menurun, hal ini dilakukan untuk menjaga komposisi kapasitas kapal untuk Hasil Tangkapan Utama tetap dalam 100%. Analisis dalam peningkatan persentase tangkapan kerapu ini lebih lanjut dijelaskan pada skenario model.

4.4 **Verifikasi dan Validasi Model**

Langkah berikutnya adalah verifikasi dan validasi. Hasil perancangan model konseptual dan model komputer harus terlebih dahulu dilakukan verifikasi dan validasi untuk memastikan apakah model telah sesuai dengan sistem nyata. Verifikasi merupakan proses pemeriksaan error dari ketidaksamaan informasi dan logika model simulasi yang telah dirancang. Validasi merupakan pengujian kesesuaian model terhadap sistem nyata. Verifikasi dan validasi merupakan teknik untuk memastikan kredibilitas model yang telah dirancang pada penelitian ini terhadap sistem nyata.

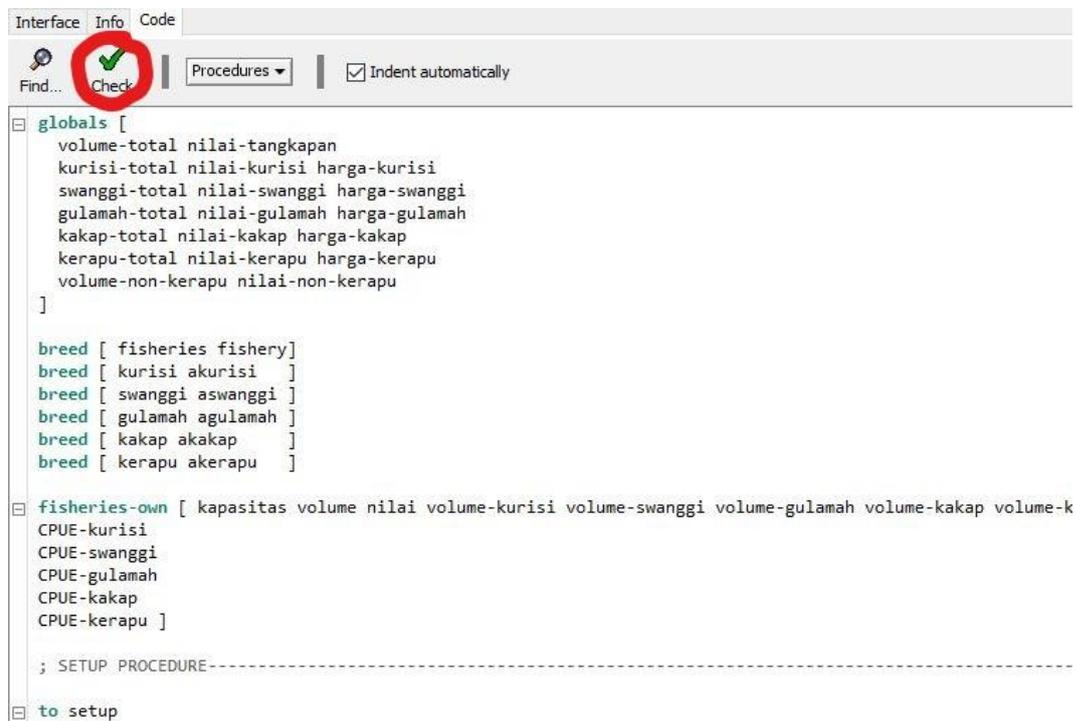
4.4.1 *Verifikasi*

Verifikasi merupakan hal yang penting dilakukan dalam perancangan model simulasi. Pada simulasi *agent-based* khususnya dengan menggunakan *software* NetLogo, verifikasi dapat dilakukan dengan melakukan cek error pada bahasa pemrograman dan memastikan model simulasi yang dibuat telah sesuai dengan rancangan model konseptual.

4.4.1.1 *Verifikasi Bahasa Pemrograman*

Cek error sangat penting dilakukan dalam melakukan simulasi dengan menggunakan *software* komputer, terutama pada *software* NetLogo. Hal ini karena

software NetLogo memiliki potensi eror yang cukup tinggi karena menggunakan bahasa pemrograman dalam melakukan perancangan model. Verifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan tombol *check* yang terdapat pada bagian *code* di dalam NetLogo. Tombol *check* ini berfungsi untuk melakukan verifikasi apakah algoritma prosedur dan bahasa program yang dibuat telah sesuai dengan aturan NetLogo atau tidak. Jika tidak terdapat komentar eror saat dilakukan verifikasi pada prosedur yang telah dibuat, dapat dikatakan algoritma dan prosedur *coding* yang telah dibuat telah terverifikasi. Berikut ini merupakan tampilan yang menyatakan bahwa bahasa program yang dibuat telah benar.



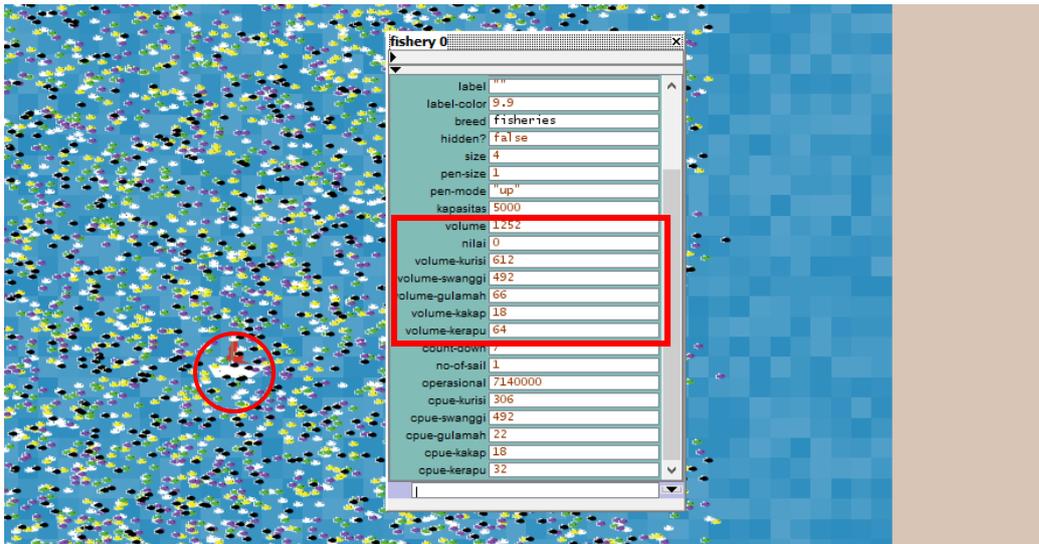
Gambar 4. 5 Verifikasi Bahasa Program

4.4.1.2 Verifikasi Model Komputer

Verifikasi model komputer ini dilakukan untuk mengetahui apakah model yang telah dibangun telah berjalan sesuai dengan algoritma dan model komputer yang dirancang. Berdasarkan model konseptual yang telah dirancang, kapal nelayan melakukan pelayaran dan mulai menangkap ikan. Setelah itu, kapal kembali ke dermaga pada saat volume kapasitas kapal telah terpenuhi. Selanjutnya, nelayan melakukan pembongkaran hasil tangkapan ikan sehingga volume hasil tangkapan

ikan dan kapasitas kapal kembali menjadi nol. Dalam melakukan verifikasi terkait hal-hal tersebut, dilakukan pengecekan secara bertahap terhadap kinerja sistem atau dalam hal ini perilaku nelayan pada saat menangkap ikan. Berikut ini merupakan hasil-hasil dari verifikasi model komputer yang telah dilakukan.

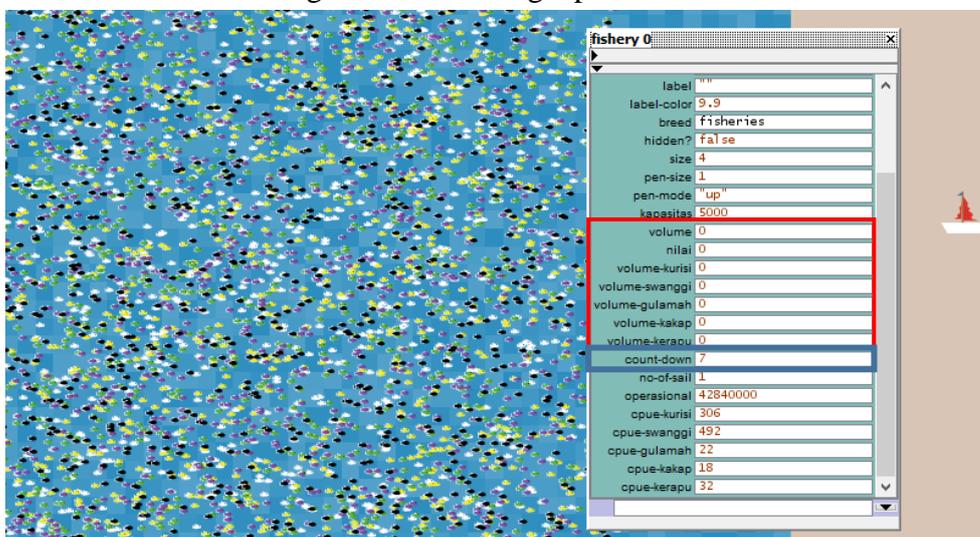
1. Verifikasi Penangkapan Ikan



Gambar 4. 6 Verifikasi Penangkapan Ikan

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa kapal nelayan telah berada di *patch* laut pada saat melakukan penangkapan ikan. Selain itu, volume ikan yang tertangkap juga telah tercatat sebagai *variable attribute* dari nelayan. Kotak berwarna merah menunjukkan akumulasi dari volume ikan yang berhasil ditangkap. Berdasarkan total volume tangkapan ikan ini, nelayan kembali ke dermaga pada saat kapasitas kapal telah terpenuhi.

2. Verifikasi Pembongkaran Hasil Tangkapan



Gambar 4. 7 Verifikasi Pembongkaran Hasil Tangkapan

Gambar 4.12 merupakan kondisi pada saat nelayan telah melakukan penangkapan ikan dan kembali ke dermaga. Pada saat kembali ke dermaga, nelayan melakukan pembongkaran hasil tangkapan ikan. Kotak berwarna merah menunjukkan volume hasil tangkapan ikan yang telah menjadi nol pada saat nelayan kembali ke dermaga. Selanjutnya, nelayan kembali melakukan pelayaran dalam kurun waktu 7 hari setelah tiba di dermaga. Pada kotak berwarna biru terlihat *count down* yang bernilai 7. Hal ini digunakan sebagai perintah kepada nelayan untuk melakukan pelayaran kembali pada 7 hari berikutnya.

