

TUGAS AKHIR - TF181801

**PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN BERBASIS DATA AIS UNTUK
PEMODELAN PELANGGARAN *TRANSSHIPMENT* PADA
KAPAL MENGGUNAKAN FUZZY TIPE 2**

NORISA NURFADILA

NRP 02311840000027

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

NIP 19630907 198903 1 004

Dr. Ir. A. A. Masroeri, M.Eng.

NIP. 19580807 198403 1 004

Program Studi S1 Teknik Fisika

Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - TF 181801

**PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN BERBASIS DATA AIS UNTUK PEMODELAN
PELANGGARAN *TRANSshipment* PADA KAPAL
MENGUNAKAN FUZZY TIPE 2**

NORISA NURFADILA

NRP 0231184000027

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

NIP 19630907 198903 1 004

Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.

NIP 19580807 198403 1 004

Program Studi S1 Teknik Fisika

Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - TF 181801

***DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED SYSTEM OF AIS
DATA-BASED DECISIONS FOR SHIP TRANSSHIPMENT
MODELING USING FUZZY TYPE 2***

NORISA NURFADILA

NRP 0231184000027

Advisor

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

NIP 19630907 198903 1 004

Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.

NIP 19580807 198403 1 004

Study Program Bachelor Degree of Engineering Physics

Department of Engineering Physics

Faculty of Industrial Technology and System Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Norisa Nurfadila
NRP : 02311840000027
Departemen / Prodi : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT-IRS)
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN BERBASIS DATA AIS UNTUK PEMODELAN PELANGGARAN *TRANSSHIPMENT* PADA KAPAL MENGGUNAKAN FUZZY TIPE 2** adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 15 Mei 2022

Yang membuat pernyataan,

Norisa Nurfadila

NRP. 02311840000027

Halaman ini sengaja dikosongkan

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN
BERBASIS DATA AIS UNTUK PEMODELAN PELANGGARAN
TRANSSHIPMENT PADA KAPAL MENGGUNAKAN FUZZY TIPE 2**

Oleh:

Norisa Nurfadila

NRP. 0231184000027

Surabaya,

**Menyetujui,
Pembimbing I**

**Menyetujui,
Pembimbing II**

Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

NIP. 19630907 198903 1 004

Dr. Ir. A. A. Masroeri, M.Eng.

NIP. 19580807 198403 1 004

**Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Fisika FT-IRS, ITS**

Dr. Suyanto, S.T., M.T.

NIP. 19711113 199512 1 002

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN
BERBASIS DATA AIS UNTUK PEMODELAN PELANGGARAN
TRANSSHIPMENT PADA KAPAL MENGGUNAKAN FUZZY TIPE 2
TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT-IRS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NORISA NURFADILA

NRP. 0231184000027

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- | | | |
|--|-------|-----------------|
| 1. Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T. | | (Pembimbing I) |
| 2. Dr. Ir. A. A. Masroeri, M.Eng. | | (Pembimbing II) |
| 3. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T. | | (Ketua Penguji) |
| 4. Dr. Suyanto, S.T., M.T. | | (Penguji I) |

SURABAYA

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PENGEMBANGAN INTEGRASI SISTEM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN BERBASIS DATA AIS UNTUK PEMODELAN
PELANGGARAN *TRANSshipment* PADA KAPAL
MENGUNAKAN FUZZY TIPE 2**

Nama : Norisa Nurfadila
NRP : 0231184000027
Departemen : Teknik Fisika FTIRS - ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.
Dr. Ir. A. A. Masroeri, M.Eng.

ABSTRAK

Indonesia memiliki luas perairan laut 5,8 juta km dengan potensi sumber daya ikan laut sebesar 7.3 juta ton per tahun. Tanpa pengelolaan dan pengawasan yang baik, sektor perikanan di Indonesia rentan terjadi pelanggaran. Diperlukan adanya peningkatan sistem pengamanan di seluruh perairan Indonesia dari pelanggaran hukum penangkapan sumber daya laut seperti IUU *transshipment* yang merupakan kegiatan pemindahan tangkapan ikan dari satu kapal ke kapal lain di tengah laut, sehingga transaksi tersebut tidak tercatat dalam laporan KKP, maka terjadilah kerugian devisa negara. Beberapa kasus IUU *transshipment* terdapat kapal yang mematikan data AIS-nya agar tidak terdeteksi oleh VTS. Dalam rangka mengidentifikasi tindak kecurangan tersebut, maka penelitian dirancang dengan terdiri dari sub-sistem identifikasi *losses* data AIS dengan tingkat akurasi 100%, sub-sistem prediktor *losses* data AIS menggunakan RNN dengan tingkat akurasi 97.3%, dan sub-sistem identifikasi *transshipment* menggunakan fuzzy tipe 2 dengan tingkat akurasi 100%. Sebagai bentuk pengembangan sistem, penelitian ini terdapat *input* baru berupa lama waktu berlayarnya kapal serta sub-sistem prediktor yang seluruhnya menggunakan RNN, didapati sistem dapat bekerja dengan optimal serta dapat memprediksi *losses* data AIS hingga 4 jam.

Kata Kunci: AIS, Fuzzy Tipe 2, IUU *Transshipment*, *Losses data*, dan RNN

Halaman ini sengaja dikosongkan

**DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED SYSTEM OF AIS DATA-
BASED DECISIONS FOR SHIP TRANSSHIPMENT MODELING
USING FUZZY TYPE 2**

Name : Norisa Nurfadila
NRP : 0231184000027
Department : Engineering Physics FTIRS - ITS
Supervisors : Dr. Ir. Syamsul Arifin. M.T.
Dr. Ir. A. A. Masroeri, M.Eng.

ABSTRACT

Indonesia has a 5.8 million km seas area with the potential marine fish resources estimated at 7.3 million tons per year. Without good management and supervision, this sector is vulnerable to violations. It is necessary to improve the security system in Indonesia's sea. There are cases of IUU transshipment, as ships that turn off their AIS data are then automatically not detected by the VTS. This study was designed to identify it using the AIS data losses sub-system with an accuracy result of 100%, the AIS data predictor sub-system using RNN with an accuracy of 97,3%, and the identification sub-system using fuzzy type 2 with an accuracy of 100%. As a research development, this study has new input in the form of sailing time for ships and predictor sub-systems that all use RNN. It was found the system can work optimally and predict AIS data losses for up to 4 hours.

Keywords: AIS, Data losses, Fuzzy Type 2, IUU Transshipment, and RNN

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir serta pembuatan laporan yang berjudul "Pengembangan Integrasi Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data AIS untuk Pemodelan Pelanggaran Transshipment Pada Kapal Menggunakan Fuzzy Tipe 2". Penulis menyadari bahwa dalam proses penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Suyanto, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Fisika yang telah memfasilitasi penelitian ini.
3. Keluarga, terutama kedua orang tua dan kakek serta nenek yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis.
4. Dr. Ir. Syamsul Arifin. M.T. selaku Dosen pembimbing 1 serta Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T., dan Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak membantu, memberikan ilmu, saran, masukan serta bimbingannya dalam penyusunan laporan ini,
5. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T. dan Dr. Suyanto, S.T., M.T selaku dosen penguji pada sidang penulis yang telah memberikan banyak masukan dan perbaikan dalam penyusunan laporan ini.
6. Ahmad Zaeni, M.M., M.Mar.E. selaku Kepala Seksi Penunjang Keselamatan dan Penyidikan Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak Surabaya dan Mochammad Noer Fajri yang sangat membantu penulis dalam mendapatkan data *raw* AIS.
7. Prof. Dr. Ketut Buda Artana, S.T., M.Sc. dan Dr. Eng. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc. dari *Marine Reliability and Safety Laboratory* Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS yang telah membantu penulis dalam mendapatkan data *raw* AIS dari AIS ITS.
8. Keluarga besar Pondok Pesantren Pelajar dan Mahasiswa Subulussalam serta sahabat tercinta khususnya Aulia Tri, Zalfa Humaira, Deby, Adel, Vira, Chayara,

Auni, dan Yusrin yang selalu memberikan semangat dan selalu menemani dalam proses pengerjaan penelitian ini.

9. Rekan satu topik bimbingan, Putri Nurfiana, Farah Feba, Maidatul K, Hanifah R, dan Brillianti R, yang selalu memberikan semangat dan membantu dalam melakukan penelitian.

Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Penulis sangat menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan dalam menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Surabaya, 15 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
ABSTRAK.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Review Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 <i>Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing dan Transshipment</i>	6
2.2.2 <i>Automatic Identification System (AIS)</i>	7
2.2.3 <i>International Regulation for Preventing Collisions at Sea (COLREGs)</i>	11
2.2.4 <i>Fuzzy Logic Tipe 2</i>	12
a. Operasi Logika Fuzzy	13
b. Operasi Membership Fuzzy	13
c. Fuzzifikasi.....	13

d.	Defuzzifikasi	13
e.	<i>Reducer</i>	13
f.	Aturan If-Then Fuzzy.....	14
g.	Sistem Fuzzy Inferensi.....	14
2.2.5	<i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	14
2.2.6	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Diagram Alir Penelitian	19
3.2	Studi Literatur dan Identifikasi Masalah	19
3.3	Pengumpulan Data.....	20
3.4	Pemodelan Sistem identifikasi IUU <i>Transshipment</i>	30
3.5	Pemodelan Sub-sistem Identifikasi 1 untuk <i>Losses Data AIS</i>	30
3.6	Pemodelan Sub-sistem Prediktor dengan Metode RNN.....	31
3.7	Pemodelan Sub-sistem Identifikasi 2 dengan Metode Logika Fuzzy Tipe 2.....	35
3.8	Uji Korelasi Data	40
3.9	Analisis dan Validasi Data.....	40
3.10	Penyusunan Laporan.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi <i>Losses Data</i> untuk Prediksi Jumlah Waktu Data AIS yang Hilang.....	43
4.2	Hasil Simulasi Sub-sistem Prediktor RNN.....	43
4.3	Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment</i> dengan Menggunakan Fuzzy Tipe 2	49
4.4	Validasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment Fuzzy Tipe 2</i> dengan <i>Raw Data AIS</i> dari AIS ITS <i>Marine Reliability and Safety Laboratory</i>	53
4.5	Analisis Akurasi Seluruh Sistem	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
5.1	Kesimpulan	61

5.2	Saran	62
	DAFTAR PUSTAKA	63
	LAMPIRAN.....	xxv
	BIODATA PENULIS	lxxi

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Sistem AIS (S. K. Singh & F. Heymann, 2020)	8
Gambar 2.2 Pola Situasi Manuver Anti-Tabrakan Pertemuan Kapal Menurut COLREGs: (a) <i>Head-on</i> ; (b) <i>Crossing (own USV sebagai stand-on vessel)</i> ; (c) <i>Crossing (own USV sebagai kapal yang memberi jalan)</i> ; (d) <i>Overtaking</i> ; (e) <i>Overtaken</i> (Zhou et al., 2020).....	11
Gambar 2.3 Struktur Logika Fuzzy Tipe 2 (N. N. Karnik & J. M. Mendel, 1998)	12
Gambar 2.4 Loop 1 Sel RNN (Olah, 2015).....	14
Gambar 2.5 Pengulangan Data pada RNN (Olah, 2015)	15
Gambar 2.6 Modul Berulang <i>Basic</i> RNN yang Berisi 1 Lapisan (Olah, 2015).....	15
Gambar 2.7 Modul Berulang LSTM dengan 4 Lapisan yang Saling Berinteraksi (Olah, 2015).....	16
Gambar 2.8 Arti Simbol-simbol yang Terdapat pada Gambar 2.7	16
Gambar 2.9 Pengulangan Module pada LSTM (Kumar et al., 2018).....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Trayektori Kapal 3 dan Kapal 4 Skenario 1.1a Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera	24
Gambar 3.3 Trayektori Kapal 1 dan Kapal 2 Skenario 1.2a Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera	27
Gambar 3.4 Trayektori Kapal 1 dan Kapal 2 Skenario 1b Tidak Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai	30
Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem Identifikasi IUU <i>Transshipment</i> Secara Keseluruhan	30
Gambar 3.6 Sub-sistem Identifikasi 1 untuk Memprediksi <i>Losses</i> Data pada Data AIS ...	31
Gambar 3.7 Diagram Blok Sub-sistem Prediktor dengan Menggunakan Metode RNN....	31
Gambar 3.8 Rancang Model RNN	32
Gambar 3.9 Arsitektur RNN dengan LSTM <i>layer</i> berjumlah 15 <i>layer</i>	33
Gambar 3.10 Arsitektur RNN dengan LSTM <i>layer</i> berjumlah 20 <i>layer</i>	33
Gambar 3.11 Arsitektur RNN dengan LSTM <i>layer</i> berjumlah 25 <i>layer</i>	33
Gambar 3.12 Diagram Alir Rancang Model RNN.....	35
Gambar 3.13 Diagram Blok Sub-sistem Identifikasi 2 untuk Identifikasi IUU <i>Transshipment</i> dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tipe 2	35
Gambar 3.14 Arsitektur Fuzzy Tipe 2 untuk Sub-sistem Identifikasi IUU <i>Transshipment</i>	36

Gambar 3.15 <i>Membership Fuzzy Selisih Jarak</i>	37
Gambar 3.16 <i>Membership Fuzzy Selisih Heading</i>	37
Gambar 3.17 <i>Membership Fuzzy Selisih Kecepatan</i>	38
Gambar 3.18 <i>Membership Fuzzy Selisih Waktu</i>	38
Gambar 3.19 <i>Membership Fuzzy Output</i>	39
Gambar 4.1 Hasil Prediksi Trayektori pada Data AIS yang Hilang untuk <i>Losses Data1</i> ..	45
Gambar 4.2 Hasil Prediksi Trayektori pada Data AIS yang Hilang untuk <i>Losses Data2</i> ..	45
Gambar 4.3 Trayektori Skenario 1.1a untuk 2 Kapal Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera	49
Gambar 4.4 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1.1a	50
Gambar 4.5 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment</i> pada Skenario 1.1a ..	50
Gambar 4.6 Trayektori Skenario 1.2a untuk 2 Kapal Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera	51
Gambar 4.7 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1.2a	51
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment</i> Skenario 1.2a	51
Gambar 4.9 Trayektori 2 Kapal Skenario 1b Tidak Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai	52
Gambar 4.10 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1b	52
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment</i> Skenario 1b	53
Gambar 4.12 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 440197000 untuk Skenario 2.1b	54
Gambar 4.13 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525003396 untuk Skenario 2.1b	54
Gambar 4.14 Trayektori <i>Raw Data AIS</i> Skenario 2.1b Trayektori Berwarna Biru adalah Kapal Bernomor MMSI 440197000 dan Trayektori Berwarna Orange adalah Kapal Bernomor MMSI 525003396	54
Gambar 4.15 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525003337 untuk Skenario 2.2b	55
Gambar 4.16 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525008119 untuk Skenario 2.2b	55
Gambar 4.17 Trayektori <i>raw data AIS</i> Skenario 2.2b dengan Trayektori Berwarna Biru adalah Kapal Bernomor MMSI 525003337 dan Trayektori Berwarna Orange adalah Kapal Bernomor MMSI 525008119	55
Gambar 4.18 Hasil Identifikasi <i>Transshipment</i> pada <i>Raw Data AIS</i> Skenario 2.1b	56
Gambar 4.19 Hasil Identifikasi <i>Transshipment</i> pada <i>Raw Data AIS</i> Skenario 2.2b	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Informasi yang Didapat Dari Data AIS (Aisjah et al., 2011).....	10
Tabel 2.2 Perbedaan, Kelebihan, dan Kekurangan VMS dan AIS (Direktorat Jendral Perhubungan Laut, 2019; Pernika, n.d.).....	10
Tabel 3.1 Sebutan untuk Setiap Data Skenario dari Data AIS Hasil Pembangkitan	20
Tabel 3.2 Data Kapal 1 Skenario 1.1a.....	21
Tabel 3.3 Data Kapal 2 Skenario 1.1a.....	22
Tabel 3.4 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1.1a Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera.....	24
Tabel 3.5 Data Kapal 1 Skenario 1.2a.....	25
Tabel 3.6 Data Kapal 2 Skenario 1.2a.....	26
Tabel 3.7 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1.2a Terduga Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai-Halmahera.....	27
Tabel 3.8 Data Kapal 1 Skenario 1b	27
Tabel 3.9 Data Kapal 2 Skenario 1b	28
Tabel 3.10 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1b Tidak Melakukan <i>Transshipment</i> di Perairan Banggai.....	29
Tabel 3.11 Keterangan Notasi <i>Input</i> Sub-sistem Prediktor dan Sub-sistem Identifikasi IUU <i>Transshipment</i>	32
Tabel 3.12 Variasi pada Model RNN.....	34
Tabel 3.13 Variabel Input <i>Membership Fuzzy</i>	36
Tabel 3.14 Variabel Output <i>Membership Fuzzy</i>	39
Tabel 3.15 <i>Rules</i> dari <i>Membership Fuzzy</i>	39
Tabel 3.16 <i>Raw</i> Data AIS Kapal Bernomor MMSI 525003337	41
Tabel 3.17 <i>Raw</i> Data AIS Kapal Bernomor MMSI 525008119	41
Tabel 3.18 Keterangan Nama dari Data Skenario Kapal yang Digunakan pada Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Hasil Prediksi Jumlah Waktu Data AIS yang Hilang	43
Tabel 4.2 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk Posisi Titik <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i>	44
Tabel 4.3 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk Kecepatan	46
Tabel 4.4 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk <i>Heading</i>	48
Tabel 4.5 Hasil Olah Data <i>Raw</i> Data AIS untuk Skenario 2.1b	56
Tabel 4.6 Hasil Olah Data <i>Raw</i> Data AIS untuk Skenario 2.2b	56

Tabel 4.7 Akurasi Sub-sistem <i>Losses</i> Data AIS	57
Tabel 4.8 Hasil RMSE Terendah untuk Masing-masing Variabel Uji Coba	58
Tabel 4.9 Akurasi Sub-sistem Prediktor.....	58
Tabel 4.10 Akurasi Sub-sistem Identifikasi <i>Transshipment</i>	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Insiden penangkapan ikan secara “*Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing* dan *Transshipment*” (IUU-F) di seluruh dunia telah menyebabkan kerusakan lingkungan dan ekonomi yang serius yang melibatkan perubahan drastis dalam ekosistem, selain kerugian finansial yang disebabkan oleh menipisnya sumber daya alam. Istilah “*illegal*” mengacu pada pelanggaran peraturan penangkapan ikan atau melakukan kegiatan penangkapan ikan secara tidak sah di bawah yurisdiksi wilayah laut tertentu. Dalam konteks ini, “*unreported*” menunjukkan adanya hasil tangkapan yang tidak dilaporkan kepada pihak berwenang terkait, sedangkan “*unregulated*” menggambarkan kegiatan penangkapan ikan di wilayah yang tidak dapat diterapkan tindakan untuk mengendalikan hasil tangkapan. Departemen Perikanan dan Perairan/*Fisheries and Aquatic Department* (FAD) dari Organisasi Pangan dan Pertanian PBB/*United Nation’s Food and Agriculture Organization* (FAO) mengeluarkan laporan yang mengindikasikan bahwa kerugian tahunan akibat penangkapan IUU-F mencapai \$25 Miliar (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016). Hal ini memberikan dampak negatif pada masa depan keanekaragaman hayati ekosistem laut dan Produk Nasional Bruto/*Gross National Product* (GNP) domestik. *Maritime Domain Awareness* (MDA) berkaitan dengan kesadaran situasional yang relevan dengan kegiatan yang memiliki dampak langsung atau tidak langsung pada sisi operasional, organisasi, ekonomi, dan keselamatan domain maritim (Sánchez, 2020). Aset di MDA mendukung berbagai misi, seperti pemantauan, penilaian risiko, dan manajemen. Maka mekanisme intersepsi yang kuat semakin dibutuhkan untuk mendeteksi dan mengejar insiden penangkapan ikan ilegal yang tak henti-hentinya di wilayah laut (Abouheaf, 2021).

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan 17.504 pulau dan luas laut 5,8 juta km² (terdiri dari luas laut teritorial 0,3 juta km², luas perairan kepulauan 2,95 juta km², dan luas Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) 2,55 juta km². dengan luas perairan Indonesia tersebut, Indonesia memiliki sumber daya ikan laut yang diperkirakan sebesar 7.3 juta ton per tahun yang tersebar di perairan wilayah Indonesia (KKP, 2005). Pada tahun 2019, nilai ekspor hasil perikanan Indonesia mencapai Rp 73.681.883.000 dimana nilai tersebut naik 10.1% dari hasil ekspor tahun 2018. Hasil laut seperti tuna, gurita, rajungan, cumi-cumi, rumput laut, serta udang merupakan komoditas yang paling dicari. Banyak dan beragamnya hasil produksi perikanan di Indonesia perlu

dipertahankan dan dijaga. Tanpa pengawasan dan pengelolaan yang baik, perikanan di Indonesia rentan terjadi pelanggaran (Pratama, 2020). Kasus ilegal *fishing* atau *transshipment* dapat berdampak pada Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) yang tidak mencapai target dan cenderung stagnan. Total target PNBP perikanan yang ditetapkan dalam APBN 2005 – 2013 tidak pernah melebihi 300 milyar dan hanya mencapai 150 milyar sejak tahun 2009 (KKP, 2015). Kasus pencurian ikan atau yang dikenal pula dengan ilegal *fishing* kerap terjadi di wilayah perairan Indonesia dan kerugian yang diakibatkan dapat mencapai 300 triliun per tahun. Pemberantasan ilegal *fishing* adalah salah satu upaya penyelamatan Sumber Daya Ikan (SDI).