4.4.2 Validasi

Uji validasi pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan jumlah pelayaran yang dilakukan oleh nelayan pada model komputer dan keadaan eksisting. Selain itu, dilakukan perbandingan rata-rata volume tangkapan per tahun antara hasil model komputer dan data historis selama 5 tahun.

4.4.2.1 Validasi Jumlah Pelayaran

Pada keadaan eksisting, nelayan melakukan pelayaran untuk menangkap ikan selama kurang lebih 14 hari. Sehingga, dalam satu tahun dapat diasumsikan jumlah pelayaran yang dilakukan oleh nelayan rata-rata adalah sebanyak 20 kali pelayaran. Berikut ini merupakan hasil validasi yang telah dilakukan yang menunjukkan jumlah pelayaran yang dilakukan oleh nelayan pada hasil model komputer.



Gambar 4. 8 Validasi Jumlah Pelayaran

Gambar diatas menunjukkan hasil *running* yang dilakukan selama 366 hari. Berdasarkan hasil *running* tersebut, dapat dilihat bahwa jumlah pelayaran yang dilakukan oleh nelayan selama satu tahun adalah sebanyak 20 kali pelayaran. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan bahwa rata-rata- nelayan tersebut melakukan operasi penangkapan ikan adalah selama 14 hari, dengan tenggang waktu dalam melakukan pelayaran berikutnya selama 7 hari. Berdasarkan uji validasi ini, dalam hal lama waktu pelayaran nelayan dan jumlah pelayaran yang dilakukan dapat dikatakan model ini telah valid.

4.4.2.2 Validasi Total Volume Tangkapan

Validasi ini dilakukan dengan membandingkan *output* volume tangkapan setiap jenis ikan selama satu tahun dengan data eksisting yang telah didapatkan pada proses pengumpulan data. *Output* volume yang dibandingkan dengan data eksisting merupakan hasil *running* simulasi selama satu tahun dengan 100 kali replikasi. Berikut merupakan perbandingan data historis volume tangkapan dari tahun 2012 – 2016 dengan hasil *running* simulasi.

Tabel 4. 6 Perbandingan *Volume* Tangkapan Aktual dan Hasil Simulasi

Tahun	Volume total tangkapan (kg)	
	Aktual	Simulasi
2012	24.076.000	23.238.576
2013	25.960.000	28.539.616
2014	31.918.000	31.965.856
2015	31.011.000	30.435.056
2016	26.934.000	28.668.272
Rata-Rata	27.979.800	28.569.475
Standar Deviasi	3.358.219	3.295.639

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode ANOVA untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara data aktual dengan data simulasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan fitur *Excel Data Analysis Toolpak* yang ada pada *software* Ms.Excel. Nilai *p-value* yang didapatkan dari perhitungan ANOVA ini kemudian dibandingkan dengan nilai signifikansi (α =alpha) yang bernilai 0.05. Berikut merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 4. 7 Hasil Analisis ANOVA

Anova: Single
Factor

SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
		13989900	2797980	1,13E+1
Column 1	5	0	0	3
		14284737	2856947	1,09E+1
Column 2	5	6	5	3

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8,69292E+1	1	8,69E+11	0,07853	0,78640	5,31765
Within Groups	8,85555E+1	8	1,11E+13	1	8	5
Total	8,94248E+1	9				

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa nilai *p-value* adalah sebesar 0,78640. Nilai *p-value* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai signifikansi (α =alpha) yang bernilai 0.05. Selain itu, dapat diketahui bahwa nilai *Fcrit* lebih besar dibandingkan dengan nilai *F*. Berdasarkan hasil analisis ANOVA ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kondisi aktual dengan hasil simulasi sehingga model dapat dikatakan telah valid.

4.4.2.3 Validasi Komposisi Hasil Tangkapan

Berdasarkan data yang diperoleh sebelumnya, komposisi hasil tangkapan ikan kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu secara berturut adalah sebesar 35%, 56%, 3%, 2%, dan 4%. Komposisi hasil tangkapan ke-5 jenis ikan ini dibandingkan dengan hasil dari model komputer. Berikut ini merupakan hasil simulasi volume tangkapan setiap jenis ikan per tahun. Hasil tersebut didapatkan dari rata-rata volume tangkapan setiap jenis ikan pada 100 kali replikasi.

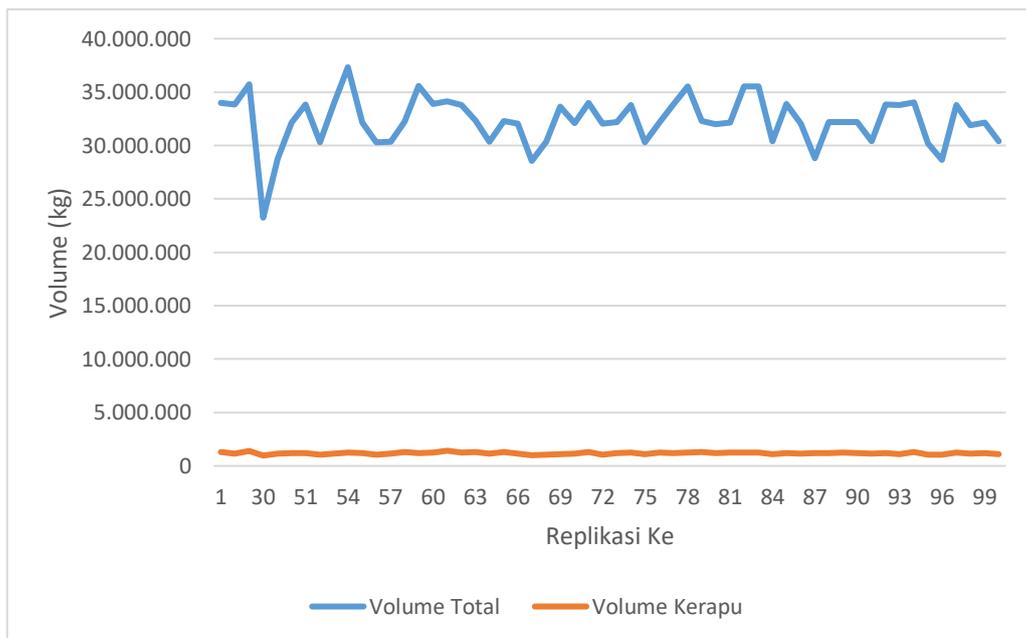
Tabel 4. 8 Komposisi Hasil Simulasi Tangkapan Utama

Jenis Ikan	Volume (kg)	Persentase Komposisi
Kurisi	11.556.935	35%
Swanggi	18.603.740	57%
Gulamah	819.766	3%
Kakap	497.156	2%
Kerapu	1.198.991	4%
Total	32.676.588	100%

Berdasarkan hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa komposisi hasil tangkapan untuk setiap jenis ikan kurisi, swanggi, gulamah, kakap, dan kerapu secara berturut-turut adalah 35%, 56%, 3%, 2%, dan 4%. Hasil tersebut telah sesuai dengan komposisi hasil tangkapan pada kondisi eksisting. Sehingga, dalam hal komposisi hasil tangkapan ini dapat dinyatakan hasil simulasi telah valid.

4.5 Hasil Simulasi Model Awal

Pada bagian ini ditampilkan hasil *running* simulasi awal dengan kondisi *tick* berhenti saat 366 hari (*running* selama satu tahun) dan dilakukan sebanyak 100 replikasi. Sesuai dengan kondisi eksisting sistem, jumlah kapal nelayan yang melakukan penangkapan ikan adalah 344 kapal. Pada simulasi awal ini tidak ada batasan tangkapan terhadap jenis-jenis ikan amatan. Hal ini dilakukan agar model sesuai dengan kondisi sistem nyata. Berikut adalah hasil volume tangkapan dari *running* model simulasi awal yang telah diolah kedalam grafik.



Gambar 4. 9 Volume Tangkapan Hasil *Running* Simulasi Awal

Berdasarkan hasil *running* model simulasi di atas, berikut ini merupakan perhitungan rata-rata dan standar deviasi volume tangkapan.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil *Running* Model Awal

Aspek	Volume Total (kg)	Volume Kerapu (kg)
Mean	32.676.588	1.198.991
St.dev	2.224.137	89.370

Berdasarkan hasil *running*, didapatkan rata-rata volume total tangkapan sebesar 32.676.588 kg dengan standar deviasi 2.224.137. Dari total tangkapan tersebut ikan kerapu memiliki volume tangkapan rata-rata 1.198.991 kg dan standar deviasi 89.370. Volume tangkapan ikan kerapu ini berada pada sekitar 4% dari total tangkapan. Selain itu, dapat dilihat bahwa volume tangkapan memiliki hasil yang cukup variansi. Hal ini dikarenakan memang kondisi tangkapan pada sistem nyata pun tidak dapat diestimasi dengan baik.

Selanjutnya adalah hasil nilai tangkapan total untuk seluruh nelayan. Nilai tangkapan ini merupakan hasil perkalian dari volume tangkapan nelayan dengan harga per kilogram per jenis ikan. Berdasarkan hasil *running* simulasi awal, didapatkan rata-rata total nilai tangkapan ikan untuk seluruh nelayan selama satu tahun sebesar Rp 386.713.825.065. Selanjutnya, nilai tangkapan yang diperoleh setiap nelayan adalah total nilai tangkapan dibagi dengan jumlah kapal (344), yaitu Rp 1.124.168.096. Kemudian, rata-rata biaya operasional yang dikeluarkan oleh setiap nelayan per tahunnya adalah Rp 821.814.000. Sehingga, dapat diketahui bahwa pendapatan nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu dengan persentase tangkapan sebesar 4% adalah sebesar Rp 297.820.196.

BAB 5

MODEL SKENARIO

Bab ini menjelaskan tentang skenario yang dilakukan terhadap sistem perikanan tangkap kerapu di Pelabuhan Brondong, Lamongan. Hasil *running* simulasi sistem kondisi nyata pada bab sebelumnya akan dijadikan sebagai bahan acuan penentuan alternatif skenario pada penelitian ini. Penentuan skenario kebijakan didasarkan pada tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk menentukan skenario kebijakan yang dapat meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu serta pendapatan total tangkapan di pelabuhan Brondong. Variabel dari sistem yang dijadikan parameter dalam pembuatan skenario alternatif ini adalah persentase tangkapan kerapu.

5.1 Skenario Peningkatan Persentase Tangkapan Kerapu

Peningkatan yang dilakukan terhadap persentase tangkapan kerapu ini memiliki pengaruh secara langsung terhadap volume tangkapan ikan jenis lainnya. Selain itu, waktu yang dibutuhkan nelayan dalam melakukan pelayaran menjadi semakin lama dimana hal ini mempengaruhi volume dan nilai tangkapan total oleh nelayan karena pelayaran yang dilakukan oleh nelayan semakin sedikit. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap peningkatan persentase tangkapan kerapu yang dapat meningkatkan volume tangkapan kerapu dan juga nilai tangkapan total yang tertinggi.

Pada skenario ini dilakukan peningkatan persentase kerapu secara bertahap. Dalam melakukan hal ini, persentase volume tangkapan untuk jenis ikan lainnya harus dilakukan batasan kapasitas tangkapan dan menurunkan persentasenya agar hasil ikan kerapu yang ditangkap dapat memenuhi target persentasenya. Pada penelitian ini, volume tangkapan yang dibatasi dan diturunkan persentasenya adalah ikan kurisi dan swanggi. Hal ini karena persentase tangkapan untuk kedua jenis ikan tersebut sangat tinggi, namun memiliki nilai jual yang rendah dibandingkan dengan ikan kerapu. Dengan melihat kondisi tersebut, meningkatnya hasil tangkapan ikan kerapu diharapkan dapat meningkatkan pendapatan total

nelayan walaupun volume tangkapan ikan kurisi dan swanggi dibatasi dan diturunkan.

Dalam melakukan skenario ini, dilakukan eksperimen untuk menurunkan persentase tangkapan ikan kurisi dan swanggi sebesar masing-masing 1% dari persentase tangkapan sebelumnya. Sehingga, persentase tangkapan kerapu ditingkatkan sebesar 2% dari keadaan sebelumnya agar kapasitas kapal tetap terpenuhi. Eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan *BehaviorSpace tools* yang terdapat pada NetLogo dan pada masing-masing skenario dilakukan sebanyak 100 replikasi. Hasil *running* dari skenario ini adalah untuk membandingkan volume tangkapan kerapu yang terbesar dan total nilai tangkapan yang tertinggi. Berikut ini merupakan total volume tangkapan hasil *running* simulasi skenario.

Tabel 5. 1 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 4% - 12%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	4%	6%	8%	10%	12%
Kurisi	11.556.935	11.459.039	11.343.249	10.436.257	10.330.680
Swanggi	18.603.740	18.684.979	18.520.809	17.535.592	17.294.962
Gulamah	819.766	829.983	819.085	817.420	809.776
Kakap	497.156	485.515	488.487	507.372	507.744
Kerapu	1.198.991	1.368.404	1.414.748	1.452.946	1.618.176
Total	32.676.588	32.827.920	32.586.377	30.749.587	30.561.338
Jumlah Berlayar	19	19	19	18	18

Tabel 5. 2 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 14% - 22%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	14%	16%	18%	20%	22%
Kurisi	7.404.631	7.503.516	3.413.105	3.321.388	3.294.033
Swanggi	14.286.925	14.481.816	5.487.738	5.275.850	5.149.441
Gulamah	706.805	719.648	342.853	344.994	341.019
Kakap	395.537	399.228	188.387	184.884	185.447
Kerapu	1.566.361	1.589.711	1.759.056	1.771.732	1.748.827
Total	24.360.259	24.693.918	11.191.140	10.898.848	10.718.766
Jumlah Berlayar	16	16	8	8	8

Tabel 5. 3 Volume Per Jenis Ikan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 24% - 30%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	24%	26%	28%	30%	100%
Kurisi	3.391.840	3.413.105	1.994.700	2.020.218	0
Swanggi	5.453.547	5.487.738	4.008.955	4.060.242	0
Gulamah	341.019	343.541	250.967	254.101	0
Kakap	185.447	192.202	134.285	140.164	0
Kerapu	1.748.827	1.754.386	1.786.409	1.805.868	2.142.144
Total	11.120.679	11.190.973	8.175.316	8.280.594	2.142.144
Jumlah Berlayar	8	8	7	7	2

Pada hasil *running* juga dilakukan uji kondisi ekstrem, yaitu peningkatan persentase tangkapan kerapu hingga 100%. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang terjadi jika seluruh nelayan hanya fokus untuk menangkap ikan kerapu saja. Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa volume tangkapan untuk ikan kerapu selalu meningkat seiring dengan peningkatan persentase tangkapan kerapu oleh nelayan. Volume tangkapan kerapu yang terbesar adalah pada tangkapan kerapu hingga 100%, yaitu saat dilakukan uji titik ekstrem dengan rata-rata volumenya sebesar 2.142.144 kg. Hal ini terjadi karena nelayan hanya berfokus untuk menangkap ikan kerapu saja pada saat melakukan pelayaran. Namun, untuk total volume tangkapan seluruh ikan pada uji titik ekstrem ini menjadi nilai yang terendah, karena pelayaran yang dilakukan hanya sedikit. Rata-rata total volume tangkapan seluruh ikan yang paling besar adalah pada saat peningkatan volume tangkapan kerapu hingga 6%. Berdasarkan hasil *running* skenario ini juga didapatkan total nilai tangkapan dan biaya operasional yang dikeluarkan oleh nelayan. Berikut ini merupakan rata-rata total nilai tangkapan dan pendapatan setiap nelayan berdasarkan hasil *running* skenario.

Tabel 5. 4 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 4% - 12%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	4%	6%	8%	10%	12%
Kurisi	157.493.912 .573	156.774.896. 294	154.471.109 .443	145.481.420 .262	144.009.677 .120
Swanggi	166.656.934 .979	167.585.903. 401	165.433.793 .222	160.415.592 .524	158.214.316 .032
Gulamah	8.589.142.8 23	8.740.014.53 6	8.577.786.8 88	8.602.932.1 73	8.679.179.1 68
Kakap	26.342.008. 320	25.692.626.8 40	25.985.353. 206	27.045.224. 533	27.590.301. 216
Kerapu	40.991.600. 968	47.134.367.9 08	48.382.960. 435	49.893.603. 246	56.649.105. 408
Total	386.713.825 .065	391.276.631 .867	390.096.858 .218	391.438.772 .739	395.142.578 .944
Nilai/Nelayan	1.124.168.0 96	1.137.432.06 9	1.134.002.4 95	1.137.903.4 09	1.148.670.2 88
Biaya Operasional	826.347.900	822.742.200	826.455.000	821.814.000	830.453.400
Jumlah Berlayar	19	19	19	18	18

Tabel 5. 5 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 14% - 22%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	14%	16%	18%	20%	22%
Kurisi	100.626.706 .124	102.449.814 .807	46.318.818. 182	46.300.148. 509	45.918.818. 182
Swanggi	127.506.389 .694	129.664.599 .160	48.794.300. 975	48.263.476. 945	47.107.084. 955
Gulamah	7.376.441.9 95	7.527.199.0 01	3.565.730.9 30	3.611.613.4 97	3.586.214.2 19
Kakap	20.905.142. 003	21.272.197. 008	9.951.269.0 27	9.801.728.0 99	9.839.113.3 31
Kerapu	53.394.886. 201	54.488.708. 686	59.763.190. 774	60.471.645. 194	60.047.351. 063
Total	295.197.221 .691	299.561.327 .182	146.555.928 .391	168.448.612 .245	166.498.581 .750
Nilai/Nelayan	858.131.458	870.817.812	426.034.676	489.676.198	484.007.505
Biaya Operasional	929.353.939	924.161.212	1.120.943.9 39	1.120.763.6 36	1.120.511.2 12
Jumlah Berlayar	16	16	8	8	8

Tabel 5. 6 Nilai Tangkapan Pada Persentase Tangkapan Kerapu 24% - 30%

Jenis Ikan	Persentase Kerapu				
	24%	26%	28%	30%	100%
Kurisi	46.392.928. 291	27.213.232. 058	27.391.096. 320	33.074.637. 983	0
Swanggi	49.107.084. 955	35.657.373. 789	36.126.549. 760	41.950.125. 668	0
Gulamah	3.590.310.8 76	2.609.571.0 04	2.660.369.5 61	8.967.295.2 99	0
Kakap	10.077.019. 353	7.042.018.2 46	7.436.262.5 11	39.432.714. 652	0
Kerapu	60.125.203. 197	61.207.347. 862	61.472.045. 118	44.977.248. 115	74.975.040. 000
Total Nilai	146.559.726 .756	108.098.795 .824	109.922.947 .822	168.315.131 .300	74.975.040. 000
Nilai/Nelayan	426.045.717	314.240.686	319.543.453	489.288.172	217.950.69 7
Biaya Operasional	1.112.469.6 97	1.162.449.6 97	1.159.060.0 00	1.158.536.4 00	1.249.230.1 74
Jumlah Berlayar	8	8	7	7	2

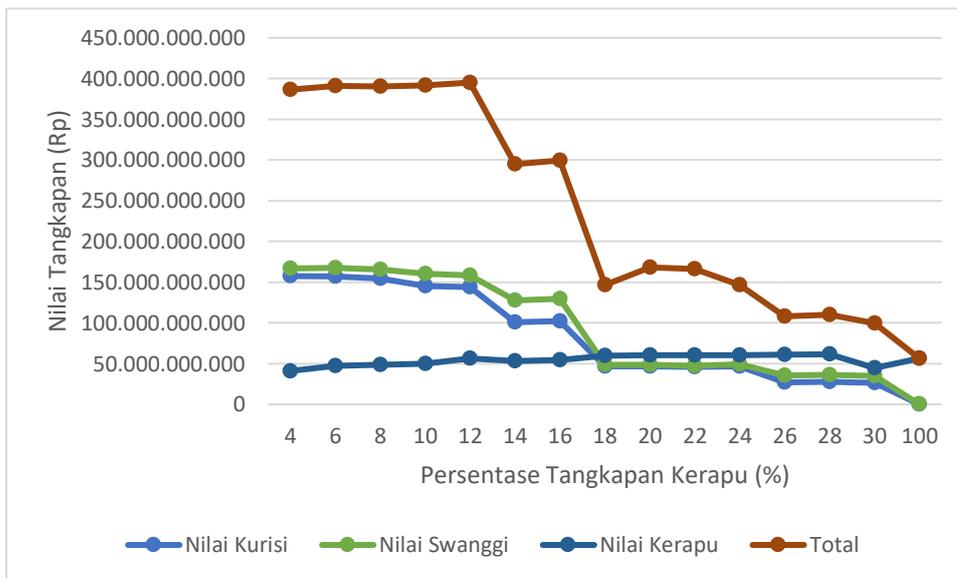
Berdasarkan data nilai tangkapan tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata nilai tangkapan ikan kerapu yang paling tinggi tetap pada keadaan peningkatan persentase tangkapan kerapu hingga 100%. Hal ini memang dikarenakan volume tangkapan ikan kerapu pada persentase tersebut paling tinggi. Namun, untuk total nilai tangkapan seluruh ikan yang paling tinggi adalah pada skenario peningkatan tangkapan ikan kerapu sebesar 12%. Walaupun volume tangkapan seluruh ikan tidak terlalu tinggi, namun nilai tangkapan yang didapatkan oleh nelayan adalah yang tertinggi.