Modus IUU *fishing* dan *transshipment* yang kerap terjadi di wilayah perairan Indonesia antara lain menyalahi area penangkapan, jenis alat tangkap yang dilarang, tidak melaporkan hasil tangkapan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya atau pemalsuan hasil tangkapan, dan hasil tangkapan ikan yang langsung dibawa ke kapal negara lain (BPK, 2016). Selain itu juga seringkali terjadi adanya kapal tangkap asing yang lolos masuk ke wilayah perairan Indonesia tanpa terdeteksi patroli keamanan laut. Seperti dilansir oleh Kompas.com pada tanggal 17 Agustus 2021 terdapat enam kapal China yang masuk ke wilayah perairan Natuna Utara. Selain kapal tangkap, bahkan salah satu dari kapal tersebut adalah kapal perang China. Kehadiran kapal dari luar negeri secara ilegal ini membuat para nelayan lokal Indonesia takut untuk melaut (Ramadhan & Diamanty, 2021).

Indonesia memerlukan adanya peningkatan sistem pengamanan di seluruh wilayah perairan agar terbebas dari tindakan merugikan. Beberapa teknologi yang biasa digunakan untuk pemantauan IUU *fishing* dan *transshipment* adalah AIS (*Automatic Identification System*), VTS (*Vessel Traffic Services*), dan Radar. Pemantauan saat ini terhadap aktivitas IUU *fishing* dan *transshipment* di Indonesia dilakukan melalui VTS di Kantor Pusat Kementerian Kelautan Jakarta atau dari pelabuhan-pelabuhan terdekat. Informasi ini didapat berdasarkan data AIS dan radar long range camera yang mampu memantau hingga 40- 60 kilometer, serta kamera pemantau (CCTV) sejauh 4 kilometer (Masroeri et al., 2021). AIS merupakan sistem terbaru untuk pengumpulan data trayektori kapal yang mampu menyediakan informasi kapal dan mengirimkannya dari kapal ke kapal, maupun dari kapal ke darat melalui stasiun penerima menggunakan gelombang radio VHF secara otomatis.

Pada tahun 2019, Menteri Perhubungan mengesahkan kebijakan peraturan PM 7 Tahun 2019 mengenai kewajiban pemasangan AIS pada setiap kapal yang beroperasi di perairan Indonesia. Hal ini membuat pelacakan trayektori kapal dapat diakses dengan mudah melalui VTS. Pemanfaatan dari AIS sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya

untuk memprediksi adanya IUU *fishing* dan *transshipment* menggunakan berbagai metode seperti JST, Fuzzy Tipe 1, dan 2. Terdapat beberapa penelitian yang juga berhasil melakukan pembangkitan data AIS untuk kegiatan-kegiatan abnormal yang sengaja dilakukan awak kapal saat berlayar seperti penghilangan jejak dengan mematikan AIS dan merubah jalur berlayar secara mendadak.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas penelitian ini dilakukan untuk membuat pengembangan dari sistem identifikasi serta pengambilan keputusan berbasis data AIS untuk memprediksi kegiatan ilegal *transshipment* bagi kapal yang diduga melakukan praktik-praktik ilegal di wilayah perairan Indonesia. Pengembangan pada penelitian ini terletak pada penambahan variabel *input* berupa waktu lamanya kapal berlayar. Terdapat tiga sub-sistem yaitu sub-sistem *losses* data menggunakan *if-else statement*, sub-sistem prediksi menggunakan metode *Recurrent Neural Network* (RNN), dan sub-sistem identifikasi menggunakan metode Fuzzy Tipe 2. Data-data dari kegiatan abnormal seperti dimatikannya sistem AIS yang dilakukan awak kapal diharapkan dapat dideteksi oleh sub-sistem prediksi dengan metode RNN dan diobservasi kebenarannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana rancangan arsitektur RNN untuk mengakomodasi *losses* data AIS dalam waktu *long time* untuk sistem pengambilan keputusan IUU *transshipment*?
- b) Parameter apa saja yang mendukung model pengambilan keputusan IUU *transshipment* berbasis data AIS dengan Fuzzy Tipe 2?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Merancang arsitektur RNN untuk mengakomodasi *losses* data AIS dalam waktu *long time* untuk sistem pengambilan keputusan IUU *transshipment*.
- b) Menentukan parameter yang mendukung model pengambilan keputusan IUU *transshipment* berbasis data AIS dengan Fuzzy Tipe 2.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Seluruh data kapal yang digunakan diasumsikan sudah terpasang sistem *Automatic Identification System* (AIS).
- b) Variabel yang digunakan sebagai input dalam sistem pengambilan keputusan merupakan data yang diperoleh dari AIS.
- c) Data *raw* AIS yang digunakan didapat dari AIS ITS *Marine Reliability and Safety Laboratory*, Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- d) Pembangkitan data AIS dibuat dengan menggunakan *Google Earth*, dan situs *marinetraffic.com*.
- e) Data AIS yang digunakan adalah data AIS tipe b.
- f) Tidak ada pengolahan data AIS yang berada diluar *outlier* sistem RNN.
- g) Sistem pengambilan keputusan menggunakan Fuzzy tipe 2.
- h) Sistem predictor menggunakan *Recurrent Neural Network*.
- i) Simulasi dilakukan dengan menggunakan software *Python*.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yakni pendahuluan, tinjauan pustaka dan dasar teori, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Bab I Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, lingkup kajian, dan sistematika laporan. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan meliputi Identifikasi IUU transshipment berbasis data AIS, prediksi *losses* data, *Automatic Identification System* (AIS), sistem logika fuzzy tipe 2, *Recurrent Neural Network* (RNN) dan IUU Transshipment. Bab III Metodologi Penelitian berisi diagram alir yang menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Bab IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang data hasil penelitian dari perancangan sub-sistem prediktor dan sub-sistem identifikasi IUU Transshipment. Bab V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan tentang tugas akhir ini serta saran sebagai penunjang maupun pengembangan tugas akhir selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Review Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode VMS (*Vessel Monitoring System*) adalah Marza Ihsan Marzuki pada tahun 2017 dengan judul “*VMS Data Analyses and Modeling for The Monitoring and Surveillance of Indonesian Fisheries*” memiliki hasil keakuratan sebesar 97% (Marzuki, et al, 2017). Penelitian Marzuki menggunakan data VMS karena pada tahun 2017 data trayektori kapal masih menggunakan sistem VMS, sedangkan data AIS mulai wajib digunakan di Indonesia pada tahun 2019.

Penelitian yang berbasis data AIS dengan menggunakan metode logika fuzzy sebagai sistem pengambilan keputusan, untuk penelitian tentang IUU *Fishing* dilakukan oleh Fransisko dan Muhammad Dany, sedangkan penelitian tentang IUU *transshipment* dilakukan oleh Nidzar Alif dan Krisandi. Fransisko melakukan penelitian menggunakan logika fuzzy tipe Mamdani karena tipe ini sesuai dengan sistem yang dirancang yaitu masukan dan keluaran numerik dengan akurasi keluaran sistem teridentifikasi melakukan IUU *Fishing* sebesar 79.5837%. (Fransisko, 2016). Penelitian tentang IUU *Fishing* dikembangkan oleh Muhammad Dani menggunakan logika fuzzy dimana akurasi keluaran sistem teridentifikasi melakukan IUU *Fishing* sebesar 98,342%. (Dani, 2017).

Nidzar Alif melakukan penelitian menggunakan dua logika fuzzy metode *selection* dan *final decision*, dengan masukan data sebanyak 9 *rules* untuk logika fuzzy *selection* dan 81 *rules* untuk logika fuzzy *final decision*, kemudian didapati akurasi keluaran sistem teridentifikasi melakukan IUU *transshipment* sebesar 78.8% untuk sistem logika fuzzy *selection* dan 82,6% untuk sistem logika fuzzy *final decision* (Alif, 2016). Penelitian tentang IUU *transshipment* dikembangkan kembali oleh Krisandi menggunakan logika fuzzy yang sama dengan (Alif, 2016). Terdapat perbedaan pada jumlah *rules* yaitu 9 *rules* untuk logika fuzzy *selection* dan 48 *rules* untuk logika fuzzy *final decision* serta didapatkan akurasi keluaran sistem teridentifikasi melakukan IUU *transshipment* sebesar 83,075% untuk sistem logika fuzzy *selection* dan 83,1% untuk sistem logika fuzzy *final decision* (Situmorang, 2017).

Penelitian mengenai IUU *fishing* dan *transshipment* dengan sistem prediktor menggunakan *neural network* serta sistem identifikasi menggunakan Fuzzy tipe 2 dilakukan oleh Muhammad Mukhlis Jamali dan Muhammad Arif Samudya. Mukhlis melakukan

penelitian mengenai IUU *fishing* dan *transshipment* dengan sistem prediktor menggunakan *neural network* ANN dan RNN dengan sistem identifikasi menggunakan Fuzzy tipe 2 dan menghasilkan *neural networks* dengan akurasi keluaran sistem sebesar 99,64% (Jamali, 2020). Namun prediktor yang telah dirancang pada penelitian ini hanya mampu untuk memprediksi 10 data yang hilang. Kemudian penelitian dilanjutkan oleh Arif yaitu penelitian mengenai IUU *transshipment* dengan sistem prediktor *neural network* RNN dan sistem identifikasi Fuzzy tipe 2 serta menghasilkan prediksi posisi dengan rata-rata MAPE 0,1%, namun MAPE untuk prediksi kecepatan sebesar 14,9%, dimana menurut (Lewis, 1982) nilai ini masih belum termasuk dalam kategori sangat baik. Sistem identifikasi IUU *transshipment* milik Arif dengan menggunakan metode logika fuzzy tipe 2 menghasilkan akurasi 99,9949%.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing dan Transshipment*

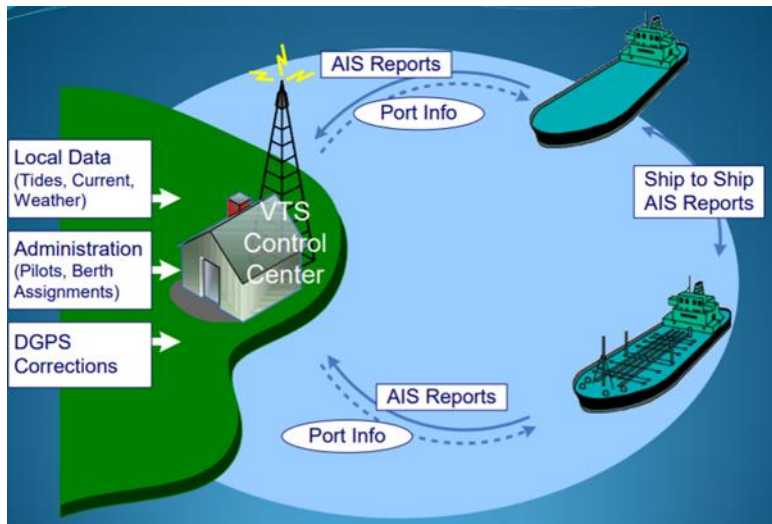
Illegal, Unreported and Unregulated Fishing and Transshipment atau yang lebih dikenal dengan IUU *Fishing* dan *Transshipment* adalah istilah luas yang mencakup penangkapan ikan dan kegiatan terkait penangkapan ikan yang melanggar hukum nasional, regional, dan internasional. *Unreported* merupakan kegiatan pelaporan yang tidak benar atau informasi yang kurang dilaporkan tentang kegiatan penangkapan ikan dan tangkapan. Hal ini mencakup penangkapan ikan dengan kapal yang bukan berasal dari negara pemilik perairan, penangkapan ikan di *Regional Fisheries Management Organizations* (RFMOs) oleh kapal yang non-pihak, dan kegiatan penangkapan ikan yang tidak diatur oleh negara dan tidak mudah diawasi dan dipertanggungjawabkan (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016).

Suatu kegiatan dianggap ilegal *fishing* dan *transshipment* apabila dilakukan oleh suatu negara atau negara asing di perairan dibawah pemerintahan suatu negara tanpa izin atau bertentangan dengan peraturan perundang-undangan; diangkut oleh kapal-kapal yang mengibarkan bendera negara-negara yang merupakan pihak-pihak yang pada organisasi pengelolaan perikanan regional, tetapi pelanggaran pengelolaan dan pengelolaan yang diadopsi oleh organisasi-organisasi ini dan berlaku untuk ketentuan-ketentuan terkait dari hukum internasional yang berlaku; atau termasuk hukum nasional atau kewajiban internasional, yang dilakukan oleh negara-negara yang bekerja sama dengan organisasi pengelolaan perikanan regional yang relevan (Widjaja, et al., 2020). *Unreported fishing* dan *transshipment* yang tidak dilaporkan mengacu pada kegiatan yang belum dilaporkan atau

salah dilaporkan kepada otoritas nasional terkait yang melanggar hukum dan peraturan nasional; atau dilakukan di wilayah tanggung jawab organisasi perikanan regional yang berwenang yang belum dilaporkan atau salah dilaporkan, yang bertentangan dengan prosedur pelaporan organisasi tersebut (Widjaja, et al., 2020). Sedangkan penangkapan ikan dianggap *unregulated* apabila penangkapan ikan dalam lingkup wilayah organisasi pengelolaan perikanan regional yang kompeten, oleh kapal tanpa kewarganegaraan atau oleh kapal yang mengibarkan bendera negara yang bukan milik organisasi tersebut, atau oleh perusahaan perikanan dengan cara tertentu yang bertentangan dengan tindakan konservasi dan pengelolaan organisasi; atau di daerah atau populasi ikan di mana tidak ada tindakan konservasi atau pengelolaan dan di mana kegiatan penangkapan ikan tersebut dilakukan dengan cara yang tidak sesuai dengan tanggung jawab negara untuk konservasi sumber daya laut yang hidup menurut hukum internasional (Widjaja, et al., 2020).

2.2.2 Automatic Identification System (AIS)

Saat ini sebagian besar kapal kecuali kapal non-penumpang yang sangat kecil (dengan berat kurang dari 300 gross ton), dilengkapi dengan transponder AIS oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) dan mengikuti konvensi *Safety of Life at Sea* (SOLAS) 2002, dalam rangka untuk menjamin keamanan dan keselamatan navigasi laut (Lloyd's, 2005). AIS (*Automatic Identification System*) adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan informasi kapal dan mengirimkannya dari kapal ke kapal, maupun dari kapal ke darat melalui stasiun penerima menggunakan gelombang radio VHF (*Very High Frequency*) secara otomatis. Transponder AIS terutama yang menggunakan dua panjang gelombang khusus dalam pita frekuensi sangat tinggi (VHF) untuk mengirimkan data AIS adalah 161.975MHz dan 162.025MHz. Seperti pada Gambar 2.1, sistem AIS digunakan pada VTS (*Vessel Traffic System*) sebagai *port traffic management* yang berfungsi mengontrol kapal keluar dan masuk pelabuhan. Sistem AIS juga mampu mendeteksi kapal dalam jumlah yang banyak dan mampu menyediakan informasi pelayaran. AIS digunakan untuk menukar data secara elektronik termasuk identifikasi posisi, kegiatan atau keadaan kapal, dan kecepatan suatu kapal dengan kapal terdekat lainnya serta stasiun VTS melalui gelombang radio. Data yang ditransmisikan AIS diterima oleh antena GNSS. Baik terrestrial, serta link satelit, telah digunakan untuk transmisi AIS. Perhatikan bahwa lautan terrestrial dibatasi oleh kelengkungan Bumi, kira-kira 40 mil laut, dalam kondisi propagasi normal (S. K. Singh & F. Heymann, 2020).



Gambar 2.1 Cara Kerja Sistem AIS (S. K. Singh & F. Heymann, 2020)

Transponder Kelas A untuk kapal penangkap ikan berukuran paling rendah GT35 menyediakan tiga jenis informasi yaitu informasi tetap atau statis, informasi dinamis, dan informasi terkait perjalanan. Informasi tetap, atau statis, yang dimasukkan kedalam AIS pada saat pemasangan dan hanya perlu diubah jika kapal berganti nama atau mengalami konversi besar dari satu jenis kapal ke jenis kapal lainnya, diantaranya (Big Ocean Data, 2021):

- a. *MMSI (Maritime Mobile Service Identity)*
- b. *Call sign and name of vessel*
- c. *IMO Number*
- d. *Length and beam*
- e. *Type of ship*
- f. *Location of position-fixing antenna*

Informasi dinamis, selain dari informasi status navigasi, diperbarui secara otomatis dari sensor kapal yang terhubung ke AIS, diantaranya (Big Ocean Data, 2021):

- a. *Ship's position with accuracy indication and integrity status*
- b. *Position Time stamp in UTC*
- c. *Course over ground (COG)*
- d. *Speed over ground (SOG)*

- e. *Heading*
- f. *Navigational status (e.g underway by engines, at anchor, engaged in fishing etc)*
- g. *Rate of turn (ROT)*

Informasi terkait perjalanan, yang mungkin perlu dimasukkan dan diperbarui secara manual, diantaranya (Big Ocean Data, 2021):

- a. *Ship's draught*
- b. *Hazardous cargo (type) (e.g. DG (Dangerous goods), HS (Harmful substances) or MP (Marine pollutants)*
- c. *Destination and ETA*
- d. *Route plan (waypoint) (at the discretion of the master)*

Sedangkan transponder Kelas B untuk kapal penangkap ikan dengan ukuran paling rendah GT60 hanya mengirimkan informasi statis setiap enam menit, diantaranya (Big Ocean Data, 2021):

- a. *MMSI (Maritime Mobile Service Identity)*
- b. *Call sign and name of vessel*
- c. *Length and beam*
- d. *Type of vessel*

Data AIS dapat digunakan untuk pertukaran data secara elektronik yang meliputi identifikasi, posisi, aktivitas atau kondisi kapal, dan kecepatan dengan kapal lain yang berdekatan dengan stasiun VTS. Data yang dipancarkan oleh sistem AIS terbagi menjadi tiga, yaitu data statis, data dinamis, dan data perjalanan. Data statis adalah data kapal yang tidak berubah-ubah seperti nomor registrasi kapal yang diatur pada saat pemasangan perangkat AIS pada kapal. Sementara data dinamis adalah data kapal yang sifatnya berubah-ubah setiap waktu seperti posisi kapal. Data perjalanan kapal adalah data yang memuat rincian muatan kapal, dan rencana pelayaran kapal. Secara lebih jelas jenis informasi dari AIS dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis Informasi yang Didapat Dari Data AIS (Aisjah et al., 2011)

Data AIS		
Data Statis	Data Dinamis	Data Perjalanan
1. Nomor IMO 2. Call sign dan nama kapal 3. Dimensi kapal 4. Tipe kapal 5. Lokasi antena pemancar	1. Posisi kapal dengan indikasi keakuratan dan status integritas 2. Waktu dalam UTC 3. Arah kapal 4. Kecepatan kapal 5. Heading 6. Status navigasional sudut putar	1. Surat kapal 2. Kargo berbahaya 3. Tujuan dan estimasi waktu tiba (sesuai dengan perkiraan perwira kapal)

Pendataan trayektori kapal selain menggunakan AIS juga dapat menggunakan VMS. VMS merupakan teknologi trayektori kapal yang sudah digunakan dan dikembangkan sebelum adanya teknologi AIS. Perbedaan, kelebihan, serta kekurangan VMS dan AIS yang dilansir pada *pernika.com* dan didukung oleh pendapat Direktur Kenavigasian, Basar Antonius usai Rakor Sektor Satgas 115 di Yogyakarta pada 13 Agustus 2022 dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Direktorat Jendral Perhubungan Laut, 2019; Pernika, n.d.).

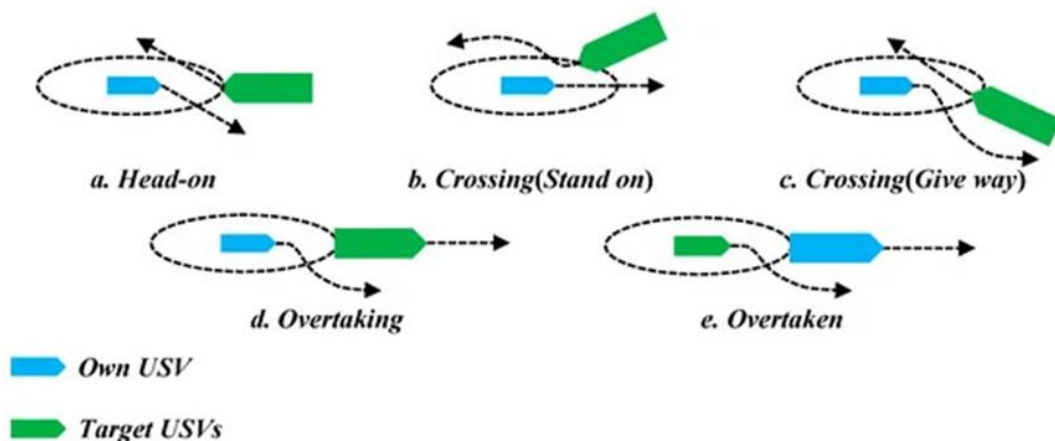
Tabel 2.2 Perbedaan, Kelebihan, dan Kekurangan VMS dan AIS (Direktorat Jendral Perhubungan Laut, 2019; Pernika, n.d.)