5.2 Analisis *Running Model Simulasi Skenario*

Berdasarkan hasil *running* skenario yang telah dilakukan, dapat dilakukan analisis mengenai perbandingan total nilai tangkapan kerapu dengan nilai hasil tangkapan keseluruhan oleh setiap nelayan.

5.2.1 Analisis Nilai Tangkapan Hasil Skenario

Nilai tangkapan per jenis ikan yang didapatkan oleh nelayan berbanding lurus volume tangkapannya. Namun, untuk nilai tangkapan total ini memiliki perbedaan yang dikarenakan oleh harga jual setiap jenis ikan berbeda. Dalam hal ini nilai jual ikan kerapu memiliki harga yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ikan kurisi dan swanggi. Sehingga, walaupun total volume yang didapatkan rendah, nilai tangkapan total memiliki kemungkinan tetap tinggi dikarenakan oleh volume tangkapan ikan kerapu yang ditingkatkan. Berikut ini merupakan perbandingan nilai tangkapan dari hasil skenario.



Gambar 5. 1 Perbandingan Nilai Tangkapan Hasil Skenario

Berdasarkan grafik diatas juga dapat dilihat bahwa total nilai tangkapan yang tertinggi adalah pada saat peningkatan persentase kerpau hingga menjadi 12%. Walaupun memiliki total volume tangkapan yang tidak tinggi, namun nilai tangkapan yang diterima sangat tinggi. Hal ini dikarenakan oleh volume tangkapan ikan kerapu yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan skenario pada persentase kerapu 6%, 8%, dan 10%. Berdasarkan grafik diatas juga dapat dilihat walaupun nilai tangkapan yang dimiliki kerapu selalu tinggi dan meningkat, namun total nilai tangkapan oleh nelayan tetap menjadi rendah. Hal ini karena penurunan volume kurisi dan swanggi yang terlalu besar sehingga nilai tangkapan ikan kerapu tidak dapat menutupi kerugian yang dialami jika volume tangkapan kurisi dan swanggi menurun terlalu besar.

5.3 Pemilihan Skenario

Pemilihan skenario terbaik didasarkan dengan tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini, yaitu meningkatkan volume tangkapan kerapu dan pendapatan oleh nelayan. Dalam hal nilai tangkapan, persentase tangkapan ikan kerapu sebesar 12% memiliki total nilai tangkapan yang tertinggi dibandingkan dengan skenario lainnya. Pada skenario ini, volume tangkapan ikan kerapu meningkat dari 1.198.991 kg menjadi 1.618.176 dengan total nilai tangkapan meningkat mulai dari Rp 386.713.825065 menjadi Rp 395.142.578.944. Selain itu, pendapatan tertinggi yang didapatkan oleh setiap nelayan juga pada saat skenario persentase tangkapan kerapu sebesar 12%, yaitu Rp 318.216.888. Oleh karena itu, skenario yang dipilih guna meningkatkan volume tangkapan kerapu dan pendapatan nelayan ini adalah dengan meningkatkan persentase tangkapan kerapu menjadi 12% dari kapasitas kapal. Dalam pemilihan skenario ini juga akan dilakukan pembatasan volume tangkapan ikan kurisi menjadi 31% dari kapasitas kapal dan ikan swanggi sebesar 52% dari kapasitas kapal.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir ini beserta saran untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari keseluruhan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Telah didapatkan dokumentasi terkait kondisi eksisting aktivitas nelayan dalam melakukan penangkapan ikan di Pelabuhan Lamongan. Dalam melakukan satu kali pelayaran penangkapan ikan, nelayan berlayar selama 14 - 17 hari (untuk kapal ukuran 20 GT – 30 GT). Dalam waktu satu bulan, nelayan dapat melakukan dua kali pelayaran dengan rentang waktu rata-rata 7 hari untuk melakukan pelayaran berikutnya. Sehingga, pelayaran yang dilakukan nelayan untuk menangkap ikan mencapai 20 kali pelayaran dalam satu tahun. Komposisi Hasil Tangkapan Utama dalam satu kali pelayaran nelayan adalah sebesar 56% untuk ikan swanggi, 35% untuk ikan kurisi, 4% untuk ikan kerapu, 3% untuk ikan gulamah, dan 2% untuk ikan kakap.
2. Dalam melakukan analisis perilaku nelayan dapat dilakukan permodelan sistem dan simulasi dengan pendekatan ABMS. Pendekatan ABMS ini memiliki keuntungan dalam menganalisis perilaku suatu individu dan interaksinya dengan individu lainnya. Dalam hal ini nelayan dapat dimodelkan menjadi sebuah agen yang memiliki atribut dan perilaku tertentu. Atribut nelayan terdiri dua hal, yaitu *fixed attribute* dan *variable attribute*. Perilaku nelayan yang dapat dilakukan analisis adalah meningkatkan persentase tangkapan kerapu dalam setiap kali melakukan pelayaran.

3. Telah dikembangkan sebuah model simulasi pada penelitian ini untuk meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu dan pendapatan nelayan. Berdasarkan hasil skenario yang telah dilakukan, nelayan dapat meningkatkan persentase tangkapan kerapu hingga menjadi 12%.
4. Dalam memenuhi target volume tangkapan ikan kerapu menjadi 12%, perlu dilakukan batasan volume tangkapan terhadap hasil tangkapan ikan jenis lainnya. Hal ini dilakukan agar kapasitas kapal nelayan tidak cepat terpenuhi. Selain itu, agar nelayan dapat konsisten dalam pemenuhan target volume tangkapan ini usulan yang dapat diberikan adalah untuk membangun fasilitas tambahan atau infrastruktur pada kapal, seperti perubahan alat pancing dan tempat penyimpanan khusus untuk tangkapan ikan kerapu.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan dalam menyempurnakan penelitian ini dan sebagai referensi bagi penelitian lanjutan yang memiliki kaitan dengan pemanfaatan ikan kerapu tangkap.

1. Memperhitungkan Hasil Tangkapan Sampingan agar analisis komposisi hasil tangkapan ikan oleh nelayan dapat disempurnakan.
2. Menganalisis variabel jumlah kapal yang optimal untuk dapat meningkatkan nilai total tangkapan pada pelabuhan.
3. Menganalisis interaksi antar agen dan pengaruh dalam sistem perikanan tangkap lebih mendetil lagi, seperti interaksi yang terjadi antar nelayan dan menganalisis pengaruh tangkapan ikan nelayan terhadap populasi jenis-jenis ikan tersebut.
4. Memperdalam analisis terkait perilaku atau hal yang dapat diimplementasikan oleh nelayan untuk dapat meningkatkan volume tangkapan ikan kerapu.

DAFTAR PUSTAKA

- Borshchev, & Filippov, A. (2004). From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Technique, Tools.
- Budianto. (2013). Tuna Fishery Policies Analysis Using Game Theory Approach. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Undergraduate Thesis*.
- Daellenbach, H. G., & McNickle, D. C. (2005). *Management Science: Decision Making Through System*. New York: Palgrave Macmillan.
- Dahuri, R. (2013). Strategi Membangun Semangat Technopreneurship Untuk Menciptakan Produk Dan Jasa Perikanan Yang Berdaya Saing di Era Globalisas. *Kuliah Umum Peringatan Setengah Abad Jurusan Perikanan UGM*. Yogyakarta.
- Harrel, C., & Bowden, R. (2004). *Simulation Using Promodel 2nd Edition*. New York: The MacGraw-Hill Inc.
- Karim, S. d. (2008). *Ikan Kerapu (Biologi, Eksploitasi, Manajemen, dan Budidaya)*. Jakarta.
- Karim, S. d. (2008). *Ikan Kerapu (Biologi, Eksploitasi, Manajemen, dan Budidaya)*. Jakarta.
- Leo, A. A. (2010). Komposisi Hasil Tangkapan Cantrang Di Perairan Brondong, Lamongan. *Skripsi Intitut Pertanian Bogor*.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2009). Agent-Based Modeling And Simulation. *Winter Simulation Conference*. Argonne.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2011). Introductory Tutorial: Agent-Based Modeling And Simulation. *Proceeding of the 2011 Winter Simulation Conference*, p. 1451.
- Masalah Besar Industri Perikanan RI*. (2012, September 12). Retrieved from Kabar Bisnis: kabarbisnis.com
- Mawaledha, H. (2017, April 20). *Bisnis Sektor Perikanan Sangat Memprihatinkan*. Retrieved from <http://wagataberita.com/2017/04/20/bisnis-sektor-perikanan-saat-ini-memprihatinkan/>
- Noviani, A. (2013, December 2). *Lima Hambatan Industri Perikanan*. Retrieved from [Industri Bisnis:](http://IndustriBisnis.com)

[http://industri.bisnis.com/read/20131202/99/189967/industri-perikanan-
ini-5-hambatan-utama](http://industri.bisnis.com/read/20131202/99/189967/industri-perikanan-
ini-5-hambatan-utama)

Parenreng, S. M., Pujawan, N., Karningsih, P. D., & Engelseth, P. (2016).
Mitigating Risk in the Tuna Supply Through Traceability System
Development.

Persoalan dan Hambatan yang Dihadapi Industri Perikanan RI. (2015, October
15). Retrieved from Jitunews: [http://www.jitunews.com/read/24410/ini-
persoalan-dan-hambatan-yang-dihadapi-industri-perikanan-indonesia](http://www.jitunews.com/read/24410/ini-
persoalan-dan-hambatan-yang-dihadapi-industri-perikanan-indonesia)

Pujawan, N. (2010). *Supply Chain Management Edisi Ke-2*. Surabaya: Guna
Widya.

Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2010). *Profil Kelautan
dan Perikanan Jawa Timur*. Surabaya: Pusat Data, Statistik, dan Informasi.

Setia, D. (2016, March 4). *Potensi Besar Perikanan Tangkap Indonesia*. Retrieved
from Sekretariat Kabinet Republik Indonesia: [http://setkab.go.id/potensi-
besar-perikanan-tangkap-indonesia/](http://setkab.go.id/potensi-
besar-perikanan-tangkap-indonesia/)

Siregar, B. (2014, September 22). *Permasalahan Sektor Kelautan dan Perikanan
Hasil Kajian Kadin*. Retrieved from Kabar Indonesia:
[https://www.wartaekonomi.co.id/read35446/inilah-permasalahan-sektor-
kelautan-dan-perikanan-hasil-kajian-kadin.html](https://www.wartaekonomi.co.id/read35446/inilah-permasalahan-sektor-
kelautan-dan-perikanan-hasil-kajian-kadin.html)

Vorst, J. V. (2007). *Agro-Industrial Supply Chain Management*. Rome: FAO.