AIS (<i>Automatic Identification System</i>)	VMS (<i>Vessel Monitoring System</i>)
Mengawasi atau memantau kapal-kapal agar terhindar dari tabrakan/ kecelakaan di perairan/laut.	Pengawasan terhadap kapal penangkap ikan serta pengangkutan ikan.
Menggunakan frekuensi VHF antara 156 MHz – 162 MHz sesuai standar IMO.	Pengoperasiannya menggunakan satelit untuk mendeteksi posisi kapal.
Kapten/crew kapal yang kapalnya terpasang perangkat AIS dapat memonitor maupun termonitor oleh kapal-kapal di sekitarnya yang juga memasang perangkat AIS.	Kapten/crew kapal yang kapalnya terpasang perangkat VMS tidak dapat memonitor maupun termonitor oleh kapal-kapal di sekitarnya meskipun kapal tersebut terpasang VMS.

AIS (<i>Automatic Identification System</i>)	VMS (<i>Vessel Monitoring System</i>)
Tidak ada biaya bulanan dikarenakan menggunakan gelombang VHF.	Ada biaya bulanan karena menggunakan satelit dan besar biaya bulannya sangat mahal.
Terdeteksi langsung oleh VTS (<i>Vessel Traffic Service</i>) terdekat.	Tidak terdeteksi VTS karena tidak menggunakan gelombang radio VHF. Cara kerja VMS yaitu memancarkan sinyal berisi data-data kapal ke satelit yang diolah di processing center lalu diteruskan ke Pusat Pemantauan Kapal Perikanan.

2.2.3 *International Regulation for Preventing Collisions at Sea (COLREGs)*

Layaknya berkendara di daratan dengan banyak pedoman dan peraturan safety driving, dalam dunia pelayaran juga terdapat beberapa pedoman yang harus dipenuhi agar terhindar dari kejadian-kejadian yang tidak diinginkan seperti tubrukan. *International Maritime Organization (IMO)* mengeluarkan peraturan *International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREGs)* pada tahun 1972 yang mengatur mengenai perangkat keamanan dan tindakan dasar yang harus dipenuhi oleh sebuah kapal agar dapat terhindar dari tabrakan antar kapal di tengah laut. Berdasarkan teknik manuver yang dibahas dalam COLREGs pada section II mengenai *conduct of vessel in sight of one another* pada rule 12 hingga 15, terdapat tiga jenis teknik manuver dalam menghindari tabrakan antar kapal yaitu *head on*, *overtake*, dan *crossing* (Cockroft & Lameijer, 2011). Dalam praktik pelanggaran IUU *transshipment* biasanya terdapat pola-pola pergerakan kapal seperti pada Gambar 2.2 yang dapat dideteksi.



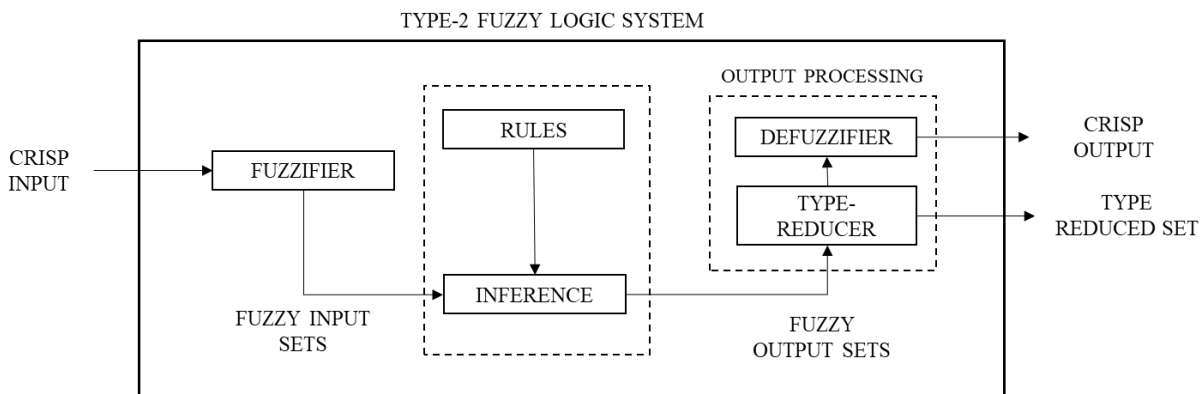
Gambar 2.2 Pola Situasi Manuver Anti-Tabrakan Pertemuan Kapal Menurut COLREGs:

- (a) *Head-on*; (b) *Crossing* (*own USV* sebagai *stand-on vessel*); (c) *Crossing* (*own USV* sebagai kapal yang memberi jalan); (d) *Overtaking*; (e) *Overtaken* (Zhou et al., 2020).

Pada situasi seperti pada Gambar 2.2, jalur diprioritaskan kepada kapal yang dikemudikan (*own vessel*), sementara kapal yang akan melintas (*target vessel*) harus menunggu. Pola manuver anti tabrakan pada Gambar 2.2 dapat digunakan sebagai pola untuk meninjau kapal yang sedang melakukan IUU *transshipment* karena sangatlah kecil kemungkinan adanya 2 kapal yang berjalan beriringan di tengah laut dalam waktu yang cukup lama (Aisjah et al., 2017).

2.2.4 Fuzzy Logic Tipe 2

Logika fuzzy merupakan perluasan dari logika Boolean oleh Lot Zadeh pada tahun 1965 berdasarkan teori matematika himpunan fuzzy, yang merupakan generalisasi dari teori himpunan klasik. Dengan memperkenalkan gagasan derajat dalam verifikasi suatu kondisi, sehingga memungkinkan suatu kondisi berada dalam keadaan selain benar atau salah, logika fuzzy memberikan fleksibilitas yang sangat berharga untuk penalaran, yang memungkinkan untuk memperhitungkan ketidakakuratan dan ketidakpastian (Dernoncourt, 2014). Operator manusia dapat membuat kapal mengikuti jalur yang direncanakan secara langsung dengan mengendalikan kemudi, seperti ketika kesalahan lintas jalur positif; operator akan mengendalikan kemudi tergantung pada jarak dari garis lurus sehingga membuat kapal menuju ke arah penurunan kesalahan lintas jalur. Informasi heuristik ini dapat diadopsi ke dalam desain kendali autopilot fuzzy. Kontrol fuzzy menyediakan metodologi formal untuk merepresentasikan, memanipulasi, dan mengimplementasikan pengetahuan heuristik manusia tentang bagaimana mengontrol suatu sistem (Cheng, et al., 2016). Struktur fuzzy tipe 2 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Logika Fuzzy Tipe 2 (N. N. Karnik & J. M. Mendel, 1998)

Logika fuzzy tipe 2 memiliki daerah terbatas yang memuat ketidakpastian derajat keanggotaan primer dari fungsi keanggotaan tipe 2 yang disebut sebagai *footprint of*

uncertainty (FOU). Dua buah fungsi keanggotaan yang membatasi FOU ysg merupakan fungsi keanggotaan interval tipe 2 yaitu *upper membership function* (UMF) dan *lower membership function* (LMF). Operasi irisan pada logika fuzzy tipe 2 disebut sebagai operasi *meet* dan jika operasi bersinggungan disebut sebagai operasi *join*. Selain itu, pembeda dari logika fuzzy tipe 2 dengan tipe 1 yaitu adanya *type reducer* sebelum himpunan di defuzzifikasi.

a. Operasi Logika Fuzzy

Terdapat banyak operasi logika fuzzy. Himpunan operasi yang sama dapat dilakukan pada himpunan fuzzy dengan sedikit modifikasi. Operasi ini memungkinkan untuk membuat perubahan pada pemodelan. Proses ini berguna saat membuat pengaplikasian.

b. Operasi Membership Fuzzy

Fungsi keanggotaan merupakan memetakan nilai variabel input pada semesta pembicaraan tertentu ke dalam bilangan real dalam rentang nilai $[0,1]$ dan dapat bersifat simetris atau asimetris. Jenis fungsi keanggotaan yang paling umum digunakan dalam aplikasi fuzzy adalah segitiga, trapesium, dan gaussian (Amaitik, 2020).

c. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses konversi data dari variabel input ke format fuzzy untuk memastikan ketidakpastian yang diperlukan dalam variabel input. Fuzzifikasi untuk menentukan himpunan fuzzy yang mewakili semua derajat keanggotaan nilai-nilai linguistik yang sesuai dengan data variabel input. Input pada proses fuzzifikasi dapat berupa nilai crisp atau fuzzy, tetapi output selalu berupa himpunan fuzzy. Fuzzifikasi dalam hal nilai input fuzzy hampir sama dalam prosesnya dengan nilai input crisp. Perbedaannya adalah bahwa mungkin memperoleh lebih dari satu nilai keanggotaan dari nilai-nilai linguistik. Dalam hal ini, nilai keanggotaan yang lebih besar dipilih untuk mewakili nilai keahasaannya (Amaitik, 2020).

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai output fuzzy menjadi nilai crisp tunggal yang diperlukan dalam banyak aplikasi dunia nyata. Di antara metode defuzzifikasi yang umum digunakan adalah: metode *Weighted Average*, metode *Centroid*, dan metode *Mean-Max* (Amaitik, 2020).

e. *Reducer*

Type-Reducer merupakan bagian pembeda antara fuzzy tipe 2 dan fuzzy tipe 1. Ada beberapa cara *type reducer*, diantaranya adalah *centroid*, *height*, dan *center of set*. *Reducer* atau reduksi merupakan bagian pada fuzzy tipe 2 yang bertugas mengubah himpunan dari

logika fuzzy tipe 2 menjadi himpunan logika fuzzy tipe 1. Sebelum mendapatkan hasil akhir berupa nilai *crisp*, ada dua tahapan yang dilewati yaitu *type-reduction* (tipe reduksi) yang merupakan langkah pertama pengolahan *output* dengan menghitung *centroid* dari nilai interval fuzzy tipe 2 dan defuzzifikasi untuk memperoleh nilai *output (crisp)* (J. M. Mendel et al., 2006; Humaira, 2014).

f. Aturan If-Then Fuzzy

Aturan Fuzzy If-Then banyak digunakan dalam sistem fuzzy karena bentuk linguistik dari pernyataan kondisional sangat sesuai dengan pemikiran dan pendapat manusia tentang masalah tersebut. Bagian pertama dari aturan (yaitu bagian IF) disebut antecedent atau kondisi, sedangkan bagian kedua (yaitu bagian THEN) disebut bagian konsekuen atau kesimpulan dari aturan fuzzy (Amaitik, 2020).

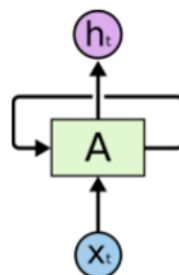
$$IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B \quad (2.1)$$

g. Sistem Fuzzy Inferensi

Sistem inferensi fuzzy (disebut sistem penalaran berbasis aturan fuzzy) adalah kumpulan fungsi keanggotaan fuzzy, aturan fuzzy *If-Then* dan operator logika fuzzy (atau linguistik) untuk melakukan penalaran yang diperlukan. Pada sistem ini memetakan data variabel input, baik fuzzy atau crisp, ke ruang output berdasarkan prosedur yang terdiri dari: fuzzifikasi variabel input, evaluasi aturan fuzzy (inferensi fuzzy), agregasi aturan fuzzy menjadi output fuzzy tunggal dan defuzzifikasi dari keluaran fuzzy (Amaitik, 2020).

2.2.5 Recurrent Neural Network (RNN)

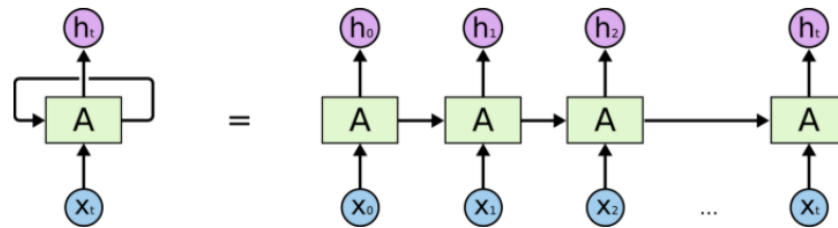
Deep learning dapat didefinisikan sebagai jenis khusus jaringan saraf yang terdiri dari banyak lapisan. Jaringan ini lebih baik daripada jaringan saraf konvensional dalam mempertahankan informasi dari peristiwa sebelumnya. *Recurrent Neural Network* (RNN) adalah salah satu mesin yang memiliki kombinasi jaringan dalam lingkaran.



Gambar 2.4 Loop 1 Sel RNN (Olah, 2015)

Seperti pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5, jaringan dalam lingkaran RNN memungkinkan informasi untuk bertahan. Setiap jaringan dalam loop mengambil input dan

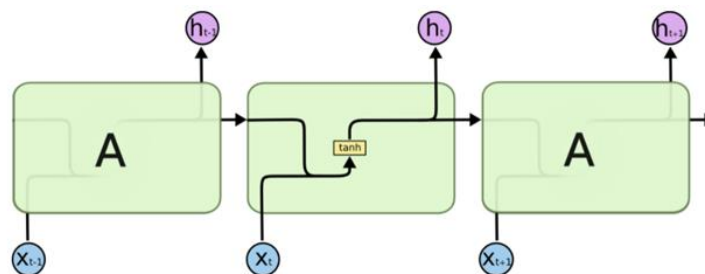
informasi dari jaringan sebelumnya, melakukan operasi yang ditentukan dan menghasilkan output bersama dengan meneruskan informasi ke jaringan berikutnya.



Gambar 2.5 Pengulangan Data pada RNN (Olah, 2015)

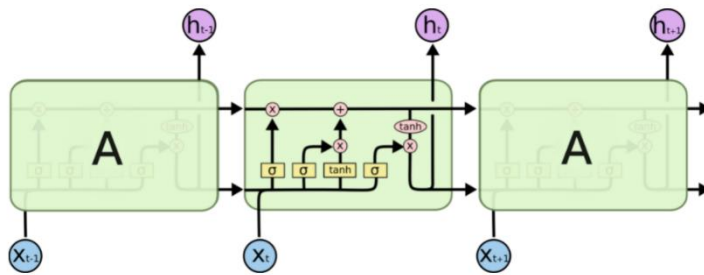
Beberapa aplikasi hanya memerlukan informasi terbaru sementara yang lain mungkin meminta lebih banyak informasi dari peristiwa sebelumnya. Pada jaringan saraf berulang sering kali terdapat gap antara informasi yang dibutuhkan sebelumnya dengan informasi yang diperlukan sekarang dan biasanya gap ini akan semakin berkembang sehingga mempengaruhi hasil dari pengolahan data. Jaringan *Long-Short Term Memory* (LSTM) yang merupakan bentuk khusus dari RNN mampu mempelajari skenario seperti itu dengan baik. Jaringan ini secara tepat dirancang untuk menghindari masalah ketergantungan jangka panjang dari jaringan berulang (Kumar et al., 2018).

LSTM baik dalam mengingat informasi untuk waktu yang lama. Karena lebih banyak informasi sebelumnya dapat mempengaruhi keakuratan model. Semua jaringan saraf berulang memiliki bentuk rantai modul berulang jaringan saraf. Dalam dasar RNN, modul berulang ini akan memiliki struktur yang sangat sederhana, seperti lapisan tanh tunggal seperti pada Gambar 2.6.

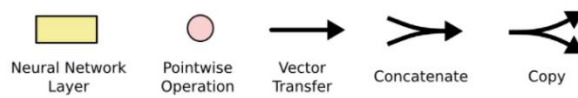


Gambar 2.6 Modul Berulang *Basic RNN* yang Berisi 1 Lapisan (Olah, 2015)

Modul LSTM khas yang disebut modul berulang memiliki empat lapisan jaringan saraf yang berinteraksi dengan cara yang unik seperti pada Gambar 2.7.

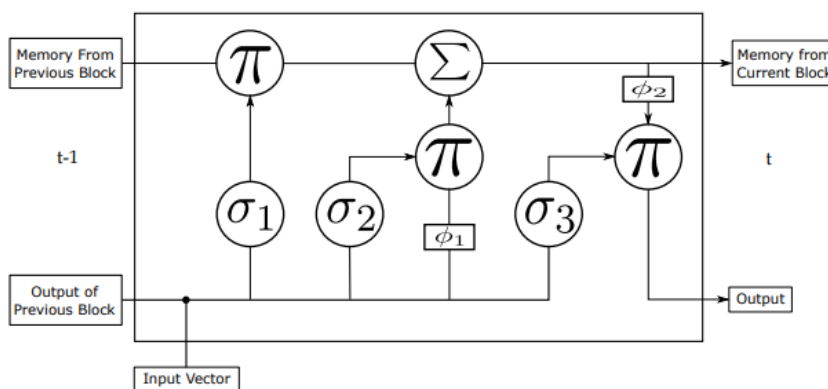


Gambar 2.7 Modul Berulang LSTM dengan 4 Lapisan yang Saling Berinteraksi (Olah, 2015)



Gambar 2.8 Arti Simbol-simbol yang Terdapat pada Gambar 2.7

Pada Gambar 2.7, setiap garis membawa seluruh vektor, dari output satu node ke input lainnya. Lingkaran merah muda mewakili operasi titik, seperti penambahan vektor, sedangkan kotak kuning adalah lapisan jaringan saraf yang dipelajari. Penggabungan garis menunjukkan penggabungan, sedangkan percabangan garis menunjukkan adanya penyalinan konten dan salinannya dikirim ke lokasi yang berbeda untuk dipelajari lebih lanjut (Olah, 2015).



Gambar 2.9 Pengulangan Module pada LSTM (Kumar et al., 2018)

Menurut penjelasan LSTM oleh Jitendra Kumar, et al., (2017) dengan melihat pada Gambar 2.9, modul memiliki tiga fungsi aktivasi gerbang yakni σ_1 , σ_2 , dan σ_3 serta dua fungsi aktivasi keluaran ϕ_1 dan ϕ_2 seperti yang digambarkan pada Gambar 2.9. Simbol π dan Σ masing-masing mewakili perkalian dan penambahan elemen. Operasi penggabungan

diwakili oleh simbol (\bullet) *bullet*. Komponen dasar LSTM adalah status sel, garis yang berjalan dari memori dari blok sebelumnya (S_{t-1}) ke memori dari blok saat ini (S_t). Hal ini memungkinkan informasi mengalir lurus ke bawah. Jaringan dapat memutuskan jumlah informasi sebelumnya mengalir. Hal tersebut dikendalikan melalui lapisan pertama (σ_1). Operasi yang dilakukan oleh lapisan ini diberikan dalam persamaan (2.2).

$$cf_t = \sigma_1(W_{cf} \cdot [O_{t-1}, x_t] + b_{cf}) \quad (2.2)$$

$$I_t = \sigma_2(W_1 \cdot [O_{t-1}, x_t] + b_I) \quad (2.3)$$

$$\tilde{S}_t = \tanh(W_s \cdot [O_{t-1}, x_t] + b_s) \quad (2.4)$$

$$S_t = cf_t \times S_{t-1} + I_t \times \tilde{S}_{t-1} \quad (2.5)$$

Informasi baru yang akan disimpan dalam keadaan sel dihitung menggunakan dua lapisan jaringan. Lapisan sigmoid (σ_2) yang memutuskan nilai untuk diperbarui (I_t) pada persamaan (2.3) dan lapisan tanh ϕ_1 yang mengembangkan vektor nilai kandidat baru (\tilde{S}_t) seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2.4). Kombinasi keduanya akan ditambahkan pada suatu bagian. Sehingga status sel diperbarui dengan persamaan (2.5) (Kumar et al., 2018).