Wirjodirdjo, B. (2012). *Pengantar Metodologi Sistem Dinamik*. Surabaya.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil <i>Running</i> Model Simulasi Awal	68
Lampiran 2. Hasil <i>Running</i> Model Skenario 12% Tangkapan Kerapu	71

Lampiran 1. Hasil *Running Model* Simulasi Awal

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swanggi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swanggi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
1	33.985.136	12.000.096	19.294.272	893.024	476.784	1.320.960	158.477.057.280	167.214.316.032	9.003.634.464	25.235.031.600	43.546.591.232	403.476.630.608	19
2	35.626.704	12.631.680	20.309.760	900.592	507.744	1.276.928	167.281.338.240	176.504.000.256	9.165.862.112	27.590.301.216	44.702.695.424	422.307.955.664	21
3	32.056.672	11.368.512	18.278.784	817.344	458.208	1.133.824	149.672.776.320	157.924.631.808	8.273.610.048	23.889.163.248	36.995.334.144	376.755.515.568	18
4	35.535.200	12.526.416	20.309.760	885.456	569.664	1.243.904	174.618.239.040	185.793.684.480	9.165.862.112	30.954.972.096	41.619.750.912	421.703.273.840	21
5	33.814.512	12.000.096	19.294.272	764.368	544.896	1.210.880	167.281.338.240	176.504.000.256	8.192.496.224	29.609.103.744	42.390.487.040	400.935.751.664	20
6	28.708.176	10.000.080	16.247.808	817.344	520.128	1.122.816	130.596.834.240	139.345.263.360	8.192.496.224	26.244.432.864	36.609.966.080	340.988.992.768	16
7	35.529.696	12.631.680	20.309.760	832.480	544.896	1.210.880	167.281.338.240	176.504.000.256	8.354.723.872	27.590.301.216	39.692.910.592	419.423.274.176	20
8	30.307.088	10.631.664	17.263.296	718.960	526.320	1.166.848	148.205.396.160	157.924.631.808	7.705.813.280	28.599.702.480	40.849.014.784	362.234.150.688	18
9	32.118.592	11.368.512	18.278.784	817.344	520.128	1.133.824	158.477.057.280	167.214.316.032	8.760.292.992	28.263.235.392	37.380.702.208	380.087.973.600	19
10	33.811.760	12.000.096	19.294.272	847.616	513.936	1.155.840	158.477.057.280	167.214.316.032	8.841.406.816	26.917.367.040	38.922.174.464	400.372.321.632	19
11	32.061.488	11.263.248	18.278.784	855.184	464.400	1.199.872	157.009.677.120	167.214.316.032	9.165.862.112	25.235.031.600	42.005.118.976	378.423.493.824	19
12	35.573.728	12.631.680	20.309.760	802.208	520.128	1.309.952	176.085.619.200	185.793.684.480	8.598.065.344	28.263.235.392	45.858.799.616	422.567.131.456	21
13	37.392.800	13.263.264	21.325.248	923.296	482.976	1.398.016	176.085.619.200	185.793.684.480	9.328.089.760	24.562.097.424	46.244.167.680	442.013.658.544	21
14	32.152.992	11.368.512	18.278.784	870.320	402.480	1.232.896	158.477.057.280	167.214.316.032	9.328.089.760	21.870.360.720	43.161.223.168	377.345.840.208	19
15	33.960.368	12.000.096	19.294.272	862.752	526.320	1.276.928	158.477.057.280	167.214.316.032	8.679.179.168	27.926.768.304	42.005.118.976	404.302.439.760	19
16	33.767.728	12.000.096	19.294.272	809.776	507.744	1.155.840	167.281.338.240	176.504.000.256	8.679.179.168	27.590.301.216	40.463.646.720	398.665.108.800	20
17	35.564.096	12.631.680	20.309.760	946.000	476.784	1.199.872	176.085.619.200	185.793.684.480	10.139.228.000	25.907.965.776	42.005.118.976	418.321.601.104	21
18	30.435.056	10.736.928	17.263.296	741.664	526.320	1.166.848	140.868.495.360	148.634.947.584	7.949.154.752	26.917.367.040	38.151.438.336	361.953.606.304	18
19	33.930.096	12.000.096	19.294.272	787.072	637.776	1.210.880	158.477.057.280	167.214.316.032	8.111.382.400	32.300.840.448	40.078.278.656	406.181.874.816	19
20	35.713.392	12.631.680	20.309.760	832.480	563.472	1.376.000	167.281.338.240	176.504.000.256	8.679.179.168	28.263.235.392	46.629.535.744	427.357.288.800	20
21	33.762.224	12.000.096	19.294.272	832.480	402.480	1.232.896	158.477.057.280	167.214.316.032	8.354.723.872	21.197.426.544	41.619.750.912	396.863.274.640	19
22	30.329.104	10.736.928	17.263.296	809.776	495.360	1.023.744	149.672.776.320	157.924.631.808	8.679.179.168	26.917.367.040	35.839.229.952	355.655.043.360	18
23	32.128.224	11.368.512	18.278.784	832.480	470.592	1.177.856	158.477.057.280	167.214.316.032	8.354.723.872	23.552.696.160	41.234.382.848	378.812.370.688	19
24	32.076.624	11.368.512	18.278.784	771.936	501.552	1.155.840	158.477.057.280	157.924.631.808	7.705.813.280	27.253.834.128	37.766.070.272	377.631.389.104	19
25	32.148.864	11.368.512	18.278.784	809.776	513.936	1.177.856	149.672.776.320	157.924.631.808	8.598.065.344	26.580.899.952	39.307.542.528	382.083.915.952	18
26	30.294.704	10.736.928	17.263.296	794.640	421.056	1.078.784	149.672.776.320	157.924.631.808	8.516.951.520	22.879.761.984	37.766.070.272	355.932.924.496	18
27	33.875.744	12.000.096	19.294.272	809.776	637.776	1.133.824	167.281.338.240	176.504.000.256	8.679.179.168	32.637.307.536	39.692.910.592	405.139.097.296	20
28	33.975.504	12.000.096	19.294.272	749.232	544.896	1.387.008	158.477.057.280	167.214.316.032	7.462.471.808	28.599.702.480	45.858.799.616	407.612.347.216	19
29	32.117.216	11.368.512	18.278.784	900.592	303.408	1.265.920	158.477.057.280	167.214.316.032	9.652.545.056	16.486.887.312	44.317.327.360	374.452.327.552	19
30	23.238.576	8.105.328	13.201.344	597.872	365.328	968.704	112.988.272.320	120.765.894.912	6.407.992.096	19.851.558.192	33.912.389.632	270.982.235.264	14
31	37.404.496	13.263.264	21.325.248	862.752	588.240	1.364.992	184.889.900.160	195.083.368.704	9.246.975.936	31.964.373.360	47.785.639.936	446.937.985.520	22
32	33.916.336	12.000.096	19.294.272	847.616	464.400	1.309.952	167.281.338.240	176.504.000.256	9.084.748.288	23.889.163.248	45.858.799.616	401.258.711.248	20
33	33.989.952	12.000.096	19.294.272	809.776	575.856	1.309.952	167.281.338.240	176.504.000.256	8.679.179.168	31.291.439.184	45.858.799.616	408.357.896.352	20
34	33.945.920	12.000.096	19.294.272	855.184	563.472	1.232.896	167.281.338.240	176.504.000.256	9.165.862.112	30.618.505.008	43.161.223.168	405.035.123.296	20
35	32.166.064	11.368.512	18.278.784	855.184	408.672	1.254.912	158.477.057.280	167.214.316.032	9.165.862.112	22.206.827.808	43.931.959.296	379.673.573.312	19
36	32.134.416	11.368.512	18.278.784	794.640	470.592	1.221.888	158.477.057.280	167.214.316.032	8.516.951.520	25.571.498.688	42.775.855.104	379.339.765.344	19
37	32.233.488	11.368.512	18.278.784	877.888	563.472	1.144.832	158.477.057.280	167.214.316.032	8.841.406.816	30.618.505.008	40.078.278.656	382.755.686.720	19
38	30.359.376	10.736.928	17.263.296	802.208	390.096	1.166.848	149.672.776.320	157.924.631.808	8.598.065.344	21.197.426.544	40.849.014.784	356.209.642.224	18
39	33.822.768	12.000.096	19.294.272	908.160	365.328	1.254.912	167.281.338.240	176.504.000.256	9.733.658.880	19.851.558.192	43.931.959.296	394.597.308.112	20