2.2.6 Root Mean Square Error (RMSE)

Root mean square error atau yang lebih dikenal sebagai RMSE telah banyak digunakan sebagai metrik statistik standar dalam mengukur kinerja model dalam banyak studi. RMSE menggambarkan kinerja jangka pendek model dengan meninjau perbedaan aktual antara nilai estimasi dan nilai terukur. Semakin kecil nilai RMSE, semakin baik kinerja model tersebut (Anggara et al., 2021). Kelemahan dari perhitungan RMSE adalah jika terdapat perbedaan nilai *error* yang cukup besar pada nilai input suatu data maka dapat mengakibatkan peningkatan RMSE yang signifikan. Perhitungan RMSE dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.6).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Z}(x_i) - Z(x_i))^2} \quad (2.6)$$

dengan :

$\hat{Z}(x_i)$: Nilai prediksi

$Z(x_i)$: Nilai observasi

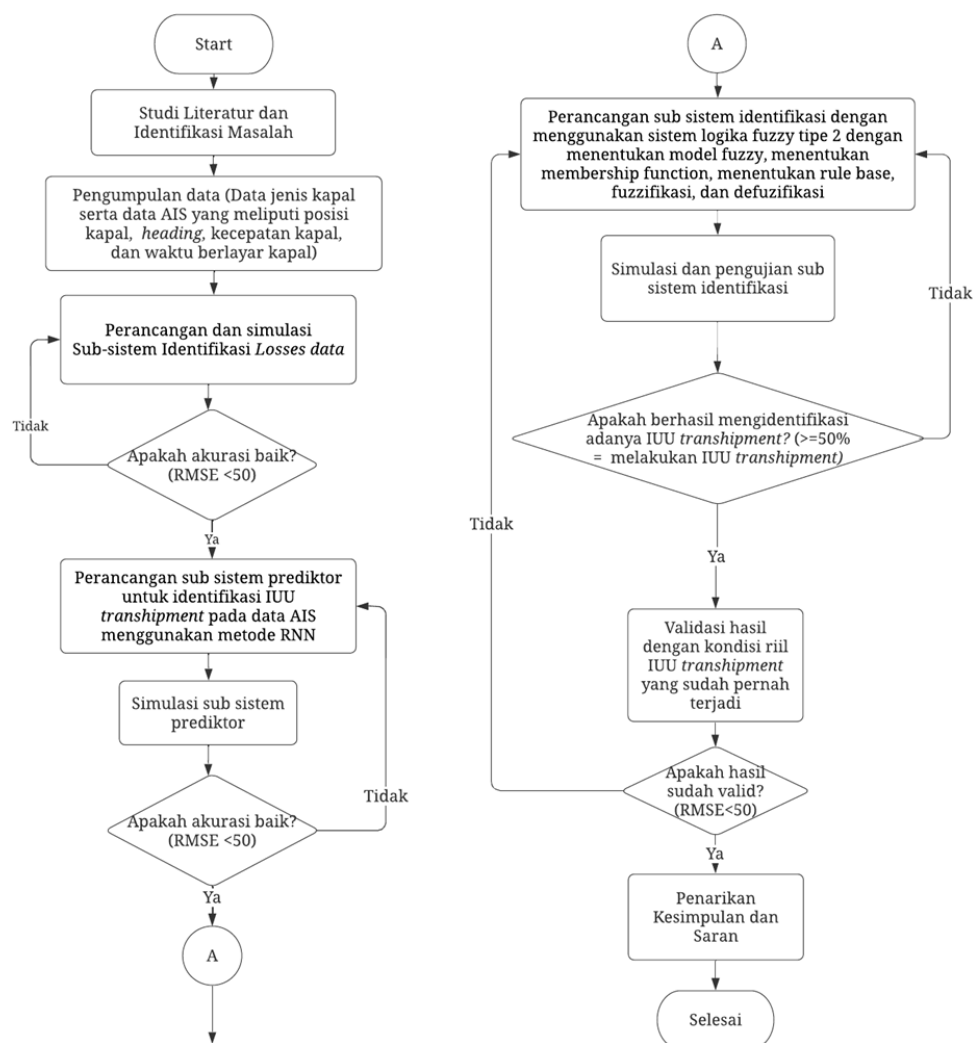
n : Jumlah data

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Bab ini berisi mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan tugas akhir, yaitu studi literatur dan identifikasi masalah, pengumpulan data, uji korelasi data, pemodelan sistem untuk logika fuzzy, analisis dan validasi data, serta penyusunan laporan seperti ditunjukkan dengan lebih detail pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur dan Identifikasi Masalah

Studi literatur dilakukan untuk memahami mengenai *illegal, unreported, and unregulated fishing and transshipment* serta trayektori kapal sebagai objek utama penelitian.

Selain itu, perlu dipelajari juga mengenai tipe logika fuzzy yang akan digunakan pada penelitian sebagai metode penyelesaiannya. Studi literatur dilakukan melalui jurnal dan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, video-video yang berkaitan, serta buku penunjang.

3.3 Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data *Automatic Identification System* (AIS) dari kapal yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data yang digunakan untuk menyeleksi kapal adalah data AIS berupa nomor kapal, posisi, dan heading, dan kecepatan kapal, serta data validasi untuk kriteria IUU *transshipment*. Data pada penelitian ini didapati dengan membangkitkan data menggunakan *marinetraffic.com* dan *google earth* di daerah perairan Banggai dan Halmahera, serta data *raw AIS* yang diperoleh dari AIS ITS milik *Marine Reliability and Safety Laboratory* Sistem Perkapalan ITS di daerah perairan Surabaya dengan tanpa adanya proses *filtering* data pada data yang diperoleh dan digunakan dalam penelitian. Pembangkitan data dilakukan untuk memperoleh 6 data trayektori kapal yang meliputi 2 kasus kapal terduga melakukan *transshipment* terdiri dari 4 data kapal yang terletak di perairan Banggai-Halmahera serta 1 kasus data kapal tidak melakukan *transshipment* terdiri dari 2 data kapal yang terletak di perairan Banggai. Dalam memperoleh jarak antara dua titik pada dua kapal berbeda digunakan persamaan Haversine (L. Ganesh & P, 2015; Winarno et al., n.d.; Y. Dian Harja & R. Sarno, 2018) berikut.

$$\alpha = 2r \sin^2 \left(\frac{\Delta\varphi}{2} \right) + \cos\varphi_1 \times \cos\varphi_2 \times \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right) \quad (3.1)$$

Dengan:

α : jarak,

r : jari-jari bumi (6367 km),

φ : latitude, dan

λ : longitude

Adapun hasil pembangkitan data AIS pada *marinetraffic.com* dan *Google earth* beserta keterangan nama dari setiap *case* pembangkitan data dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sebutan untuk Setiap Data Skenario dari Data AIS Hasil Pembangkitan

No	Sebutan untuk Setiap Data Skenario	Keterangan Data	Letak Kapal	Skenario
1	Skenario 1.1a	Data <i>case</i> Banggai1	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>

No	Sebutan untuk Setiap Data Skenario	Keterangan Data	Letak Kapal	Skenario
2	Skenario 1.2a	Data <i>case</i> Banggai2	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>
3	Skenario 1b	Data <i>case</i> Banggai <i>Non-transshipment</i>	Perairan Banggai	Tidak melakukan <i>transshipment</i>

Dimana huruf a menunjukkan skenario kapal terduga melakukan *transshipment* dan huruf b menunjukkan kapal dengan skenario tidak melakukan *transshipment*. Data skenario 1.1a dapat dilihat pada Tabel 3.2 hingga Tabel 3.4.

Tabel 3.2 Data Kapal 1 Skenario 1.1a

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
216.9588	54	0.663206	126.4539	18.7714	112.3950	14:05
217.0836	54	0.66442	126.4556	0.6738	109.8709	14:10
217.2084	54	0.665634	126.4573	0.6738	107.3872	14:15
217.3332	54	0.666848	126.459	0.6738	104.9465	14:20
217.4580	54	0.668062	126.4607	0.6738	102.5516	14:25
217.5828	54	0.669276	126.4624	0.6738	100.2055	14:30
217.7076	54	0.67049	126.4641	0.6738	97.9115	14:35
217.8324	54	0.671704	126.4658	0.6738	95.6729	14:40
217.9572	54	0.672918	126.4675	0.6738	93.4934	14:45
218.0820	54	0.674132	126.4692	0.6738	91.3771	14:50
218.2068	54	0.675346	126.4709	0.6738	89.3280	14:55
218.3316	54	0.67656	126.4726	0.6738	87.3505	15:00
218.4564	54	0.677773	126.4743	0.6738	85.4494	15:05
218.5812	54	0.678987	126.476	0.6738	83.6295	15:10
218.7060	54	0.680201	126.4777	0.6738	81.8958	15:15
218.8308	54	0.681415	126.4794	0.6738	80.2536	15:20
218.9556	54	0.682629	126.4811	0.6738	78.7083	15:25
219.0804	54	0.683843	126.4827	0.6738	77.2652	15:30
219.2052	54	0.685057	126.4844	0.6738	75.9299	15:35
219.3300	54	0.686271	126.4861	0.6738	74.7078	15:40
219.4548	54	0.687485	126.4878	0.6738	73.6041	15:45
219.5795	54	0.688699	126.4895	0.6738	72.6238	15:50
219.7043	54	0.689913	126.4912	0.6738	71.7716	15:55
219.8291	54	0.691127	126.4929	0.6738	71.0517	16:00
219.9539	54	0.692341	126.4946	0.6738	70.4678	16:05
220.0787	54	0.693555	126.4963	0.6738	70.0227	16:10
220.2035	54	0.694769	126.498	0.6738	69.7189	16:15
220.3283	54	0.695983	126.4997	0.6738	69.5577	16:20

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
220.3415	54	0.704	126.493	0.0709	13.5166	16:25
220.3546	54	0.704128	126.4932	0.0709	13.4729	16:30
220.3677	54	0.704256	126.4934	0.0709	13.4292	16:35
220.3809	54	0.704383	126.4935	0.0709	13.3857	16:40
220.3940	54	0.704511	126.4937	0.0709	13.3423	16:45
220.4071	54	0.704639	126.4939	0.0709	13.2990	16:50
220.4203	54	0.704767	126.4941	0.0709	13.2558	16:55
220.4334	54	0.704895	126.4943	0.0709	13.2127	17:00
220.4466	54	0.705022	126.4944	0.0709	13.1697	17:05
220.4597	54	0.70515	126.4946	0.0709	13.1268	17:10
220.4728	54	0.705278	126.4948	0.0709	13.0841	17:15
220.4860	54	0.705406	126.495	0.0709	13.0414	17:20
220.4991	54	0.705533	126.4951	0.0709	12.9989	17:25
220.5122	54	0.705661	126.4953	0.0709	6577.1579	17:30
220.5254	54	0.705789	126.4955	0.0709	6578.3180	17:35
220.5385	54	0.705917	126.4957	0.0709	6579.4780	17:40
220.5516	54	0.706045	126.4959	0.0709	6580.6379	17:45
220.5648	54	0.706172	126.496	0.0709	6581.7977	17:50
220.5779	54	0.698411	126.5031	0.6738	69.6647	17:55
220.7027	54	0.699625	126.5048	0.6738	69.9313	18:00
220.8275	54	0.700839	126.5065	0.6738	70.3377	18:05
...
240.0462	54	0.88779	126.7679	0.6738	462.6430	06:55
240.171	54	0.889	126.7696	0.6738	465.2602	07:00
240.2957	54	0.89022	126.7713	0.6738	467.8744	07:05
240.4205	54	0.89143	126.7730	0.6738	470.4856	07:10
240.5453	54	0.89265	126.7747	0.6738	473.0939	07:15
240.6701	54	0.89386	126.7764	0.6738	475.6992	07:20
240.7949	54	0.89507	126.7781	0.6738	478.3015	07:25
240.9197	54	0.89629	126.7798	0.6738	480.9008	07:30
241.0445	54	0.8975	126.7815	0.6738	483.4971	07:35
241.1693	54	0.89872	126.7832	0.6738	486.0904	07:40
241.2941	54	0.89993	126.7849	18.7714	8264.4537	07:45

Tabel 3.3 Data Kapal 2 Skenario 1.1a

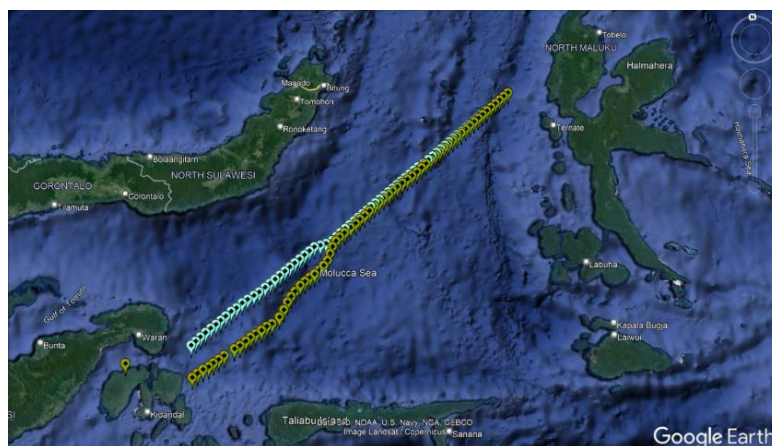
Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
204.7714	55	0.68067	126.457	17.9343	14:10
204.8612	55	0.68154	126.458	0.48471	14:15
204.951	55	0.6824	126.46	0.48471	14:20

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
205.0407	55	0.68326	126.461	0.48471	14:25
205.1305	55	0.68413	126.462	0.48471	14:30
205.2203	55	0.68499	126.463	0.48471	14:35
205.31	55	0.68586	126.464	0.48471	14:40
205.3998	55	0.68672	126.466	0.48471	14:45
205.4896	55	0.68758	126.467	0.48471	14:50
205.5793	55	0.68845	126.468	0.48471	14:55
205.6691	55	0.68931	126.469	0.48471	15:00
205.7589	55	0.69018	126.471	0.48471	15:05
205.8486	55	0.69104	126.472	0.48471	15:10
205.9384	55	0.6919	126.473	0.48471	15:15
206.0282	55	0.69277	126.474	0.48471	15:20
206.118	55	0.69363	126.475	0.48471	15:25
206.2077	55	0.6945	126.477	0.48471	15:30
206.2975	55	0.69536	126.478	0.48471	15:35
206.3873	55	0.69623	126.479	0.48471	15:40
206.477	55	0.69709	126.48	0.48471	15:45
206.5668	55	0.69795	126.481	0.48471	15:50
206.6566	55	0.69882	126.483	0.48471	15:55
206.7463	55	0.69968	126.484	0.48471	16:00
206.8361	55	0.70055	126.485	0.48471	16:05
206.9259	55	0.70141	126.486	0.48471	16:10
207.0156	55	0.70227	126.488	0.48471	16:15
207.1054	55	0.70314	126.489	0.48471	16:20
207.1952	55	0.704	126.49	0.48471	16:25
207.209	55	0.70413	126.49	0.07457	16:30
207.2228	55	0.70427	126.49	0.07457	16:35
207.2366	55	0.7044	126.491	0.07457	16:40
207.2504	55	0.70453	126.491	0.07457	16:45
207.2642	55	0.70467	126.491	0.07457	16:50
207.278	55	0.7048	126.491	0.07457	16:55
207.2918	55	0.70493	126.491	0.07457	17:00
207.3057	55	0.70507	126.492	0.07457	17:05
207.3195	55	0.7052	126.492	0.07457	17:10
207.3333	55	0.70533	126.492	0.07457	17:15
207.3471	55	0.70546	126.492	0.07457	17:20
207.3609	55	0.7056	126.492	0.07457	17:25
...
223.0842	55	0.85695	126.706	0.48471	08:05
223.1739	55	0.85781	126.707	0.48471	08:10
223.2637	55	0.85867	126.709	0.48471	08:15

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
223.3535	55	0.85954	126.71	0.48471	08:20
223.4432	55	0.8604	126.711	0.48471	08:25
223.533	55	0.86127	126.712	0.48471	08:30
223.6228	55	0.86213	126.713	0.48471	08:35
223.7125	55	0.86299	126.715	0.48471	08:40
223.8023	55	0.86386	126.716	0.48471	08:45
223.8921	55	0.86472	126.717	0.48471	08:50
223.9819	55	0.86559	126.718	0.48471	08:55
224.0716	55	0.86645	126.72	0.48471	09:00
224.1614	55	0.86732	126.721	0.48471	09:05
224.2512	55	0.86818	126.722	0.48471	09:10
224.3409	55	0.86904	126.723	0.48471	09:15
224.4307	55	0.86991	126.724	0.48471	09:20
224.5205	55	0.87077	126.726	0.48471	09:25
224.6102	55	0.87164	126.727	0.48471	09:30
224.7	55	0.8725	126.728	17.9343	09:35

Tabel 3.4 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1.1a Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera

Skenario 1.1a	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
Kapal 1	54	0.704	126.493	0.0709	60 min
Kapal 2	55	0.704002	126.49	0.4847	
Selisih	1	13.51661091		0.413779	



Gambar 3.2 Trayektori Kapal 3 dan Kapal 4 Skenario 1.1a Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera

Adapun data skenario 1.2a untuk kasus terduga *transshipment* lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.5 hingga Tabel 3.7.

Tabel 3.5 Data Kapal 1 Skenario 1.2a

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
0	0	-1.2578	124.1871	0	0	15:35
0.9124	59	-1.24992	124.1999	4.9265	1709.232	15:40
1.8248	59	-1.24205	124.2128	4.9265	1555.601	15:45
2.7372	59	-1.23417	124.2256	4.9265	1458.616	15:50
3.6496	59	-1.22629	124.2384	4.9265	1359.021	15:55
4.562	59	-1.21842	124.2512	4.9265	1217.293	16:00
5.4744	59	-1.21054	124.2641	4.9265	1110.205	16:05
6.3868	59	-1.20266	124.2769	4.9265	980.0171	16:10
7.2991	59	-1.19479	124.2897	4.9265	883.921	16:15
8.2115	59	-1.18691	124.3025	4.9265	798.2342	16:20
9.1239	59	-1.17904	124.3154	4.9265	695.3388	16:25
10.036	59	-1.17116	124.3282	4.9265	593.4859	16:30
10.949	59	-1.16328	124.341	4.9265	489.4327	16:35
11.861	59	-1.15541	124.3538	4.9265	332.1194	16:40
12.774	59	-1.14753	124.3667	4.9265	103.8457	16:45
12.831	59	-1.14704	124.3675	0.3079	101.752	16:50
12.888	59	-1.14654	124.3683	0.3079	99.65936	16:55
12.945	59	-1.14605	124.3691	0.3079	97.56786	17:00
13.002	59	-1.14556	124.3699	0.3079	95.47759	17:05
13.059	59	-1.14507	124.3707	0.3079	93.38869	17:10
13.116	59	-1.14458	124.3715	0.3079	91.30128	17:15
13.173	59	-1.14408	124.3723	0.3079	89.2155	17:20
13.23	59	-1.14359	124.3731	0.3079	87.13152	17:25
13.287	59	-1.1431	124.3739	0.3079	85.0495	17:30
13.344	59	-1.14261	124.3747	0.3079	82.96965	17:35
13.401	59	-1.14211	124.3755	0.3079	80.89215	17:40
13.458	59	-1.14162	124.3763	0.3079	78.81726	17:45
13.515	59	-1.14113	124.3771	0.3079	76.74522	17:50
...
198.9	59	0.459276	126.9832	4.9265	8575.337	13:40
199.81	59	0.467153	126.996	4.9265	8653.558	13:45
200.73	59	0.475029	127.0088	4.9265	8731.308	13:50
201.64	59	0.482906	127.0217	4.9265	8808.574	13:55
202.55	59	0.490782	127.0345	4.9265	8885.343	14:00
203.46	59	0.498659	127.0473	4.9265	8961.601	14:05
204.38	59	0.506535	127.0601	4.9265	9037.335	14:10
205.29	59	0.514412	127.073	4.9265	9112.532	14:15

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
206.2	59	0.522288	127.0858	4.9265	9187.176	14:20
207.11	59	0.530165	127.0986	4.9265	9261.254	14:25
208.03	59	0.538041	127.1114	4.9265	9334.753	14:30
208.94	59	0.545918	127.1243	4.9265	9407.656	14:35
209.85	59	0.553794	127.1371	4.9265	9479.951	14:40
210.76	59	0.561671	127.1499	4.9265	9551.622	14:45
211.68	59	0.569547	127.1627	4.9265	9622.654	14:50
212.59	59	0.577424	127.1756	4.9265	9693.032	14:55
213.5	59	0.5853	127.1884	1152.8	9762.742	15:00

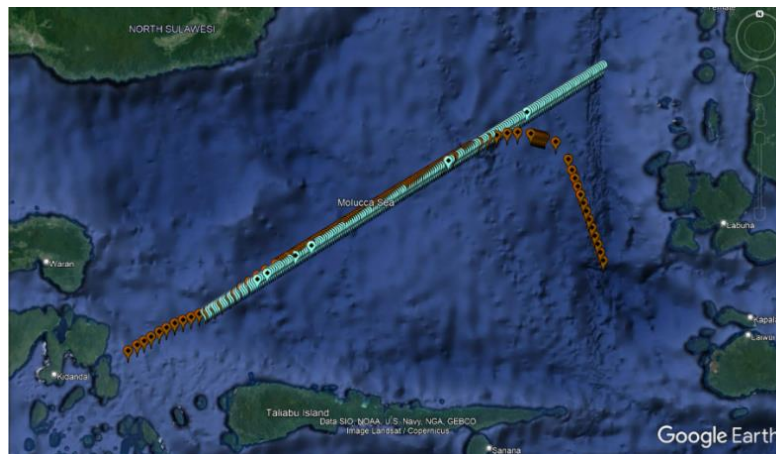
Tabel 3.6 Data Kapal 2 Skenario 1.2a

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
4.1	57	-1.4715	123.744	22.138	15:45
7.2	60	-1.4454	123.7894	16.739	15:50
10.5	60	-1.4193	123.8347	17.819	15:55
14.2	59	-1.3864	123.8883	19.978	16:00
17.3	59	-1.3603	123.935	16.739	16:05
21	62	-1.3315	123.9886	19.978	16:10
24.4	69	-1.3109	124.0422	18.359	16:15
27.7	70	-1.293	124.0944	17.819	16:20
31	70	-1.2724	124.1466	17.819	16:25
34.6	71	-1.2532	124.2016	19.438	16:30
37.7	66	-1.2326	124.2497	16.739	16:35
41	56	-1.2025	124.2952	17.819	16:40
45	53	-1.162	124.3481	21.598	16:45
45.081	53	-1.16118	124.3492	0.4387	16:50
...
180.64	95	-0.14741	126.3196	2.6507	11:15
181.13	95	-0.14928	126.3276	2.6507	11:20
181.62	95	-0.15115	126.3356	2.6507	11:25
182.11	95	-0.15303	126.3436	2.6507	11:30
182.6	104	-0.1549	126.3516	29.158	11:35
187.2	114	-0.1865	126.4217	24.838	11:40
191.4	150	-0.2974	126.5016	22.678	11:45
195.8	161	-0.3662	126.5248	23.758	11:50
199.18	161	-0.41853	126.5427	18.26	11:55
202.56	161	-0.47085	126.5607	18.26	12:00
205.95	161	-0.52318	126.5786	18.26	12:05
209.33	161	-0.57551	126.5966	18.26	12:10
212.71	161	-0.62784	126.6145	18.26	12:15

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
216.09	161	-0.68016	126.6325	18.26	12:20
219.47	161	-0.73249	126.6504	18.26	12:25
222.85	161	-0.78482	126.6684	18.26	12:30
226.24	161	-0.83715	126.6863	18.26	12:35
229.62	161	-0.88947	126.7043	18.26	12:40
233	161	-0.9418	126.7222	200.86	12:45

Tabel 3.7 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1.2a Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera

Skenario 1.2a	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
Kapal 1	59	-1.1353563	124.3865	0.1493	95 min
Kapal 2	52	-1.1347833	124.3831	0.2790	
Selisih	7	9.80377583		0.129689	



Gambar 3.3 Trayektori Kapal 1 dan Kapal 2 Skenario 1.2a Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera

Data AIS kapal dari skenario 1b untuk *case* tidak melakukan *transshipment* dapat dilihat pada Tabel 3.8 sampai Tabel 3.10.

Tabel 3.8 Data Kapal 1 Skenario 1b

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
0	79	-1.1611	123.6093	19.9784	12128.155	18:15
7.6	79	-1.1487	123.6724	21.0583	11919.214	18:20
11.4	77	-1.135	123.7314	20.5184	11711.675	18:25
15.1	73	-1.1172	123.7932	19.9784	11480.144	18:30
18.9	7.1	-1.0966	1223.854	20.5184	10267.877	18:35
22.5	67	-1.0732	123.9072	19.4385	10991.951	18:40
26.4	63	-1.0471	123.9634	21.0583	10723.189	18:45

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
30	57	-1.0114	124.0156	19.4385	10418.387	18:50
33.7	53	-0.9744	124.065	19.9784	10104.429	18:55
37.5	47	-0.9291	124.109	20.5184	9758.7965	19:00
38.20915	47	-0.92105	124.1176	3.82911	9668.4488	19:05
38.9183	47	-0.913	124.1262	3.82911	9577.7002	19:10
39.6274	47	-0.90495	124.1348	3.82911	9486.565	19:15
40.3366	47	-0.8969	124.1434	3.82911	9395.0573	19:20
41.0457	47	-0.88885	124.152	3.82911	9303.1912	19:25
41.7549	47	-0.8808	124.1606	3.82911	9210.9807	19:30
42.4640	47	-0.87275	124.1691	3.82911	9118.4396	19:35
43.1732	47	-0.8647	124.1777	3.82911	9025.5818	19:40
43.8823	47	-0.85665	124.1863	3.82911	8932.421	19:45
44.5915	47	-0.8486	124.1949	3.82911	8838.971	19:50
45.3006	47	-0.84055	124.2035	3.82911	8745.2455	19:55
46.0098	47	-0.8325	124.2121	3.82911	8651.2582	20:00
46.7189	47	-0.82445	124.2207	3.82911	8557.0228	20:05
47.4281	47	-0.8164	124.2293	3.82911	8462.553	20:10
48.1372	47	-0.80835	124.2379	3.82911	8367.8626	20:15
...
205.7941	75	0.643088	126.3562	21.9159	9285.3069	08:55
209.8529	75	0.660406	126.4215	21.9159	9672.2503	09:00
213.9118	75	0.677724	126.4868	21.9159	10046.87	09:05
217.9706	75	0.695041	126.5521	21.9159	10407.935	09:10
222.0294	75	0.712359	126.6174	21.9159	10754.102	09:15
226.0882	75	0.729676	126.6827	21.9159	11083.927	09:20
230.1471	75	0.746994	126.748	21.9159	11395.862	09:25
234.2059	75	0.764312	126.8133	21.9159	11688.275	09:30
238.2647	75	0.781629	126.8787	21.9159	11959.471	09:35
242.3235	75	0.798947	126.944	21.9159	12207.729	09:40
246.3824	75	0.816265	127.0093	21.9159	12431.349	09:45
250.4412	75	0.833582	127.0746	21.9159	12628.715	09:50
254.5	75	0.8509	127.1399	372.57	12798.367	09:55

Tabel 3.9 Data Kapal 2 Skenario 1b

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
150.5	241	0.4215	125.0585	812.635	06:05
150.8483	237	0.418366	125.0536	1.88054	06:10
151.1966	237	0.415231	125.0488	1.88054	06:15
151.5448	237	0.412097	125.0439	1.88054	06:20
151.8931	237	0.408962	125.0391	1.88054	06:25
152.2414	237	0.405828	125.0342	1.88054	06:30

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
152.5897	237	0.402693	125.0293	1.88054	06:35
152.9379	237	0.399559	125.0245	1.88054	06:40
153.2862	237	0.396424	125.0196	1.88054	06:45
153.6345	237	0.39329	125.0148	1.88054	06:50
153.9828	237	0.390155	125.0099	1.88054	06:55
154.331	237	0.387021	125.0051	1.88054	07:00
154.6793	237	0.383886	125.0002	1.88054	07:05
155.0276	237	0.380752	124.9953	1.88054	07:10
155.3759	237	0.377617	124.9905	1.88054	07:15
155.7241	237	0.374483	124.9856	1.88054	07:20
156.0724	237	0.371348	124.9808	1.88054	07:25
156.4207	237	0.368214	124.9759	1.88054	07:30
156.769	237	0.365079	124.971	1.88054	07:35
...
285.6364	260	-0.29527	122.9579	4.81053	18:40
286.5273	260	-0.29786	122.9433	4.81053	18:45
287.4182	260	-0.30045	122.9288	4.81053	18:50
288.3091	260	-0.30304	122.9142	4.81053	18:55
289.2	260	-0.30563	122.8996	4.81053	19:00
290.0909	260	-0.30821	122.885	4.81053	19:05
290.9818	260	-0.3108	122.8705	4.81053	19:10
291.8727	260	-0.31339	122.8559	4.81053	19:15
292.7636	260	-0.31598	122.8413	4.81053	19:20
293.6545	260	-0.31857	122.8267	4.81053	19:25
294.5455	260	-0.32116	122.8122	4.81053	19:30
295.4364	260	-0.32375	122.7976	4.81053	19:35
296.3273	260	-0.32633	122.783	4.81053	19:40
297.2182	260	-0.32892	122.7684	4.81053	19:45
298.1091	260	-0.33151	122.7539	4.81053	19:50
299	260	-0.3341	122.7393	4.81053	19:55
303.3	265	-0.3446	122.6678	23.2182	20:00
308	267	-0.3487	122.5903	25.378	20:05
312.7	269	-0.3507	122.5107	25.378	20:10

Tabel 3.10 Titik Temu 2 Kapal Skenario 1b Tidak Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai

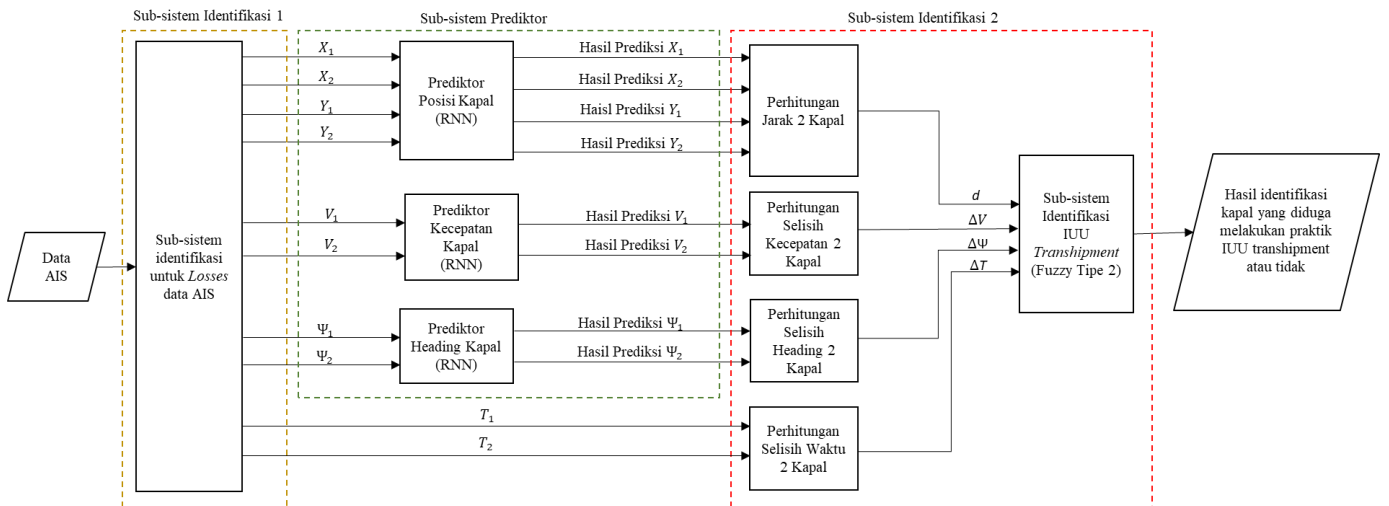
Case Banggai <i>Non-Transshipment</i>	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
Kapal 1	47	0.173795	125.2861	3.8291068	80 min
Kapal 2	237	0.408962	125.0391	1.8805399	
selisih	190	2122.152018		1.9485669	



Gambar 3.4 Trayektori Kapal 1 dan Kapal 2 Skenario 1b Tidak Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai

3.4 Pemodelan Sistem identifikasi IUU *Transshipment*

Sistem identifikasi IUU *transshipment* pada penelitian ini memiliki 10 variabel masukan data AIS seperti pada Gambar 3.5. Masukan sistem identifikasi IUU *transshipment* terdiri dari *longitude* kapal 1 (X_1), *longitude* kapal 2 (X_2), *latitude* kapal 1 (Y_1), *latitude* kapal 2 (Y_2), kecepatan kapal 1 (V_1), kecepatan kapal 2 (V_2), *heading* kapal 1 (Ψ_1), *heading* kapal 2 (Ψ_2), waktu kapal 1 (T_1), dan waktu kapal 2 (T_2).

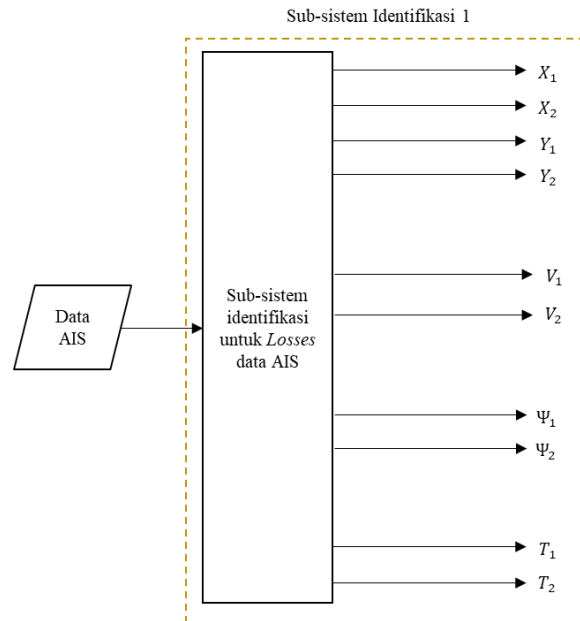


Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem Identifikasi IUU *Transshipment* Secara Keseluruhan

3.5 Pemodelan Sub-sistem Identifikasi 1 untuk *Losses Data AIS*

Perancangan sub-sistem identifikasi 1 berfungsi untuk memprediksi data AIS kapal terduga pelaku IUU *transshipment* apakah terdapat data-data yang hilang atau *losses data*

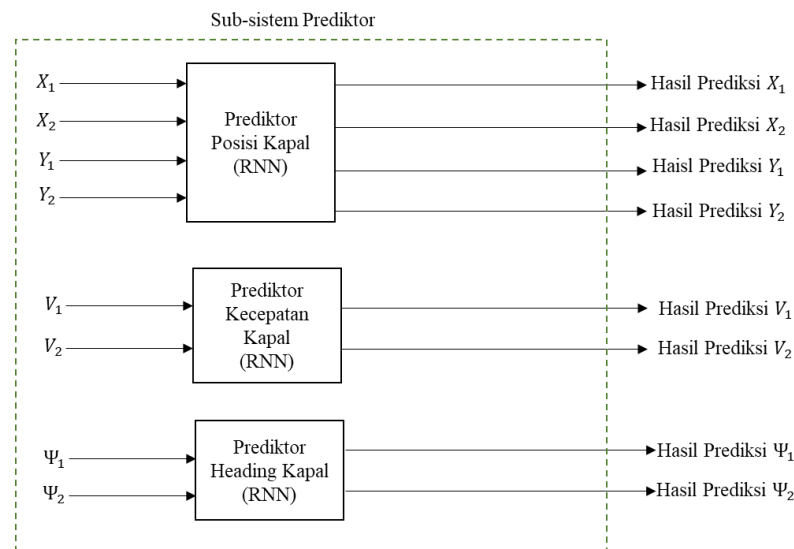
pada saat awak kapal mematikan sistem AIS kapalnya. Sub-sistem ini menggunakan logika *if-else statement*.



Gambar 3.6 Sub-sistem Identifikasi 1 untuk Memprediksi *Losses* Data pada Data AIS

3.6 Pemodelan Sub-sistem Prediktor dengan Metode RNN

Perancangan sub-sistem prediktor berfungsi untuk memprediksi data AIS kapal terduga pelaku IUU *transshipment* apakah terdapat data-data yang hilang atau *losses* data yang terdeteksi pada sub-sistem identifikasi 1. Sub sistem prediktor terdiri dari prediktor posisi kapal, kecepatan kapal, dan heading kapal. Sub sistem prediktor ini dirancang menggunakan metode *Recurrent Neural Network* (RNN). Diagram blok sub-sistem prediktor pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram Blok Sub-sistem Prediktor dengan Menggunakan Metode RNN

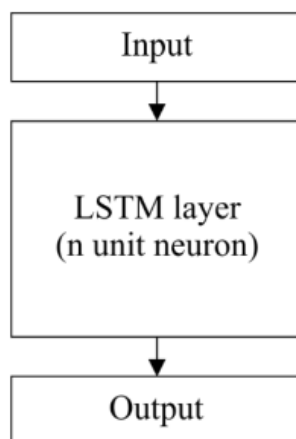
Keterangan notasi input pada sub-sistem prediktor RNN Gambar 3.7 dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Keterangan Notasi *Input* Sub-sistem Prediktor dan Sub-sistem Identifikasi IUU *Transshipment*

Notasi	Keterangan	Satuan
X_1	Longitude Kapal 1	Degree
X_2	Longitude Kapal 2	Degree
Y_1	Latitude Kapal 1	Degree
Y_2	Latitude Kapal 2	Degree
V_1	Kecepatan Kapal 1	Knot
V_2	Kecepatan Kapal 2	Knot
Ψ_1	Heading Kapal 1	Degree
Ψ_2	Heading Kapal 2	Degree
T_1	Waktu Kapal 1	Menit
T_2	Waktu Kapal 2	Menit

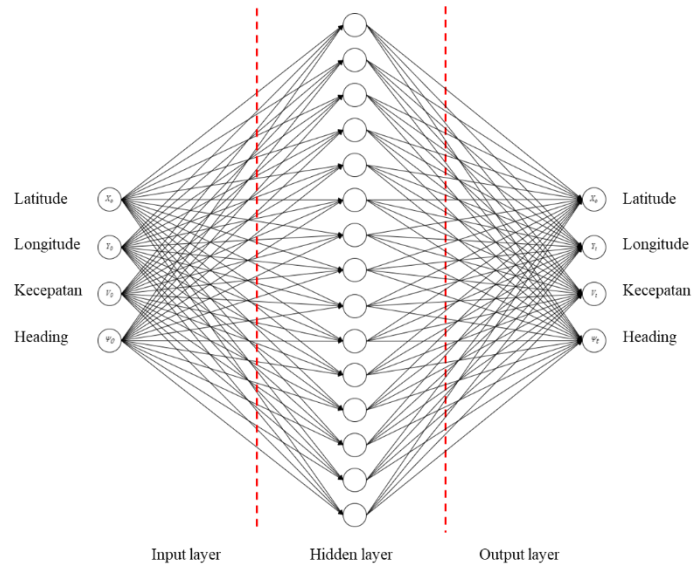
3.6.1 Perancangan Model Prediktor RNN untuk Prediksi Data AIS Posisi, Kecepatan, dan Heading Kapal

Model Prediktor RNN untuk prediksi data AIS posisi, kecepatan, dan heading kapal yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari 1 *input layer* berisi data AIS, 1 *LSTM layer* dengan variasi seperti pada Tabel 3.12, dan 1 *output layer* berisi hasil prediktor RNN. Rancang model prediktor RNN dapat dilihat pada Gambar 3.8.

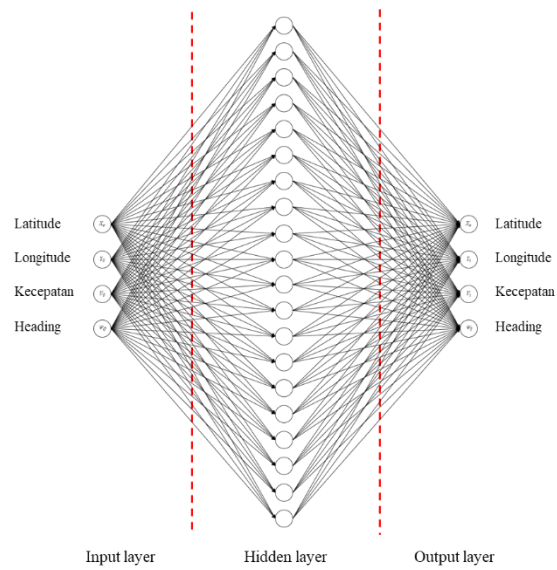


Gambar 3.8 Rancang Model RNN

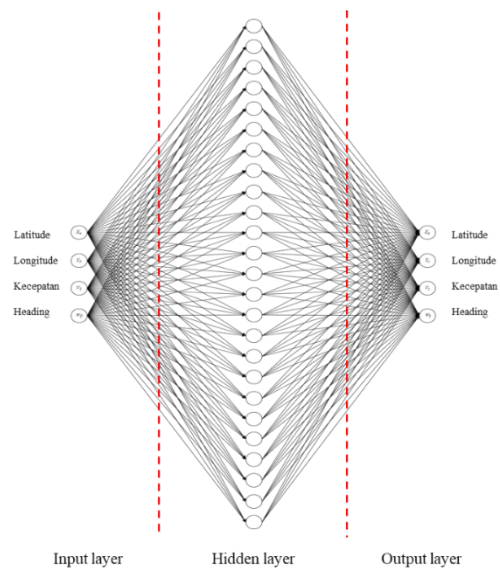
LSTM *layer* memiliki unit neuron berjumlah n , dimana jumlah unit neuron divariasikan dengan beberapa nilai berbeda agar dapat memperoleh hasil prediksi yang terbaik. Arsitektur RNN untuk setiap variasi LSTM *layer* dapat dilihat pada Gambar 3.9 sampai 3.11.



Gambar 3.9 Arsitektur RNN dengan LSTM layer berjumlah 15 layer



Gambar 3.10 Arsitektur RNN dengan LSTM layer berjumlah 20 layer



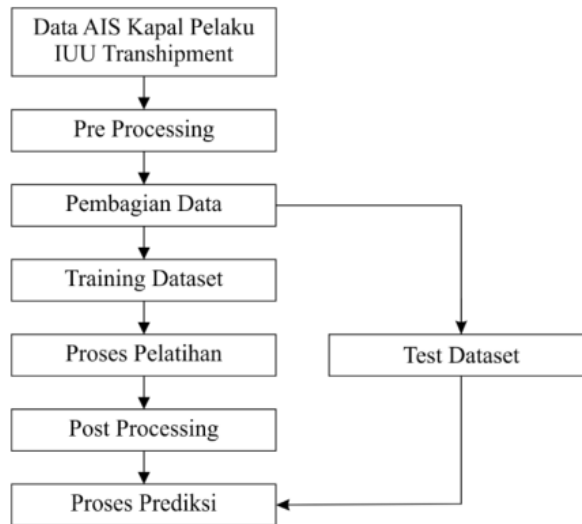
Gambar 3.11 Arsitektur RNN dengan LSTM layer berjumlah 25 layer

Variasi terhadap parameter jumlah unit neuron pada LSTM layer dan *batch size* berjumlah 24 variasi, dengan variasi model RNN seperti pada Tabel 3.12. Terdapat 3 variasi jumlah LSTM unit neuron dan 2 variasi *batch size* yang dikombinasikan dengan 1 nilai *learning rate*, dan 1 jumlah *epoch*.