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swaggi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swaggi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
40	28.770.096	10.105.344	16.247.808	635.712	625.392	1.155.840	140.868.495.360	148.634.947.584	6.813.561.216	33.983.175.888	40.463.646.720	348.058.620.016	17
41	33.875.744	12.000.096	19.294.272	862.752	507.744	1.210.880	167.281.338.240	176.504.000.256	9.246.975.936	27.590.301.216	42.390.487.040	400.356.796.912	20
42	32.119.280	11.368.512	18.278.784	885.456	408.672	1.177.856	149.672.776.320	157.924.631.808	8.922.520.640	21.533.893.632	40.463.646.720	378.517.469.120	18
43	35.642.528	12.631.680	20.309.760	756.800	656.352	1.287.936	167.281.338.240	176.504.000.256	7.786.927.104	33.310.241.712	42.775.855.104	427.658.362.416	20
44	33.957.616	12.000.096	19.294.272	817.344	613.008	1.232.896	167.281.338.240	176.504.000.256	8.760.292.992	33.310.241.712	43.161.223.168	406.648.356.704	20
45	30.315.344	10.631.664	17.263.296	802.208	495.360	1.122.816	148.205.396.160	157.924.631.808	8.598.065.344	26.917.367.040	39.307.542.528	359.131.858.928	18
46	37.328.816	13.263.264	21.325.248	915.728	470.592	1.353.984	176.085.619.200	185.793.684.480	9.246.975.936	24.562.097.424	45.088.063.488	440.776.440.528	21
47	32.130.288	11.368.512	18.278.784	877.888	427.248	1.177.856	149.672.776.320	157.924.631.808	8.841.406.816	22.543.294.896	39.307.542.528	378.289.652.368	18
48	32.065.616	11.368.512	18.278.784	787.072	563.472	1.067.776	149.672.776.320	167.214.316.032	8.435.837.696	30.618.505.008	37.380.702.208	380.658.429.488	19
49	32.122.032	11.368.512	18.278.784	734.096	507.744	1.232.896	158.477.057.280	167.214.316.032	7.868.040.928	25.907.965.776	40.463.646.720	381.269.264.784	19
50	32.117.216	11.368.512	18.278.784	771.936	520.128	1.177.856	149.672.776.320	157.924.631.808	7.705.813.280	26.917.367.040	38.922.174.464	381.142.762.912	18
51	33.839.280	12.000.096	19.294.272	877.888	489.168	1.177.856	167.281.338.240	176.504.000.256	9.409.203.584	26.580.899.952	41.234.382.848	399.878.303.232	20
52	30.280.256	10.736.928	17.263.296	718.960	526.320	1.034.752	149.672.776.320	157.924.631.808	7.705.813.280	28.599.702.480	36.224.598.016	355.484.626.448	18
53	33.926.656	12.000.096	19.294.272	840.048	625.392	1.166.848	158.477.057.280	167.214.316.032	8.435.837.696	31.964.373.360	38.922.174.464	405.013.758.832	19
54	37.320.560	13.263.264	21.325.248	930.864	557.280	1.243.904	184.889.900.160	195.083.368.704	9.977.000.352	30.282.037.920	43.546.591.232	441.252.607.392	22
55	32.126.160	11.368.512	18.278.784	870.320	408.672	1.199.872	158.477.057.280	167.214.316.032	9.328.089.760	22.206.827.808	42.005.118.976	376.351.963.664	19
56	30.294.016	10.736.928	17.263.296	749.232	476.784	1.067.776	140.868.495.360	148.634.947.584	7.462.471.808	24.225.630.336	34.683.125.760	355.874.670.848	17
57	30.347.680	10.736.928	17.263.296	756.800	445.824	1.144.832	149.672.776.320	157.924.631.808	8.111.382.400	24.225.630.336	40.078.278.656	357.643.959.856	18
58	32.261.008	11.368.512	18.278.784	870.320	433.440	1.309.952	158.477.057.280	167.214.316.032	9.328.089.760	23.552.696.160	45.858.799.616	382.062.219.184	19
59	35.568.224	12.631.680	20.309.760	900.592	526.320	1.199.872	176.085.619.200	185.793.684.480	9.652.545.056	28.599.702.480	42.005.118.976	421.645.869.872	21
60	33.896.384	12.000.096	19.294.272	862.752	495.360	1.243.904	167.281.338.240	176.504.000.256	9.246.975.936	25.571.498.688	40.849.014.784	400.791.065.952	20
61	34.115.856	12.000.096	19.294.272	862.752	538.704	1.420.032	167.281.338.240	176.504.000.256	9.246.975.936	29.272.636.656	49.712.480.256	407.873.230.624	20
62	33.791.808	11.894.832	19.294.272	771.936	575.856	1.254.912	165.813.958.080	176.504.000.256	8.273.610.048	31.291.439.184	43.931.959.296	402.773.293.024	20
63	32.331.184	11.368.512	18.278.784	832.480	563.472	1.287.936	149.672.776.320	157.924.631.808	8.598.065.344	27.926.768.304	43.161.223.168	387.283.464.944	18
64	30.334.608	10.736.928	17.263.296	794.640	383.904	1.155.840	149.672.776.320	157.924.631.808	8.516.951.520	20.860.959.456	40.463.646.720	355.504.495.200	18
65	32.261.696	11.368.512	18.278.784	840.048	464.400	1.309.952	158.477.057.280	167.214.316.032	9.003.634.464	25.235.031.600	45.858.799.616	383.420.099.328	19
66	32.051.856	11.368.512	18.278.784	840.048	408.672	1.155.840	149.672.776.320	157.924.631.808	8.435.837.696	21.533.893.632	37.766.070.272	375.333.209.728	18
67	28.539.616	10.105.344	16.247.808	665.984	507.744	1.012.736	140.868.495.360	148.634.947.584	7.138.016.512	27.590.301.216	35.453.861.888	338.205.622.032	17
68	30.343.552	10.736.928	17.263.296	809.776	476.784	1.056.768	149.672.776.320	157.924.631.808	8.679.179.168	25.907.965.776	34.297.757.696	357.147.614.640	18
69	33.612.240	12.000.096	19.294.272	787.072	452.016	1.078.784	158.477.057.280	167.214.316.032	8.192.496.224	22.543.294.896	36.224.598.016	392.651.762.448	19
70	32.063.552	11.368.512	18.278.784	741.664	507.744	1.166.848	158.477.057.280	167.214.316.032	7.949.154.752	27.590.301.216	40.849.014.784	377.599.176.256	19
71	33.977.568	12.000.096	19.294.272	817.344	544.896	1.320.960	158.477.057.280	167.214.316.032	8.354.723.872	26.244.432.864	43.546.591.232	403.837.121.280	19
72	32.023.648	11.368.512	18.278.784	832.480	520.128	1.023.744	158.477.057.280	167.214.316.032	8.922.520.640	28.263.235.392	35.839.229.952	376.347.619.632	19
73	32.179.824	11.368.512	18.278.784	749.232	594.432	1.188.864	149.672.776.320	157.924.631.808	7.462.471.808	29.609.103.744	38.922.174.464	383.591.158.144	18
74	33.779.424	12.000.096	19.294.272	893.024	359.136	1.232.896	158.477.057.280	167.214.316.032	9.003.634.464	18.505.689.840	40.463.646.720	393.664.344.336	19
75	30.277.504	10.736.928	17.263.296	809.776	377.712	1.089.792	149.672.776.320	157.924.631.808	8.679.179.168	20.524.492.368	38.151.438.336	352.463.116.208	18
76	32.119.968	11.368.512	18.278.784	824.912	414.864	1.232.896	149.672.776.320	157.924.631.808	8.273.610.048	21.533.893.632	40.463.646.720	377.868.558.528	18
77	33.835.152	11.894.832	19.294.272	885.456	538.704	1.221.888	165.813.958.080	176.504.000.256	9.490.317.408	29.272.636.656	42.775.855.104	402.855.260.656	20
78	35.529.008	12.631.680	20.309.760	877.888	476.784	1.232.896	167.281.338.240	176.504.000.256	8.841.406.816	25.235.031.600	41.234.382.848	419.096.159.760	20
79	32.280.960	11.368.512	18.278.784	877.888	445.824	1.309.952	158.477.057.280	167.214.316.032	9.409.203.584	24.225.630.336	45.858.799.616	382.658.715.872	19
80	31.965.856	11.263.248	18.278.784	696.256	538.704	1.188.864	148.205.396.160	157.924.631.808	6.894.675.040	27.926.768.304	38.922.174.464	379.873.645.776	18

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swanggi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swanggi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
81	32.155.056	11.368.512	18.278.784	847.616	427.248	1.232.896	158.477.057.280	167.214.316.032	9.084.748.288	23.216.229.072	43.161.223.168	379.109.289.472	19
82	35.549.648	12.631.680	20.309.760	855.184	520.128	1.232.896	167.281.338.240	176.504.000.256	8.841.406.816	26.244.432.864	40.463.646.720	419.334.824.896	20
83	35.529.696	12.631.680	20.309.760	847.616	507.744	1.232.896	176.085.619.200	185.793.684.480	9.084.748.288	27.590.301.216	43.161.223.168	419.346.836.688	21
84	30.377.264	10.736.928	17.263.296	802.208	452.016	1.122.816	149.672.776.320	157.924.631.808	8.598.065.344	24.562.097.424	39.307.542.528	358.727.139.488	18
85	33.901.200	12.000.096	19.294.272	817.344	600.624	1.188.864	158.477.057.280	176.504.000.256	8.760.292.992	32.637.307.536	41.619.750.912	404.097.483.184	20
86	32.022.960	11.368.512	18.278.784	870.320	371.520	1.133.824	158.477.057.280	167.214.316.032	9.328.089.760	19.851.558.192	39.692.910.592	373.204.593.456	19
87	28.776.976	10.105.344	16.247.808	771.936	452.016	1.199.872	140.868.495.360	148.634.947.584	8.273.610.048	23.552.696.160	42.005.118.976	341.975.529.728	17
88	32.185.328	11.368.512	18.278.784	802.208	513.936	1.221.888	158.477.057.280	167.214.316.032	8.598.065.344	27.926.768.304	42.775.855.104	383.296.256.576	19
89	32.205.280	11.368.512	18.278.784	817.344	507.744	1.232.896	149.672.776.320	157.924.631.808	8.273.610.048	25.907.965.776	40.849.014.784	382.627.998.736	18
90	32.169.504	11.263.248	18.278.784	885.456	520.128	1.221.888	148.205.396.160	157.924.631.808	8.922.520.640	26.580.899.952	40.078.278.656	381.711.727.216	18
91	30.381.392	10.631.664	17.263.296	764.368	588.240	1.133.824	148.205.396.160	157.924.631.808	8.192.496.224	31.964.373.360	39.692.910.592	361.580.254.160	18
92	33.833.088	12.000.096	19.294.272	756.800	582.048	1.199.872	167.281.338.240	176.504.000.256	8.111.382.400	31.627.906.272	42.005.118.976	403.165.682.816	20
93	33.773.920	12.000.096	19.294.272	855.184	501.552	1.122.816	158.477.057.280	176.504.000.256	9.165.862.112	26.244.432.864	39.307.542.528	399.151.791.744	20
94	34.016.784	12.000.096	19.294.272	794.640	606.816	1.320.960	158.477.057.280	176.504.000.256	7.949.154.752	31.964.373.360	46.244.167.680	409.151.492.656	20
95	30.210.768	10.631.664	17.263.296	771.936	520.128	1.023.744	139.401.115.200	148.634.947.584	8.192.496.224	26.580.899.952	33.912.389.632	356.721.848.592	17
96	28.668.272	10.105.344	16.247.808	764.368	482.976	1.067.776	132.064.214.400	139.345.263.360	7.624.699.456	24.562.097.424	35.453.861.888	339.050.136.528	16
97	33.793.184	12.000.096	19.294.272	847.616	396.288	1.254.912	167.281.338.240	176.504.000.256	9.084.748.288	21.533.893.632	43.931.959.296	395.780.948.816	20
98	31.875.728	11.263.248	18.278.784	817.344	371.520	1.144.832	148.205.396.160	157.924.631.808	8.192.496.224	19.178.624.016	37.380.702.208	370.881.850.416	18
99	32.150.240	11.368.512	18.278.784	824.912	489.168	1.188.864	158.477.057.280	167.214.316.032	8.841.406.816	26.580.899.952	41.619.750.912	380.364.691.328	19
100	30.397.904	10.736.928	17.263.296	779.504	495.360	1.122.816	140.868.495.360	148.634.947.584	7.786.927.104	24.898.564.512	36.609.966.080	358.798.900.640	17