Tabel 3.12 Variasi pada Model RNN

No	Variasi Jumlah LSTM Unit	Learning Rate	Batch Size	Epoch
1	25	0.0005	2	1000
2	20			
3	15			
4	25			
5	20			
6	15			
7	25			
8	20			
9	15			
10	25			
11	20			
12	15			
13	25	0.0005	5	1000
14	20			
15	15			
16	25			
17	20			
18	15			
19	25			
20	20			
21	15			
22	25			
23	20			
24	15			

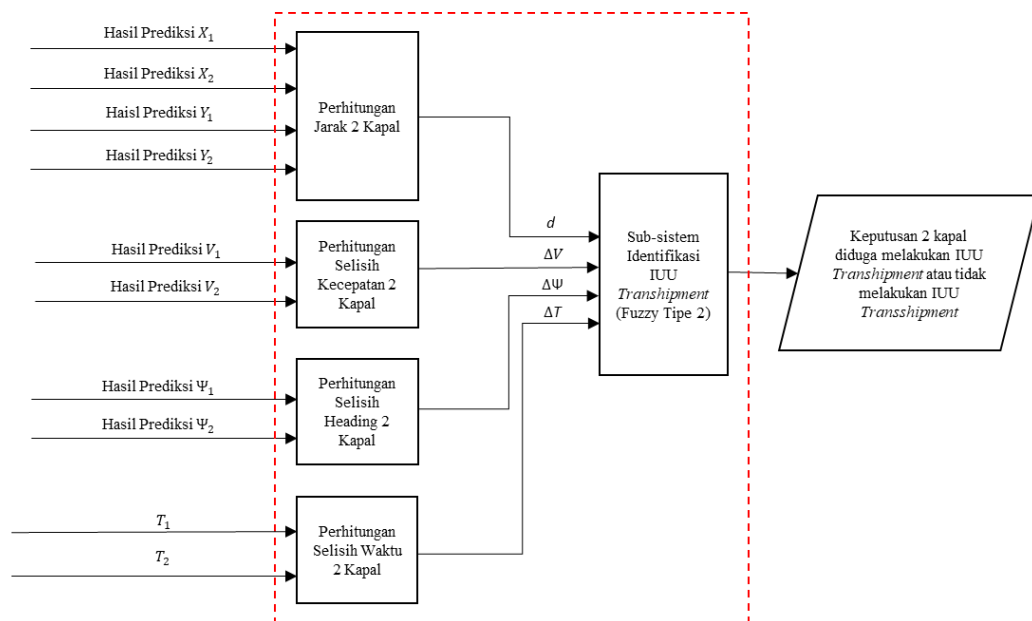
Perancangan model prediktor RNN untuk prediksi data AIS yang hilang berupa posisi kapal, kecepatan kapal, dan heading kapal yang terdiri dari beberapa tahap. Beberapa tahap yang dilakukan seperti *pre-processing*, pembagian data, proses pelatihan, *post-processing*, dan proses prediksi. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram Alir Rancang Model RNN

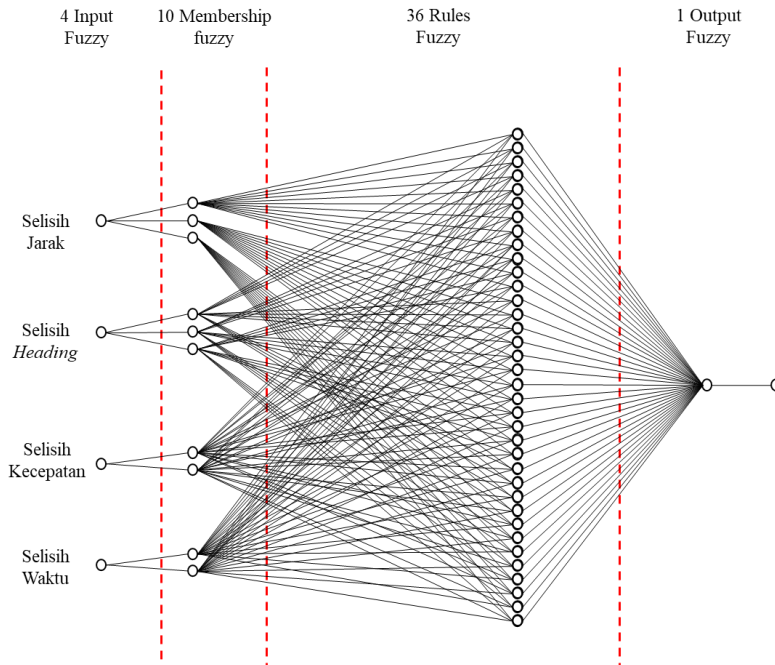
3.7 Pemodelan Sub-sistem Identifikasi 2 dengan Metode Logika Fuzzy Tipe 2

Pemodelan sub-sistem identifikasi untuk laporan ini menggunakan sistem logika fuzzy tipe 2. Terdapat tiga tahap pemodelan yang diawali dengan fuzzifikasi yang mengubah himpunan crisp ke dalam bentuk himpunan fuzzy, kemudian terdapat interferensi untuk mengolah data yang masuk, serta defuzzifikasi untuk mengubah kembali himpunan fuzzy ke bentuk himpunan crisp. Diagram blok sub-sistem identifikasi IUU *transshipment* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram Blok Sub-sistem Identifikasi 2 untuk Identifikasi IUU *Transshipment* dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tipe 2

Rancang sistem fuzzy terdiri dari 4 variabel input, 10 himpunan keanggotaan, 36 *rules fuzzy*, dan 1 output yang merupakan hasil keputusan *transshipment* atau *non-transshipment*. Adapun arsitektur fuzzy yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.14.



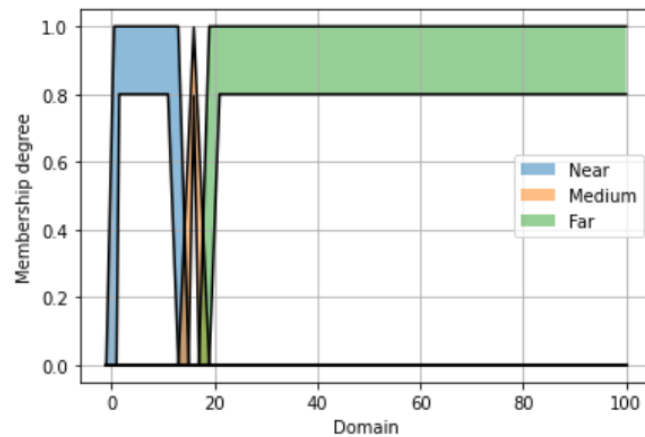
Gambar 3.14 Arsitektur Fuzzy Tipe 2 untuk Sub-sistem Identifikasi IUU *Transshipment*

Penelitian ini terdapat empat *input* variabel membership fuzzy yang meliputi selisih jarak, selisih heading, selisih kecepatan, dan selisih waktu berlayarnya kapal, serta terdapat satu *output* variabel membership fuzzy yang menentukan hasil keputusan kapal melakukan *transshipment* atau *non-transshipment*. Variabel *input*, variabel *output*, himpunan keanggotaan, fungsi keanggotaan, serta *membership domain* pada sistem fuzzy tipe 2 yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.13 dan Gambar 3.15 hingga Gambar 3.18.

Tabel 3.13 Variabel Input *Membership Fuzzy*

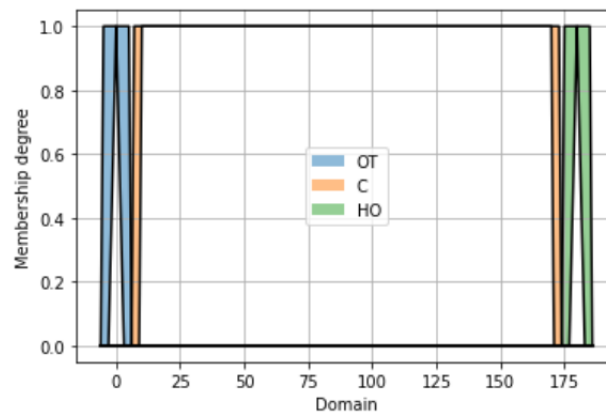
Variabel	Himpunan Keanggotaan	Fungsi Keanggotaan	Membership Domain
Posisi (Jarak)	Near	Trapmf UMF	[-1, 0.5, 13, 15, 1]
		Trapmf LMF	[1, 1.5, 11, 13, 0.8]
	Medium	Trimf UMF	[13, 16, 19, 1]
		Trimf LMF	[15, 16, 17, 0.8]
	Far	Trapmf UMF	[17, 19, 2499, 2500, 1]
		Trapmf LMF	[19, 21, 2100, 2200, 0.8]
Heading	OT (Over Take)	Trapmf UMF	[-6, -5, 5, 6, 1]
		Trimf LMF	[-3, 0, 3, 1]

Variabel	Himpunan Keanggotaan	Fungsi Keanggotaan	Membership Domain
	C (Crossing)	Trapmf UMF	[6, 7, 173, 174, 1]
		Trapmf LMF	[9, 10, 170, 171, 1]
	HO (Head On)	Trapmf UMF	[174, 175, 185, 191, 1]
		Trimf LMF	[177, 180, 183, 1]
Kecepatan	Small	Trapmf UMF	[0, 0.1, 0.5, 0.6, 1]
		Trimf LMF	[0.1, 0.3, 0.5, 1]
	Big	Trapmf UMF	[0.5, 4, 4.99, 6, 1]
		Trimf LMF	[0.55, 5, 5.5, 1]
Waktu	Short	Trapmf UMF	[0, 0.1, 59.9, 60, 1]
		Trimf LMF	[20, 30, 40, 1]
	Long	Trapmf UMF	[59.5, 90, 119.9, 120, 1]
		Trimf LMF	[70, 100, 110, 1]



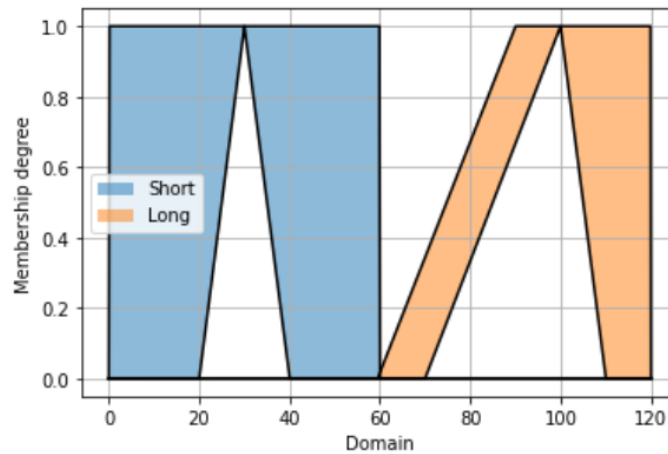
Gambar 3.15 Membership Fuzzy Selisih Jarak

Terdapat tiga himpunan keanggotaan *membership* fuzzy selisih jarak pada Gambar 3.15 yaitu *near*, *medium*, dan *far*. Digunakan bentuk fungsi keanggotaan gabungan yaitu trapesium dan segitiga. Himpunan keanggotaan *near* dan *far* menggunakan UMF dan LMF berbentuk trapesium dan himpunan keanggotaan *medium* menggunakan UMF dan LMF berbentuk segitiga.



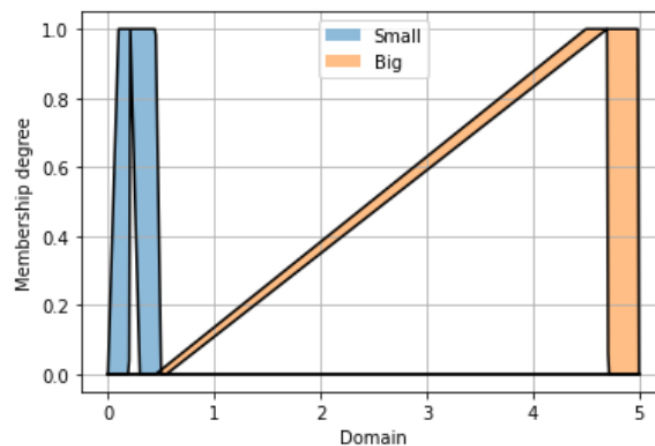
Gambar 3.16 Membership Fuzzy Selisih Heading

Membership fuzzy selisih *heading* pada Gambar 3.16 memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu OT, C, dan HO. Pada *membership* fuzzy selisih *heading* digunakan bentuk fungsi keanggotaan gabungan yaitu trapesium dan segitiga. Himpunan keanggotaan OT untuk *overtake* dan HO untuk *head on* menggunakan UMF berbentuk trapesium dan LMF berbentuk segitiga, serta himpunan keanggotaan C untuk *crossing* menggunakan UMF dan LMF berbentuk trapesium.



Gambar 3.17 *Membership* Fuzzy Selisih Kecepatan

Terdapat dua himpunan keanggotaan *membership* fuzzy selisih kecepatan pada Gambar 3.17 yaitu *short* dan *long*. Pada *membership* fuzzy selisih kecepatan digunakan bentuk fungsi keanggotaan gabungan yaitu trapesium dan segitiga. Himpunan keanggotaan *short* dan *long* menggunakan UMF berbentuk trapesium dan LMF berbentuk segitiga.

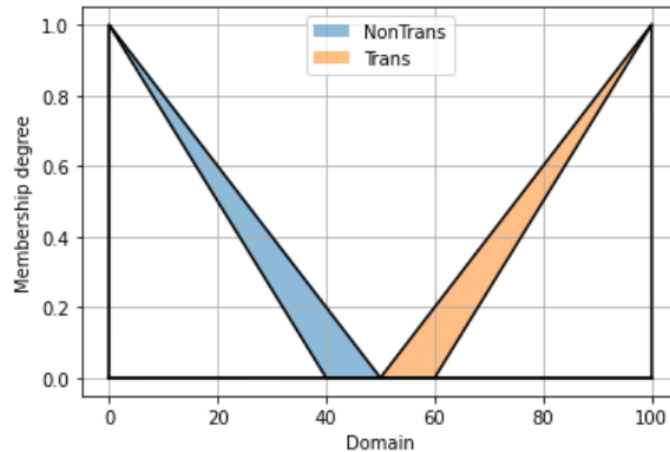


Gambar 3.18 *Membership* Fuzzy Selisih Waktu

Membership fuzzy selisih waktu pada Gambar 3.18 memiliki dua himpunan keanggotaan yaitu *small* dan *big*. Pada *membership* fuzzy selisih waktu digunakan bentuk fungsi keanggotaan gabungan yaitu trapesium dan segitiga. Himpunan keanggotaan *small* dan *big* menggunakan UMF berbentuk trapesium dan LMF berbentuk segitiga.

Tabel 3.14 Variabel Output *Membership Fuzzy*

Himpunan Keanggotaan	Fungsi Keanggotaan	<i>Membership Domain</i>
NonTrans (Tidak melakukan <i>transshipment</i>)	Trimf UMF	[0, 0.01, 50, 1]
	Trimf LMF	[0, 0.01, 40, 1]
Trans (Melakukan <i>transshipment</i>)	Trimf UMF	[50, 99.99, 100, 1]
	Trimf LMF	[60, 99.99, 99, 1]

**Gambar 3.19** *Membership Fuzzy Output*

Terdapat dua himpunan keanggotaan *membership fuzzy output* pada Gambar 3.19 yaitu *nontrans* dan *trans*. Digunakan satu bentuk fungsi keanggotaan segitiga. Himpunan keanggotaan *nontrans* dan *trans* menggunakan UMF dan LMF berbentuk segitiga.

Berdasarkan empat variabel *input fuzzy* dan 10 *membership fuzzy* yang telah ditentukan dapat dibuat menjadi 36 *rules fuzzy*. Terdapat 30 *rules* dengan *output NO* yang berarti *non-transshipment* atau tidak termasuk melakukan *transshipment* dan 6 bagian lainnya dengan *output YES* yang berarti *transshipment* atau terduga melakukan *transshipment*. Keterangan lengkap mengenai *rules fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 *Rules dari Membership Fuzzy*

Variabel Input Membership Fuzzy		delT Short	delT Long	
delD Near	delHead OT	delV Small	NO	YES
		delV Big	NO	NO
	dealHead C	delV Small	NO	YES
		delV Big	NO	NO
	dealHead HO	delV Small	NO	YES
		delV Big	NO	NO
delD Medium	delHead OT	delV Small	NO	YES
		delV Big	NO	NO
	dealHead C	delV Small	NO	YES

Variabel Input Membership Fuzzy			delT Short	delT Long
	dealHead HO	delV Big	NO	NO
		delV Small	NO	YES
		delV Big	NO	NO
delD Far	delHead OT	delV Small	NO	NO
		delV Big	NO	NO
	dealHead C	delV Small	NO	NO
		delV Big	NO	NO
	dealHead HO	delV Small	NO	NO
		delV Big	NO	NO

3.8 Uji Korelasi Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh dilakukan uji korelasi data untuk fuzzy *decision* IUU *transshipment* yang meliputi variabel masukan selisih jarak antara 2 kapal, selisih kecepatan, selisih heading, dan selisih waktu berlayar dari kedua kapal terduga melakukan *transshipment* atau tidak melakukan *transshipment*. Selanjutnya *output* dari kedua data tersebut adalah pengambilan keputusan diduga melakukan IUU *transshipment* atau tidak melakukan praktik ilegal tersebut sama sekali.

3.9 Analisis dan Validasi Data

Analisis dan validasi data dilakukan untuk menguji apakah sistem yang telah dirancang sudah valid atau sesuai dengan keadaan riil sebenarnya atau harus dilakukan percobaan ulang. Pada akhir keputusan fuzzy akan didapati hasil keputusan fuzzy untuk identifikasi terjadinya IUU *transshipment*. Jika hasil keputusan fuzzy menunjukkan nilai lebih dari 50% maka dapat dikatakan adanya indikasi terjadinya ilegal *transshipment*. Namun apabila hasil keputusan fuzzy menunjukkan nilai kurang dari 50% maka dapat dikatakan tidak ada aktivitas ilegal yang terdeteksi. Pada uji validasi sistem digunakan data *raw* AIS dari empat kapal tidak terduga melakukan *transshipment* yang diperoleh dari *Marine Reliability and Safety Laboratory* milik AIS ITS, Teknik Sistem Perkapalan ITS. Data kapal yang digunakan merupakan kapal dengan nomor MMSI 525003337, 525008119, 440197000, dan 525003396. Seluruh data kapal merupakan kapal yang berlayar di perairan Surabaya tepatnya pada daerah Teluk Lamong pada tanggal 19 November 2015. Keterangan dan kelengkapan *raw* data AIS dari kapal bernomor MMSI 525003337 dan 525008119 dapat dilihat pada Tabel 3.16 dan Tabel 3.17 serta pada lampiran laporan.