Lampiran 2. Hasil *Running Model* Skenario 12% Tangkapan Ikan Kerapu

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swangi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swangi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
1	32.304.352	11.157.984	18.278.784	832.480	482.976	1.552.128	146.738.016.000	157.924.631.808	8.354.723.872	24.562.097.424	53.566.160.896	391.145.630.000	18
2	34.022.976	11.789.568	19.294.272	847.616	495.360	1.596.160	155.542.296.960	167.214.316.032	8.516.951.520	25.907.965.776	54.336.897.024	411.518.427.312	19
3	35.591.616	12.315.888	20.309.760	900.592	458.208	1.607.168	162.879.197.760	176.504.000.256	9.652.545.056	23.889.163.248	56.263.737.344	427.079.374.640	21
4	33.937.664	11.894.832	19.294.272	855.184	495.360	1.398.016	165.813.958.080	176.504.000.256	9.165.862.112	26.917.367.040	48.941.744.128	404.686.625.840	20
5	35.873.008	12.631.680	20.309.760	885.456	582.048	1.464.064	176.085.619.200	185.793.684.480	9.490.317.408	31.627.906.272	51.253.952.512	432.268.108.272	21
6	34.034.672	12.000.096	19.294.272	870.320	482.976	1.387.008	167.281.338.240	176.504.000.256	9.328.089.760	24.562.097.424	48.556.376.064	405.257.931.408	20
7	32.265.136	11.263.248	18.278.784	734.096	513.936	1.475.072	157.009.677.120	167.214.316.032	7.868.040.928	27.926.768.304	51.639.320.576	388.795.364.896	19
8	34.026.416	11.894.832	19.125.024	870.320	551.088	1.585.152	165.813.958.080	174.955.719.552	9.328.089.760	29.945.570.832	55.493.001.216	412.011.495.584	20
9	32.037.408	11.263.248	18.278.784	734.096	495.360	1.265.920	157.009.677.120	167.214.316.032	7.868.040.928	26.917.367.040	44.317.327.360	382.742.802.544	19
10	33.952.800	11.894.832	19.294.272	832.480	489.168	1.442.048	165.813.958.080	167.214.316.032	8.922.520.640	26.580.899.952	50.483.216.384	406.114.771.424	20
11	32.383.472	11.368.512	18.278.784	711.392	538.704	1.486.080	158.477.057.280	167.214.316.032	7.624.699.456	29.272.636.656	52.024.688.640	393.258.736.000	19
12	32.219.728	11.052.720	18.278.784	794.640	464.400	1.629.184	146.738.016.000	157.924.631.808	7.949.154.752	24.225.630.336	51.253.952.512	388.091.385.408	18
13	35.882.640	12.526.416	20.309.760	923.296	582.048	1.541.120	165.813.958.080	176.504.000.256	9.328.089.760	30.282.037.920	53.180.792.832	435.108.878.848	20
14	33.734.016	11.684.304	19.294.272	787.072	526.320	1.442.048	162.879.197.760	176.504.000.256	8.435.837.696	28.599.702.480	50.483.216.384	405.738.220.800	20
15	30.677.232	10.736.928	17.263.296	749.232	408.672	1.519.104	140.868.495.360	148.634.947.584	7.462.471.808	21.533.893.632	48.556.376.064	367.056.184.448	17
16	35.735.408	12.526.416	20.309.760	870.320	575.856	1.453.056	174.618.239.040	185.793.684.480	9.328.089.760	31.291.439.184	50.868.584.448	429.037.278.848	21
17	32.024.336	10.947.456	18.278.784	794.640	495.360	1.508.096	152.607.536.640	167.214.316.032	8.516.951.520	26.917.367.040	52.795.424.768	384.239.186.032	19
18	32.287.840	11.368.512	18.278.784	832.480	421.056	1.387.008	158.477.057.280	167.214.316.032	8.922.520.640	22.879.761.984	48.556.376.064	383.892.420.960	19
19	23.321.824	8.000.064	13.032.096	650.848	284.832	1.353.984	102.716.611.200	109.927.929.984	6.489.105.920	12.785.749.344	45.473.431.552	277.392.828.000	13
20	32.182.576	11.157.984	18.278.784	749.232	631.584	1.364.992	155.542.296.960	167.214.316.032	7.786.927.104	34.319.642.976	47.785.639.936	388.205.044.384	19
21	32.399.296	11.368.512	18.109.536	893.024	520.128	1.508.096	149.672.776.320	156.376.351.104	9.003.634.464	27.590.301.216	50.097.848.320	392.740.911.424	18
22	31.988.560	10.947.456	18.278.784	809.776	433.440	1.519.104	152.607.536.640	167.214.316.032	8.679.179.168	23.552.696.160	53.180.792.832	381.396.919.744	19
23	30.468.080	10.421.136	17.263.296	809.776	476.784	1.497.088	145.270.635.840	157.924.631.808	8.679.179.168	25.907.965.776	52.410.056.704	368.135.005.600	18
24	33.668.656	11.894.832	19.125.024	877.888	383.904	1.387.008	165.813.958.080	174.955.719.552	9.409.203.584	20.860.959.456	48.556.376.064	397.178.576.096	20
25	32.147.488	11.368.512	18.109.536	809.776	538.704	1.320.960	158.477.057.280	165.666.035.328	8.679.179.168	29.272.636.656	46.244.167.680	383.468.363.904	19
26	32.115.152	11.157.984	18.278.784	802.208	489.168	1.387.008	155.542.296.960	167.214.316.032	8.598.065.344	26.580.899.952	48.556.376.064	383.020.687.808	19
27	32.543.088	11.263.248	18.278.784	847.616	458.208	1.695.232	157.009.677.120	167.214.316.032	9.084.748.288	24.898.564.512	59.346.681.856	393.282.117.680	19
28	30.662.784	10.526.400	17.263.296	794.640	526.320	1.552.128	146.738.016.000	157.924.631.808	8.111.382.400	28.599.702.480	52.410.056.704	374.007.488.768	18
29	33.815.200	11.894.832	19.294.272	862.752	464.400	1.298.944	157.009.677.120	167.214.316.032	8.841.406.816	23.552.696.160	43.931.959.296	400.550.055.424	19
30	32.150.928	11.157.984	18.109.536	809.776	532.512	1.541.120	155.542.296.960	156.376.351.104	8.679.179.168	25.907.965.776	53.951.528.960	388.773.035.856	19
31	30.483.904	10.631.664	17.263.296	832.480	402.480	1.353.984	148.205.396.160	157.924.631.808	8.922.520.640	21.870.360.720	47.400.271.872	360.510.771.232	18
32	33.997.520	11.894.832	19.294.272	817.344	582.048	1.409.024	165.813.958.080	176.504.000.256	8.760.292.992	31.627.906.272	49.327.112.192	410.435.266.256	20
33	32.445.392	11.157.984	18.278.784	824.912	532.512	1.651.200	155.542.296.960	167.214.316.032	8.841.406.816	28.936.169.568	57.805.209.600	394.936.066.928	19
34	33.934.224	11.789.568	19.294.272	862.752	501.552	1.486.080	164.346.577.920	176.504.000.256	9.246.975.936	27.253.834.128	52.024.688.640	407.441.606.256	20
35	30.715.072	10.736.928	17.263.296	749.232	501.552	1.464.064	140.868.495.360	148.634.947.584	7.705.813.280	25.235.031.600	49.712.480.256	372.156.768.080	17
36	31.853.024	11.052.720	18.278.784	862.752	414.864	1.243.904	145.270.635.840	157.924.631.808	8.841.406.816	21.197.426.544	41.619.750.912	374.853.851.920	18
37	32.215.600	11.368.512	18.278.784	779.504	445.824	1.342.976	158.477.057.280	167.214.316.032	8.354.723.872	24.225.630.336	47.014.903.808	383.210.134.112	19
38	32.269.952	11.157.984	18.278.784	862.752	495.360	1.475.072	146.738.016.000	167.214.316.032	9.246.975.936	26.917.367.040	51.639.320.576	388.115.099.392	19
39	30.466.704	10.631.664	17.263.296	802.208	470.592	1.298.944	148.205.396.160	157.924.631.808	8.598.065.344	25.571.498.688	45.473.431.552	363.453.184.864	18
40	33.641.824	11.789.568	19.294.272	855.184	414.864	1.287.936	164.346.577.920	176.504.000.256	9.165.862.112	22.543.294.896	45.088.063.488	395.782.430.080	20