Tabel 3.16 Raw Data AIS Kapal Bernomor MMSI 525003337

MMSI	Latitude (°)	Longitude (°)	Status Navigasi	ROT	SOG	COG	Heading	Data UTC	Time
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	58	00:00:01
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	8	00:00:10
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	17	00:00:20
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	28	00:00:31
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	38	00:00:40
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	58	00:01:01
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	8	00:01:10
525003337	-7.19657	112.731	8	-128	0	167.4	511	17	00:01:19
...
525003337	-7.0521	112.6639	8	-128	10	0.4	511	7	20:54:10
525003337	-7.05163	112.664	8	-128	10	1.9	511	17	20:54:21
525003337	-7.05113	112.664	8	-128	9.9	4	511	28	20:54:33
525003337	-7.05032	112.6641	8	-128	9.8	5.5	511	46	20:54:52
525003337	-7.04755	112.6645	8	-128	9.8	10	511	47	20:55:49
525003337	-7.01502	112.6769	8	-128	10.4	20.8	511	57	21:08:00

Tabel 3.17 Raw Data AIS Kapal Bernomor MMSI 525008119

MMSI	Latitude (°)	Longitude (°)	Status Navigasi	ROT	SOG	COG	Heading	Data UTC	Time
525008119	-7.0051	112.6817	0	0	11.2	209.4	205	4	15:18:04
525008119	-7.01253	112.6776	0	0	11.4	208.5	205	44	15:20:45
525008119	-7.01347	112.6771	0	0	11.5	208.6	205	4	15:21:06
525008119	-7.02566	112.6714	0	0	11.7	202.3	200	14	15:25:14
525008119	-7.02611	112.6712	0	0	11.7	202.6	201	23	15:25:22
525008119	-7.02716	112.6708	0	0	11.7	203.1	200	44	15:25:44
525008119	-7.02762	112.6706	0	0	11.7	202.9	200	53	15:25:55
525008119	-7.03327	112.6686	0	0	11.6	194.4	190	44	15:27:45
525008119	-7.03427	112.6683	0	0	11.6	193.6	190	3	15:28:04
..
525008119	-7.19399	112.7447	0	0	0	228.3	258	15	23:59:16
525008119	-7.19399	112.7447	0	0	0	228.3	258	24	23:59:24
525008119	-7.19398	112.7448	0	0	0	228.3	258	33	23:59:33
525008119	-7.19397	112.7448	0	0	0	228.3	258	44	23:59:47
525008119	-7.19399	112.7447	0	0	0	228.3	258	53	23:59:54

Trayektori skenario dari pembangkitan data *marinetraffic.com* dan *Google Earth* serta raw data AIS selanjutnya akan diberi sebutan seperti pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18 Keterangan Nama dari Data Skenario Kapal yang Digunakan pada Penelitian

No	Sebutan untuk Setiap Data Skenario	Keterangan Data	Letak Kapal	Skenario
1	Skenario 1.1a	Data hasil pembangkitan dengan <i>marinetraffic.com</i> dan <i>Google Earth</i>	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>
2	Skenario 1.2a	Data hasil pembangkitan dengan <i>marinetraffic.com</i> dan <i>Google Earth</i>	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>
3	Skenario 1b	Data hasil pembangkitan dengan <i>marinetraffic.com</i> dan <i>Google Earth</i>	Perairan Banggai	Tidak melakukan <i>transshipment</i>
4	Skenario 2.1b	<i>Raw data AIS kapal bernomor MMSI 440197000 dan kapal bernomor MMSI 525003396</i>	Perairan Surabaya (Teluk Lamong)	Tidak melakukan <i>transshipment</i>
5	Skenario 2.2b	<i>Raw data AIS kapal bernomor MMSI 525003337 dan kapal bernomor MMSI 525008119</i>	Perairan Surabaya (Teluk Lamong)	Tidak melakukan <i>transshipment</i>

Angka satu menunjukkan data hasil dari pembangkitan data AIS dengan *marinetraffic.com* dan *Google Earth*. Angka dua menunjukkan data yang berasal dari *raw data AIS Marine Reliability and Safety Laboratory*. Huruf a menunjukkan skenario terduga melakukan *transshipment* dan huruf b menunjukkan skenario tidak melakukan *transshipment*.

3.10 Penyusunan Laporan

Proses penyusunan laporan akan dicantumkan semua proses penelitian ini dari tahap-tahap yang dilakukan baik berupa tulisan maupun dokumentasi hasil penelitian serta kesimpulan yang diperoleh dari penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan terkait sub-sistem prediktor *losses data* untuk mencari jumlah waktu dari data AIS kapal yang hilang, sub-sistem prediktor RNN beserta hasil simulasi, dan hasil serta pembahasan terkait perancangan sub-sistem identifikasi.

4.1 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi *Losses Data* untuk Prediksi Jumlah Waktu Data AIS yang Hilang

Simulasi untuk prediksi *losses data* AIS menggunakan *if-else statement* dimana logika sistem bekerja secara pengurangan berlanjut dengan setiap baris kedua akan dikurangi dengan baris sebelumnya pada kolom 'waktu' masing-masing data secara *looping* sehingga sistem dapat menemukan adanya selisih waktu yang mencapai atau melebihi rata-rata minimal durasi pelaksanaan *transshipment* yaitu 3600 detik atau 1 jam. Pada sub-sistem prediktor ini diberikan lima input data AIS dengan tiga data tidak memiliki *losses data* dan dua data memiliki *losses data*. Hasil percobaan sub-sistem *losses data* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Prediksi Jumlah Waktu Data AIS yang Hilang

No	Data	Lama Waktu Data AIS Tercatat	Lama Waktu Data AIS Hilang Tercatat (detik)	Lama Waktu Data AIS Hilang Tercatat
1	Siskal2	23 jam 59 menit	0	0
2	Siskal3	23 jam 59 menit	0	0
3	Siskal4	15 jam 51 menit	0	0
4	Loss Data1	21 jam 8 menit	9.802	2 jam 42 menit
5	Loss Data2	23 jam 59 menit	15.448	4 jam 29 menit

4.2 Hasil Simulasi Sub-sistem Prediktor RNN

4.2.1 Hasil Prediksi Posisi Menggunakan Titik *Latitude* dan *Longitude* Kapal

Pada proses simulasi model prediktor RNN untuk prediksi posisi latitude dan longitude kapal, dilakukan dengan percobaan terhadap beberapa kombinasi parameter untuk mendapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan performa terbaik. Parameter yang digunakan meliputi jumlah LSTM *layers*, jumlah unit neuron pada LSTM *layers*, nilai *learning rate*, *batch size*, dan *epoch*. Parameter unit neuron pada LSTM *layers* dikombinasikan sebanyak 3 kombinasi. Selain itu, input layer dan output layer adalah lapisan

padat atau *dense layer* (terhubung sepenuhnya). *Loss function* yang digunakan berupa *Root Mean Squared Error* (RMSE) serta optimizer yang digunakan adalah *Adaptive Moment Estimation* (Adam). Berikut adalah kombinasi parameter yang diuji coba dan hasil dari uji coba sistem dapat dilihat pada Tabel 4.2.

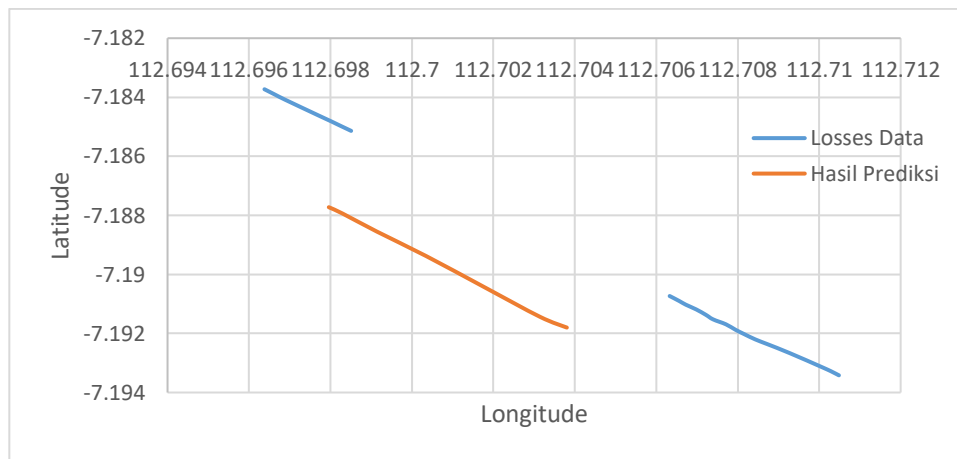
- a. Jumlah LSTM layers: 1
- b. Jumlah unit neuron pada LSTM layers: 15, 20, dan 25
- c. Nilai learning rate: 0.005
- d. Batch size: 2 dan 5
- e. Epoch: 1000

Tabel 4.2 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk Posisi Titik *Latitude* dan *Longitude*

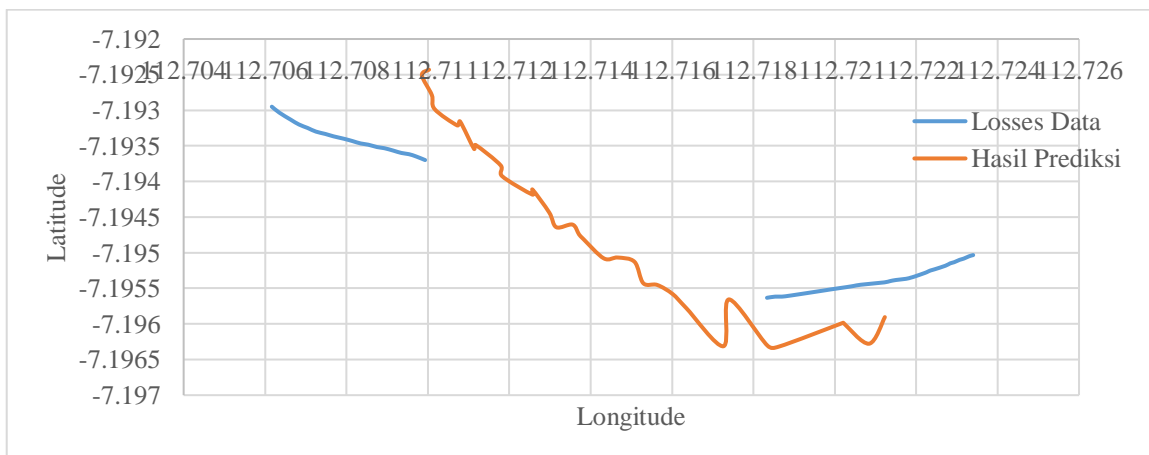
Data	Variasi Jumlah LSTM Unit	Learning Rate	Batch Size	Epoch	Hasil RMSE	
					Latitude	Longitude
Siskal1	25	0.0005	2	1000	0.0007	0.0003
	20				0.0004	0.0003
	15				0.0002	0.0002
Siskal2	25				0.0045	0.0042
	20				0.0049	0.0049
	15				0.0058	0.0063
Siskal3	25				0.0217	0.0204
	20				0.0196	0.0145
	15				0.0017	0.0092
Siskal4	25				0.0011	0.0009
	20				0.0003	0.0004
	15				0.0008	0.0022
Siskal1	25	0.0005	5	1000	0.0003	0.0007
	20				0.0002	0.0003
	15				0.002	7.9392
Siskal2	25				0.0037	0.0043
	20				0.0054	0.0061
	15				0.0049	0.006
Siskal3	25				0.0012	0.0054
	20				0.0032	0.006
	15				0.002	0.0091
Siskal4	25				0.0006	0.0012
	20				0.0005	0.0004
	15				0.0015	0.0011
Nilai Terkecil					0.0002	0.0002

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil RMSE terbaik untuk prediksi posisi kapal berdasarkan titik *latitude* dan *longitude* kapal berada pada variasi jumlah LSTM unit 15 dengan 2 *batch size*. Kemudian diketahui bahwa untuk mendapat performansi terbaik tersebut digunakan parameter LSTM unit 15, *learning rate* 0.0005, *batch size* berjumlah 2, dan *epoch* berjumlah 1000 sehingga menghasilkan nilai RMSE terkecil yaitu 0.0002 untuk masing-masing titik *latitude* dan *longitude*.

Prediksi data dilakukan untuk data AIS yang hilang pada sub-sistem identifikasi *losses* data. Skenario data hilang pada kedua data diletakkan pada garis hijau (data aktual) di dalam kotak ungu. Garis merah merupakan hasil prediktor untuk trayektori yang hilang.



Gambar 4.1 Hasil Prediksi Trayektori pada Data AIS yang Hilang untuk *Losses* Data1



Gambar 4.2 Hasil Prediksi Trayektori pada Data AIS yang Hilang untuk *Losses* Data2

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, hasil prediksi data AIS yang hilang dapat digambarkan oleh sistem RNN yang telah dirancang. Setelah dilakukan percobaan dengan beberapa *input* data lainnya, didapati sistem ini tidak dapat bekerja pada saat pasangan data tidak lengkap seperti saat data *heading* bernilai 0 ketika data *latitude*, *longitude*, dan

kecepatan terdeteksi bernilai, namun dapat bekerja dengan baik pada data yang tidak lengkap sama sekali seperti data yang hilang atau *losses* data.

4.2.2 Hasil Prediksi Kecepatan Kapal

Proses simulasi model prediktor RNN untuk prediksi kecepatan kapal dilakukan dengan percobaan terhadap beberapa kombinasi parameter untuk mendapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan performa terbaik. Parameter yang digunakan meliputi jumlah LSTM layers, jumlah unit neuron pada LSTM layers, nilai *learning rate*, *batch size*, dan *epoch*. Parameter unit neuron pada LSTM layers dikombinasikan sebanyak 3 kombinasi. Selain itu, input layer dan output layer adalah lapisan padat atau *dense layer* (terhubung sepenuhnya). *Loss function* yang digunakan berupa *Root Mean Squared Error* (RMSE) serta optimizer yang digunakan adalah *Adaptive Moment Estimation* (Adam). Berikut adalah kombinasi parameter yang diuji coba dan hasil dari uji coba sistem dapat dilihat pada Tabel 4.3.

- a. Jumlah LSTM layers: 1
- b. Jumlah unit neuron pada LSTM layers: 15, 20, dan 25
- c. Nilai learning rate: 0.005
- d. Batch size: 2 dan 5
- e. Epoch: 1000

Tabel 4.3 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk Kecepatan

Data	Variasi Jumlah LSTM Unit	Learning Rate	Batch Size	Epoch	Hasil RMSE
					Speed
Siskal1	25	0.0005	2	1000	0.0789
	20				0.0234
	15				0.0403
Siskal2	25				1.5270
	20				1.5327
	15				1.8869
Siskal3	25				0.8219
	20				6.2421
	15				0.5686
Siskal4	25				0.2395
	20				0.066
	15				0.2202
Siskal1	25	0.0005	5	1000	0.0298
	20				0.0611

Data	Variasi Jumlah LSTM Unit	Learning Rate	Batch Size	Epoch	Hasil RMSE			
					Speed			
Siskal2	15	0.0005	2	1000	0.0403			
	25				1.3328			
	20				1.6027			
Siskal3	15				1.5088			
	25				0.5816			
	20				0.4416			
Siskal4	15				0.497			
	25				0.1874			
	20				0.2602			
Nilai Terkecil					0.1962			
					0.0234			

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil RMSE terbaik untuk prediksi kecepatan kapal berada pada variasi jumlah LSTM unit 20 yang ditandai dengan warna biru pada data siskal. Diketahui bahwa untuk mendapat performa terbaik tersebut digunakan parameter LSTM unit 20, *learning rate* 0.0005, *batch size* berjumlah 2, dan *epoch* berjumlah 1000 yang menghasilkan nilai RMSE terkecil yaitu 0.0234.

4.2.3 Hasil Prediksi *Heading* Kapal

Proses simulasi model prediktor RNN untuk prediksi heading kapal dilakukan dengan percobaan terhadap beberapa kombinasi parameter untuk mendapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan performa terbaik. Parameter yang digunakan meliputi jumlah LSTM *layers*, jumlah unit neuron pada LSTM *layers*, nilai learning rate, *batch size*, dan epoch. Untuk parameter unit neuron pada LSTM *layers* yang dikombinasikan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali. Berikut adalah kombinasi parameter yang diuji coba dan hasil dari uji coba sistem dapat dilihat pada Tabel 4.4.

- a. Jumlah LSTM layers: 1
- b. Jumlah unit neuron pada LSTM layers: 15, 20, dan 25
- c. Nilai learning rate: 0.005
- d. Batch size: 2
- e. Epoch: 1000

Tabel 4.4 Hasil RMSE Sub-sistem Prediktor RNN untuk *Heading*

Data	Variasi Jumlah LSTM Unit	Learning Rate	Batch Size	Epoch	Hasil RMSE
					Heading
Siskal1	25	0.0005	2	1000	30.6789
	20				22.4505
	15				26.041
Siskal2	25	0.0005	2	1000	36.7395
	20				37.9537
	15				30.0767
Siskal3	25	0.0005	2	1000	98.2171
	20				70.394
	15				28.1681
Siskal4	25	0.0005	2	1000	14.4758
	20				13.7305
	15				16.9435
Siskal1	25	0.0005	5	1000	12.8094
	20				13.942
	15				10.7712
Siskal2	25	0.0005	5	1000	38.0131
	20				26.687
	15				37.2867
Siskal3	25	0.0005	5	1000	43.1188
	20				34.4503
	15				34.8072
Siskal4	25	0.0005	5	1000	18.7956
	20				13.9248
	15				15.3684
Nilai Terkecil					10.7712

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa hasil RMSE terbaik untuk prediksi heading kapal berada pada variasi jumlah LSTM unit 15 yang ditandai dengan warna oranye pada data siskal1. Diketahui bahwa untuk mendapat performa terbaik tersebut digunakan parameter LSTM unit

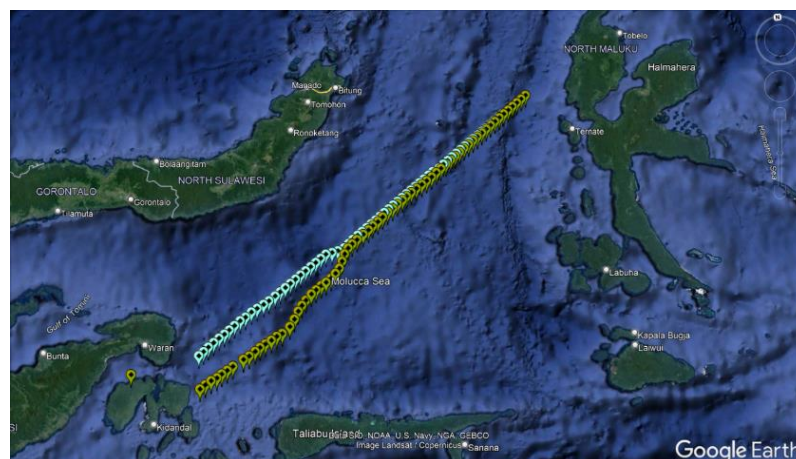
15, *learning rate* 0.0005, *batch size* berjumlah 5, dan *epoch* berjumlah 1000 yang menghasilkan nilai RMSE terkecil 10.7712.

4.3 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment* dengan Menggunakan Fuzzy Tipe 2

Sub-sistem identifikasi dirancang dengan menggunakan logika fuzzy tipe 2 Mamdani dengan menggunakan algoritma reduksi tipe Karnik-Mendel (KM) dan metode defuzzifikasi *centroid*. Sub-sistem identifikasi *transshipment* yang telah dirancang disimulasikan dengan 2 skenario kapal terduga melakukan *transshipment* dan 1 skenario kapal tidak melakukan *transshipment* serta divalidasi dengan 2 skenario kapal terduga melakukan *transshipment*.

4.4.1 Hasil Simulasi Skenario 1.1a untuk Kapal Terduga Melakukan *Transshipment*

Simulasi pertama dilakukan pembangkitan data kapal dengan skenario terduga melakukan *transshipment* untuk menguji sub-sistem identifikasi. Data input meliputi data *latitude*, *longitude*, *heading*, kecepatan, dan waktu berlayar kapal. Skenario pertama ini diletakkan pada Perairan Banggai-Halmahera. Kapal 1 dengan titik trayektori berwarna biru serta kapal 2 dengan titik trayektori berwarna hijau melintas dari pulau Sulawesi ke pulau Maluku. Kedua kapal bertemu pada titik *latitude* dan *longitude* seperti pada Tabel 3.4 serta dengan selisih *heading* yang tertulis pada Tabel 3.4. Kedua kapal berjalan berdampingan selama kurun waktu 60 menit dengan selisih kecepatan kedua kapal sebesar 0.414 m/s.

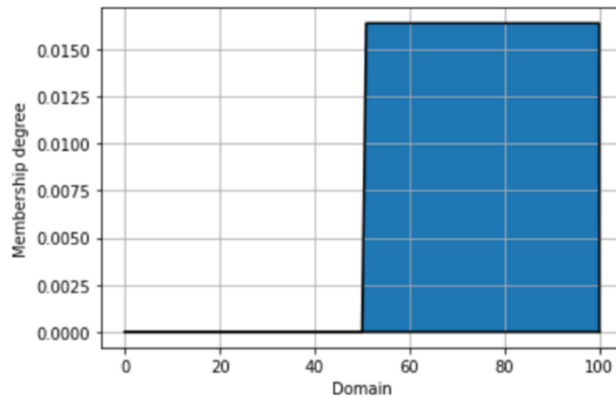


Gambar 4.3 Trayektori Skenario 1.1a untuk 2 Kapal Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera



Gambar 4.4 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1.1a

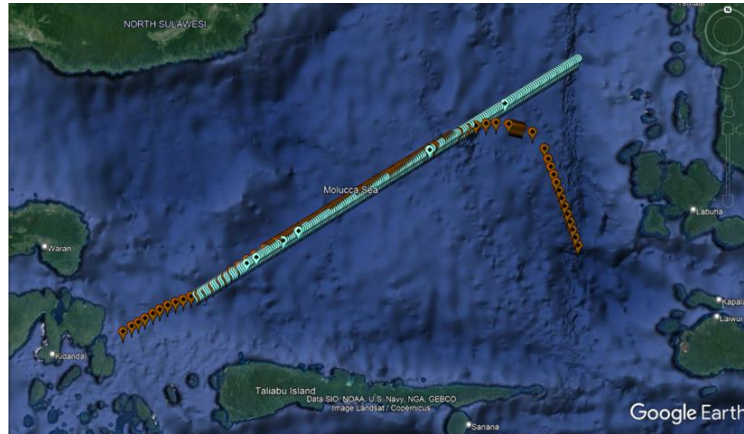
Hasil simulasi pada sub-sistem identifikasi *transshipment* dengan fuzzy tipe 2 untuk skenario 1.1a menghasilkan *output* sebesar 75.05%. Seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.9 jika *output* fuzzy $\geq 50\%$ termasuk dalam kategori terduga melakukan IUU *transshipment* maka Skenario 1.1a terdeteksi terduga melakukan IUU *transshipment*. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment* pada Skenario 1.1a

4.3.1 Hasil Simulasi Skenario 1.2a untuk Kapal Terduga Melakukan *Transshipment*

Pada simulasi kedua dilakukan pembangkitan data kapal dengan skenario terduga melakukan *transshipment* untuk menguji sub-sistem identifikasi. Data input meliputi data *latitude*, *longitude*, *heading*, kecepatan, dan waktu berlayar kapal. Skenario kedua juga diletakkan pada Perairan Banggai-Halmahera. Kapal 1 dengan titik trayektori berwarna biru serta kapal 2 dengan titik trayektori berwarna oranye melintas dari pulau Sulawesi ke pulau Maluku. Kedua kapal bertemu pada titik *latitude* dan *longitude* seperti pada Tabel 3.7 serta dengan selisih *heading* yang tertulis pada Tabel 3.7. Kedua kapal berjalan berdampingan selama kurun waktu 95 menit dengan selisih kecepatan kedua kapal sebesar 0.129 m/s.