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swanggi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swanggi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
41	35.482.912	12.210.624	20.309.760	862.752	569.664	1.530.112	161.411.817.600	176.504.000.256	9.003.634.464	28.263.235.392	50.868.584.448	426.051.272.160	20
42	30.273.376	10.421.136	17.263.296	832.480	402.480	1.353.984	145.270.635.840	157.924.631.808	8.354.723.872	21.870.360.720	47.400.271.872	355.746.972.544	18
43	31.962.416	10.947.456	18.278.784	787.072	452.016	1.497.088	143.803.255.680	157.924.631.808	8.192.496.224	23.216.229.072	50.097.848.320	383.234.461.104	18
44	30.402.032	10.210.608	17.263.296	787.072	544.896	1.596.160	142.335.875.520	157.924.631.808	8.435.837.696	29.609.103.744	55.878.369.280	371.478.611.296	18
45	30.134.400	10.526.400	17.094.048	794.640	464.400	1.254.912	137.933.735.040	147.086.666.880	7.949.154.752	24.562.097.424	40.463.646.720	357.995.300.816	17
46	32.341.504	11.368.512	18.278.784	908.160	421.056	1.364.992	158.477.057.280	167.214.316.032	9.165.862.112	22.879.761.984	47.785.639.936	382.229.123.168	19
47	35.886.768	12.526.416	20.140.512	885.456	650.160	1.684.224	165.813.958.080	174.955.719.552	9.003.634.464	32.637.307.536	55.493.001.216	437.903.620.848	20
48	33.945.232	11.894.832	19.125.024	930.864	464.400	1.530.112	157.009.677.120	165.666.035.328	9.977.000.352	25.235.031.600	53.566.160.896	408.335.235.008	20
49	33.841.344	11.789.568	19.294.272	855.184	427.248	1.475.072	164.346.577.920	176.504.000.256	9.165.862.112	22.879.761.984	51.639.320.576	402.405.448.320	20
50	33.892.256	11.894.832	19.125.024	915.728	470.592	1.486.080	165.813.958.080	174.955.719.552	9.814.772.704	25.571.498.688	52.024.688.640	407.689.837.344	20
51	28.712.992	10.000.080	16.247.808	681.120	452.016	1.331.968	139.401.115.200	148.634.947.584	7.300.244.160	24.562.097.424	46.629.535.744	342.687.993.632	17
52	30.310.528	10.421.136	17.263.296	749.232	544.896	1.331.968	137.933.735.040	148.634.947.584	7.462.471.808	27.590.301.216	43.161.223.168	364.782.678.816	17
53	35.610.192	12.210.624	20.309.760	908.160	563.472	1.618.176	162.879.197.760	176.504.000.256	9.165.862.112	28.599.702.480	53.180.792.832	430.329.555.440	20
54	34.037.424	11.789.568	19.294.272	840.048	495.360	1.618.176	164.346.577.920	176.504.000.256	9.003.634.464	26.917.367.040	56.649.105.408	410.820.302.016	20
55	32.060.800	11.263.248	18.109.536	749.232	606.816	1.331.968	148.205.396.160	156.376.351.104	7.624.699.456	32.300.840.448	44.702.695.424	389.209.982.592	18
56	33.925.968	11.789.568	19.294.272	855.184	445.824	1.541.120	157.009.677.120	167.214.316.032	8.598.065.344	22.879.761.984	50.097.848.320	405.799.668.800	19
57	32.122.032	11.052.720	18.278.784	855.184	526.320	1.409.024	154.074.916.800	167.214.316.032	9.165.862.112	28.599.702.480	49.327.112.192	383.000.490.880	19
58	32.353.888	11.368.512	18.278.784	885.456	489.168	1.331.968	149.672.776.320	157.924.631.808	8.922.520.640	24.562.097.424	41.619.750.912	382.701.777.104	18
59	26.851.264	9.368.496	15.232.320	711.392	427.248	1.111.808	130.596.834.240	139.345.263.360	7.624.699.456	20.188.025.280	38.922.174.464	314.019.522.616	16
60	30.337.360	10.631.664	17.094.048	734.096	501.552	1.376.000	139.401.115.200	147.086.666.880	7.543.585.632	24.898.564.512	46.244.167.680	365.174.099.904	17
61	32.194.272	11.368.512	18.278.784	779.504	600.624	1.166.848	158.477.057.280	167.214.316.032	8.354.723.872	32.637.307.536	40.849.014.784	386.786.265.920	19
62	32.245.184	10.947.456	18.278.784	794.640	551.088	1.673.216	152.607.536.640	167.214.316.032	8.516.951.520	29.945.570.832	58.575.945.728	393.210.138.432	19
63	34.126.864	12.000.096	19.294.272	870.320	421.056	1.541.120	158.477.057.280	167.214.316.032	8.760.292.992	21.533.893.632	51.253.952.512	407.239.512.448	19
64	35.543.456	12.421.152	20.309.760	908.160	495.360	1.409.024	173.150.858.880	185.793.684.480	9.165.862.112	26.917.367.040	49.327.112.192	421.881.007.632	21
65	34.042.240	11.894.832	19.294.272	946.000	421.056	1.486.080	165.813.958.080	176.504.000.256	10.139.228.000	22.879.761.984	52.024.688.640	404.531.091.744	20
66	32.210.096	11.052.720	18.278.784	870.320	489.168	1.519.104	145.270.635.840	157.924.631.808	8.760.292.992	25.571.498.688	52.024.688.640	389.551.747.968	18
67	32.206.656	11.052.720	18.278.784	824.912	421.056	1.629.184	145.270.635.840	157.924.631.808	8.273.610.048	21.533.893.632	55.107.633.152	388.110.404.480	18
68	33.988.576	11.789.568	19.294.272	802.208	594.432	1.508.096	155.542.296.960	176.504.000.256	8.598.065.344	32.300.840.448	52.795.424.768	412.898.004.224	20
69	32.295.408	11.368.512	18.109.536	794.640	569.664	1.453.056	158.477.057.280	165.666.035.328	8.516.951.520	30.954.972.096	50.868.584.448	391.876.195.872	19
70	33.959.680	11.684.304	19.294.272	862.752	588.240	1.530.112	155.542.296.960	176.504.000.256	9.246.975.936	31.964.373.360	53.566.160.896	411.560.325.136	20
71	35.423.744	12.526.416	20.309.760	847.616	551.088	1.188.864	165.813.958.080	176.504.000.256	8.598.065.344	28.936.169.568	39.307.542.528	419.159.735.776	20
72	30.234.160	10.210.608	17.263.296	787.072	619.200	1.353.984	142.335.875.520	157.924.631.808	8.435.837.696	33.646.708.800	47.400.271.872	369.252.525.376	18
73	33.953.488	12.000.096	19.294.272	832.480	538.704	1.287.936	167.281.338.240	176.504.000.256	8.922.520.640	29.272.636.656	45.088.063.488	403.852.646.000	20
74	31.894.992	11.157.984	18.278.784	756.800	501.552	1.199.872	146.738.016.000	157.924.631.808	7.543.585.632	26.580.899.952	39.692.910.592	378.480.043.984	18
75	35.695.504	12.526.416	20.309.760	741.664	631.584	1.486.080	165.813.958.080	176.504.000.256	7.543.585.632	33.646.708.800	48.941.744.128	432.449.996.896	20
76	28.804.496	10.000.080	16.247.808	764.368	427.248	1.364.992	139.401.115.200	148.634.947.584	8.192.496.224	23.216.229.072	47.785.639.936	345.008.391.280	17
77	32.238.304	11.157.984	18.278.784	855.184	526.320	1.420.032	155.542.296.960	167.214.316.032	9.165.862.112	28.599.702.480	49.712.480.256	387.578.352.064	19
78	33.994.768	12.000.096	19.294.272	855.184	458.208	1.387.008	167.281.338.240	176.504.000.256	9.165.862.112	24.898.564.512	48.556.376.064	403.396.680.192	20
79	33.725.760	11.894.832	19.294.272	802.208	501.552	1.232.896	157.009.677.120	167.214.316.032	8.111.382.400	25.907.965.776	40.849.014.784	399.092.356.112	19
80	30.343.552	10.631.664	17.094.048	802.208	439.632	1.376.000	148.205.396.160	156.376.351.104	8.598.065.344	23.889.163.248	48.171.008.000	362.534.777.104	18

No. of Run	Volume Total	Volume Kurisi	Volume Swanggi	Volume Gulamah	Volume Kakap	Volume Kerapu	nilai-kurisi	nilai-swanggi	nilai-gulamah	nilai-kakap	nilai-kerapu	nilai-tangkapan	sail
81	33.840.656	11.894.832	19.294.272	855.184	464.400	1.331.968	165.813.958.080	176.504.000.256	9.165.862.112	25.235.031.600	46.629.535.744	401.060.761.952	20
82	28.914.576	9.894.816	16.247.808	703.824	482.976	1.585.152	137.933.735.040	148.634.947.584	7.543.585.632	26.244.432.864	55.493.001.216	350.685.584.272	17
83	32.267.888	11.368.512	18.278.784	756.800	476.784	1.387.008	149.672.776.320	157.924.631.808	7.624.699.456	24.898.564.512	46.244.167.680	386.364.839.776	18
84	28.782.480	9.789.552	16.247.808	771.936	520.128	1.453.056	136.466.354.880	139.345.263.360	7.705.813.280	28.263.235.392	50.868.584.448	348.455.657.248	17
85	33.963.120	11.789.568	19.294.272	832.480	538.704	1.508.096	164.346.577.920	176.504.000.256	8.922.520.640	29.272.636.656	52.795.424.768	408.799.486.400	20
86	31.984.432	11.052.720	18.278.784	756.800	619.200	1.276.928	154.074.916.800	167.214.316.032	8.111.382.400	33.646.708.800	44.702.695.424	386.200.916.896	19
87	33.777.360	11.894.832	19.125.024	847.616	445.824	1.464.064	157.009.677.120	165.666.035.328	8.516.951.520	23.552.696.160	49.327.112.192	404.072.472.320	19
88	30.322.224	10.526.400	17.263.296	764.368	458.208	1.309.952	146.738.016.000	157.924.631.808	8.192.496.224	24.898.564.512	45.858.799.616	358.908.699.936	18
89	30.574.032	10.631.664	17.263.296	764.368	439.632	1.475.072	148.205.396.160	157.924.631.808	8.192.496.224	23.889.163.248	51.639.320.576	368.947.303.120	18
90	33.970.688	12.000.096	19.125.024	885.456	551.088	1.409.024	158.477.057.280	165.666.035.328	8.922.520.640	28.936.169.568	47.785.639.936	409.787.422.752	19
91	35.693.440	12.631.680	20.140.512	771.936	619.200	1.530.112	176.085.619.200	184.245.403.776	7.705.813.280	33.310.241.712	53.566.160.896	435.277.801.424	21
92	28.567.824	10.000.080	16.247.808	741.664	334.368	1.243.904	139.401.115.200	148.634.947.584	7.949.154.752	18.169.222.752	43.546.591.232	335.332.291.856	17
93	33.879.872	11.789.568	19.294.272	809.776	588.240	1.398.016	164.346.577.920	176.504.000.256	8.679.179.168	31.964.373.360	48.941.744.128	407.126.835.936	20
94	30.312.592	10.526.400	17.094.048	726.528	501.552	1.464.064	146.738.016.000	156.376.351.104	7.786.927.104	27.253.834.128	51.253.952.512	364.825.934.752	18
95	33.952.112	11.894.832	19.294.272	885.456	501.552	1.376.000	165.813.958.080	176.504.000.256	9.490.317.408	27.253.834.128	48.171.008.000	403.940.767.104	20
96	34.027.104	11.894.832	19.294.272	847.616	526.320	1.464.064	165.813.958.080	176.504.000.256	9.084.748.288	28.599.702.480	51.253.952.512	409.017.636.752	20
97	28.679.968	9.894.816	16.247.808	711.392	482.976	1.342.976	137.933.735.040	148.634.947.584	7.624.699.456	26.244.432.864	47.014.903.808	344.698.611.024	17
98	32.189.456	11.263.248	18.109.536	688.688	575.856	1.552.128	157.009.677.120	165.666.035.328	7.381.357.984	31.291.439.184	54.336.897.024	390.981.598.416	19
99	33.804.880	11.789.568	19.294.272	787.072	513.936	1.420.032	164.346.577.920	176.504.000.256	8.435.837.696	27.926.768.304	47.400.271.872	404.930.281.040	20
100	32.477.728	11.263.248	18.278.784	809.776	507.744	1.618.176	157.009.677.120	167.214.316.032	8.679.179.168	27.590.301.216	56.649.105.408	392.944.800.912	19

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 23 April 1995 dengan nama lengkap Arif Anugraha. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiah 21 Jakarta, SD Muhammadiyah 24 Jakarta, SMP Muhammadiyah 31 Jakarta, dan SMAN 21 Jakarta. Pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa di Jurusan Teknik Industri, yaitu sebagai staf Departemen Hubungan Luar di HMTI ITS 14/15 dan Kepala Biro Kemitraan Hubungan Luar HMTI ITS 15/16. Selain itu penulis juga aktif dalam mengikuti organisasi mahasiswa di lingkup ITS, yaitu sebagai Kepala Divisi CSR *Society of Petroleum Engineers* (SPE) ITS pada tahun 16/17. Penulis juga mengikuti beberapa pelatihan selama perkuliahan, diantaranya adalah LKMM Pra-TD, LKMM TD, dan berbagai pelatihan penggunaan *software* yang diadakan Departemen Teknik Industri. Penulis berkesempatan melaksanakan kegiatan Kerja Praktek di PT. Pertamina *Refinery Unit* III yang berlokasi di Palembang pada periode Juli-Agustus 2016. Untuk informasi lebih lanjut mengenai hasil penelitian Tugas Akhir, penulis dapat dihubungi melalui alamat *e-mail* anugraha.arif@gmail.com.