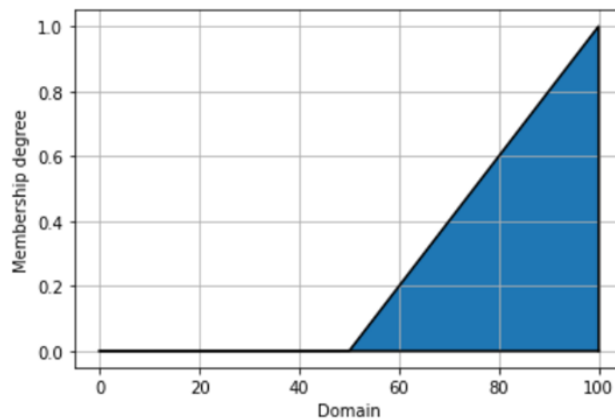


Gambar 4.6 Trayektori Skenario 1.2a untuk 2 Kapal Terduga Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai-Halmahera



Gambar 4.7 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1.2a

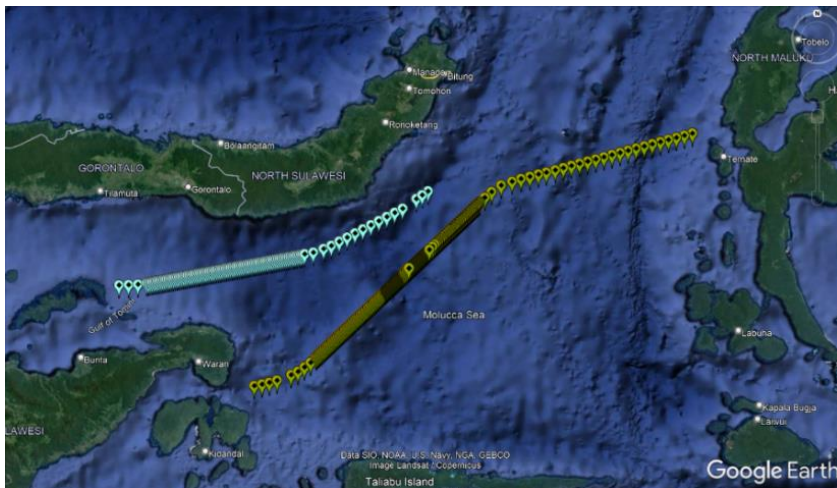
Hasil simulasi pada sub-sistem identifikasi *transshipment* dengan fuzzy tipe 2 untuk skenario 1.2a menghasilkan *output* sebesar 75.89%. Seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.9 jika *output* fuzzy $\geq 50\%$ termasuk dalam kategori terduga melakukan IUU *transshipment* maka Skenario 1.2a terdeteksi terduga melakukan IUU *transshipment*. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.8.



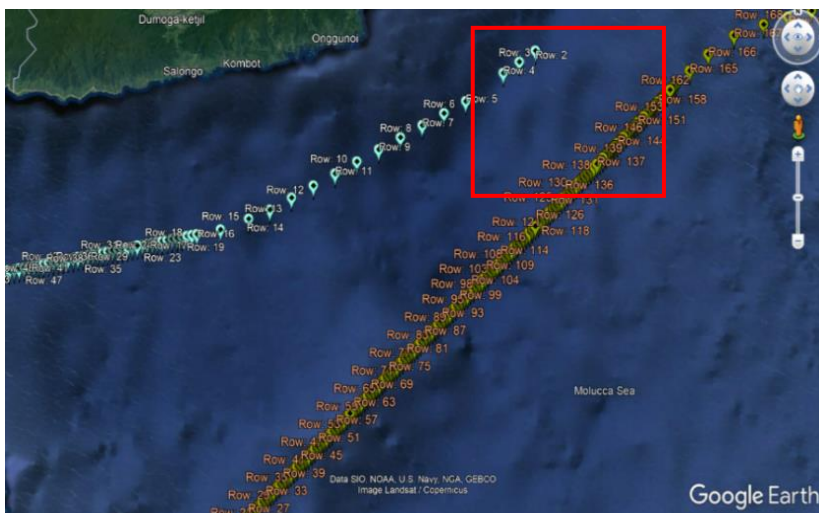
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment* Skenario 1.2a

4.3.2 Hasil Simulasi Skenario 1b untuk Kapal Tidak Melakukan *Transshipment*

Pada simulasi skenario 1b dilakukan pembangkitan data kapal dengan skenario tidak melakukan *transshipment* untuk menguji sub-sistem identifikasi. Data input meliputi data *latitude*, *longitude*, *heading*, kecepatan, dan waktu berlayar kapal. Skenario kedua ini diletakkan pada Perairan Banggai. Kapal 1 dengan titik trayektori berwarna biru melintas dari pulau Sulawesi ke arah pulau Maluku serta kapal 2 dengan titik trayektori berwarna hijau melintas dari pulau Maluku ke arah pulau Sulawesi. Kedua kapal bertemu pada titik *latitude* dan *longitude* seperti pada Tabel 3.10 serta dengan selisih *heading* yang tertulis pada Tabel 3.10. Kedua kapal berjalan berdampingan selama kurun waktu 80 menit dengan selisih kecepatan kedua kapal sebesar 1.949 m/s.

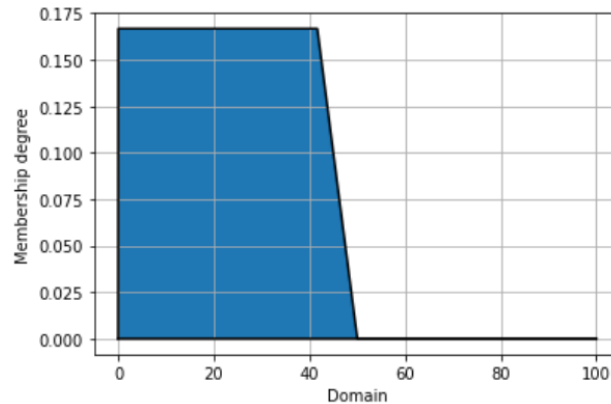


Gambar 4.9 Trayektori 2 Kapal Skenario 1b Tidak Melakukan *Transshipment* di Perairan Banggai



Gambar 4.10 Titik Temu Terdekat dari 2 Kapal Skenario 1b

Hasil simulasi pada sub-sistem identifikasi *transshipment* dengan fuzzy tipe 2 untuk skenario 1b menghasilkan *output* sebesar 24.00%. Seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.9 jika *output* fuzzy <50% termasuk dalam kategori tidak melakukan IUU *transshipment* maka Skenario 1b terdeteksi tidak melakukan IUU *transshipment*. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 4.11.



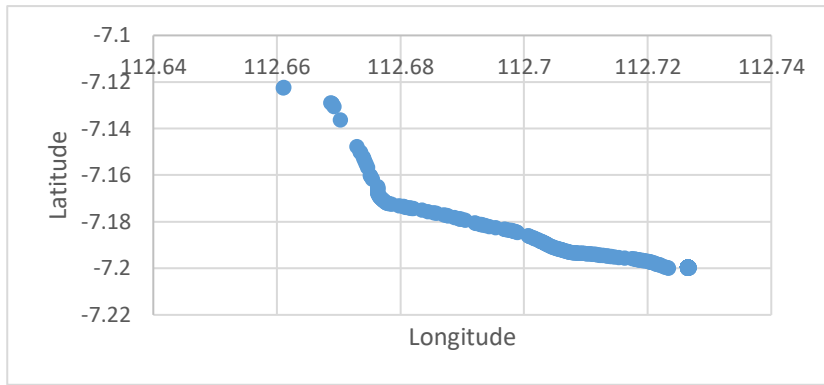
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment* Skenario 1b

4.4 Validasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment* Fuzzy Tipe 2 dengan *Raw Data AIS* dari *AIS ITS Marine Reliability and Safety Laboratory*

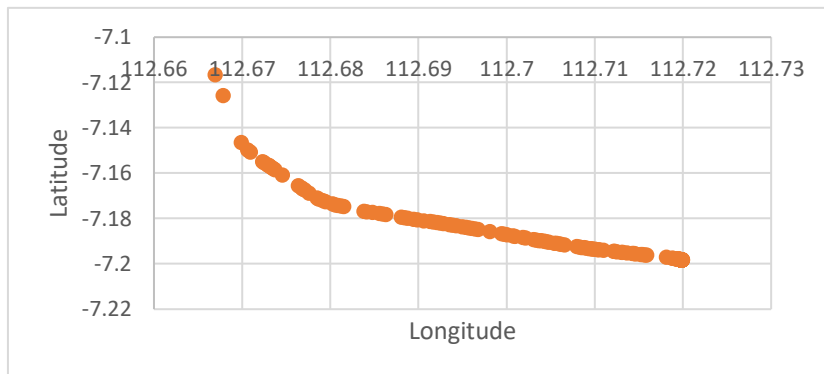
Validasi sub-sistem identifikasi *transshipment* logika fuzzy tipe 2 dilakukan dengan menggunakan skenario berdasarkan *raw data AIS* yang diperoleh dari *AIS ITS Marine Reliability and Safety Laboratory* milik Sistem Perkapalan ITS. Digunakan 4 data kapal dengan masing-masing nomor MMSI dan jumlah titik AIS tercatat sebagai berikut.

- a. Kapal bernomor 440197000 dengan jumlah titik terekam titik berjumlah 1930 titik,
- b. Kapal bernomor 525003396 dengan jumlah titik terekam berjumlah 2342 titik,
- c. Kapal bernomor 525003337 dengan jumlah titik terekam berjumlah 5305 titik, dan
- d. Kapal bernomor 525008119 dengan jumlah titik terekam berjumlah 2956 titik.

Seluruh kapal berada di wilayah perairan Surabaya dengan skenario kapal bernomor MMSI 440197000 berpasangan dengan kapal bernomor MMSI 525003396 membentuk skenario 2.1b dan kapal bernomor MMSI 525003337 berpasangan dengan kapal bernomor MMSI 525008119 membentuk skenario 2.2b. Trayektori masing-masing kapal pada skenario 2.1b dapat dilihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.

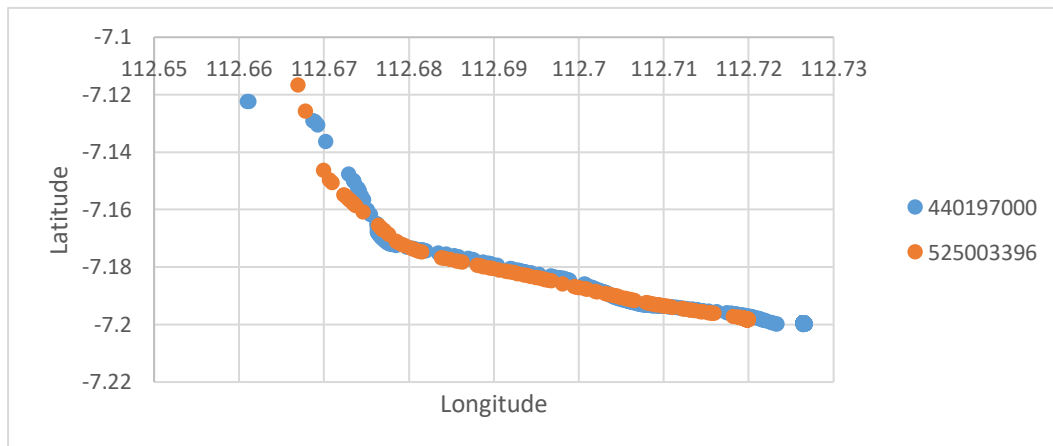


Gambar 4.12 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 440197000 untuk Skenario 2.1b



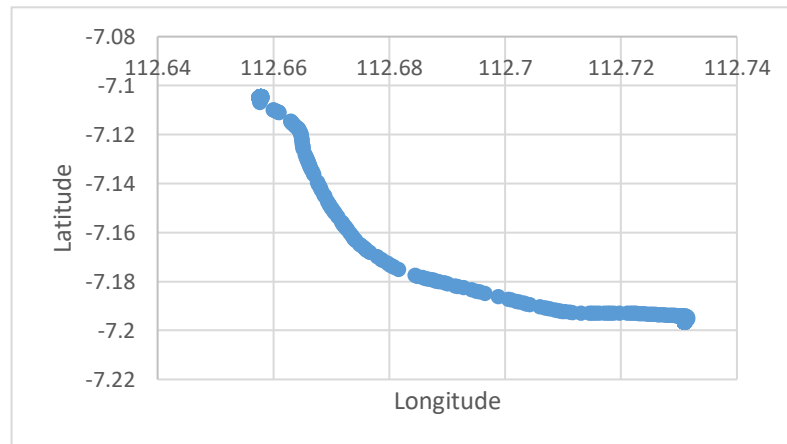
Gambar 4.13 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525003396 untuk Skenario 2.1b

Gabungan trayektori skenario 2.1b dapat dilihat pada Gambar 4.14.

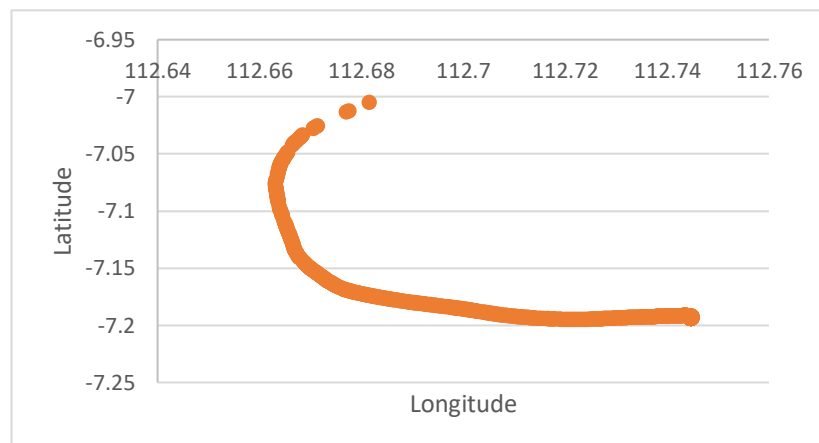


Gambar 4.14 Trayektori *Raw Data* AIS Skenario 2.1b Trayektori Berwarna Biru adalah Kapal Bernomor MMSI 440197000 dan Trayektori Berwarna Orange adalah Kapal Bernomor MMSI 525003396

Adapun trayektori untuk masing-masing kapal pada skenario 2.2b dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.

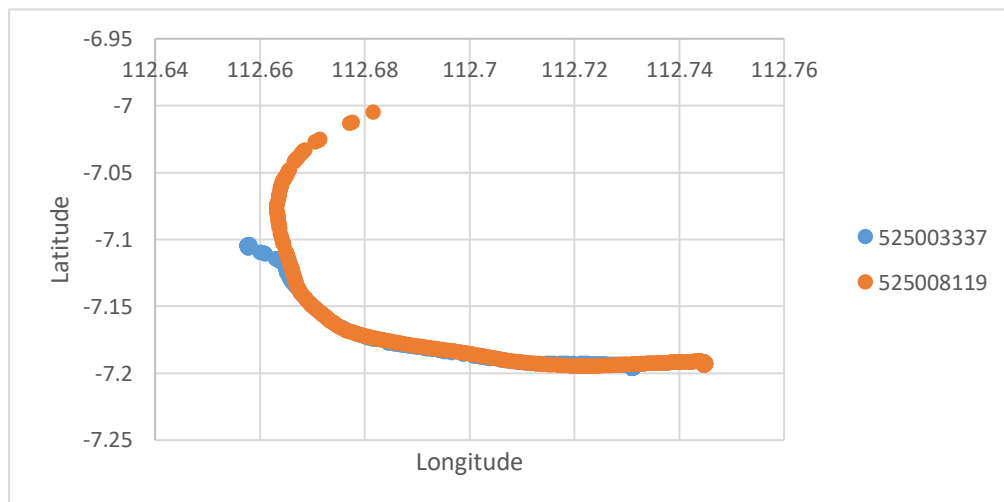


Gambar 4.15 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525003337 untuk Skenario 2.2b



Gambar 4.16 Trayektori Kapal Bernomor MMSI 525008119 untuk Skenario 2.2b

Gabungan trayektori skenario 2.2b dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Trayektori *raw* data AIS Skenario 2.2b dengan Trayektori Berwarna Biru adalah Kapal Bernomor MMSI 525003337 dan Trayektori Berwarna Orange adalah Kapal Bernomor MMSI 525008119

Setelah keempat *raw* data AIS diolah, didapati bahwa selisih jarak waktu antara masing-masing kedua skenario kapal sangatlah jauh. Jika dilihat dari trayektori yang terbentuk pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.17, secara kasat mata kedua skenario dapat dikatakan termasuk dalam skenario kapal terduga melakukan *transshipment*. Namun dengan adanya selisih waktu yang cukup jauh maka kedua skenario dari *raw* data AIS hanya dapat digunakan untuk skenario kapal tidak melakukan *transshipment*. Adapun hasil pengolahan titik temu dari *raw* data AIS dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

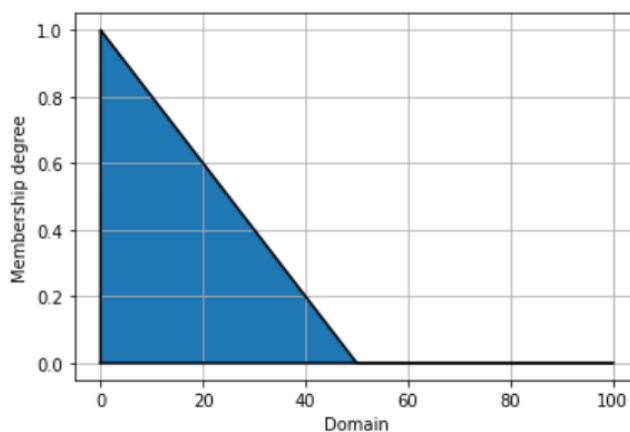
Tabel 4.5 Hasil Olah Data *Raw* Data AIS untuk Skenario 2.1b

Skenario	MMSI	Latitude	Longitude	SOG	COG	Time
2.1b	440197000	-7.1978	112.7210217	4	128.2	11:11:15
	525003396	-7.1983	112.7198917	0	169.9	08:11:21
Selisih	-	5.449737066		4	41.7	-2:00:54

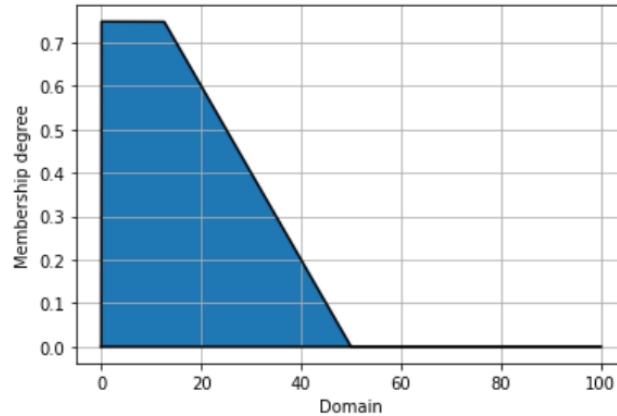
Tabel 4.6 Hasil Olah Data *Raw* Data AIS untuk Skenario 2.2b

Skenario	MMSI	Latitude	Longitude	SOG	COG	Time
2.2b	525003337	-7.1966	112.731	0	167.4	01:11:33
	525008119	-7.1938	112.7294	4.2	78.6	16:57:36
Selisih	-	18.49612811		4.2	88.8	-15:46:03

Pengolahan data dilakukan menggunakan simulasi melalui sub-sistem Identifikasi *transshipment* menggunakan metode fuzzy tipe 2. Didapati hasil identifikasi sebesar 23.63% untuk skenario 2.1b serta 23.66% untuk skenario 2.2b. Dimana kedua hasil tersebut <50% yang berarti kedua skenario kapal termasuk dalam kapal tidak melakukan *transshipment*. Hasil identifikasi dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Hasil Identifikasi *Transshipment* pada *Raw* Data AIS Skenario 2.1b



Gambar 4.19 Hasil Identifikasi *Transshipment* pada *Raw Data AIS* Skenario 2.2b

4.5 Analisis Akurasi Seluruh Sistem

4.5.1 Analisis Akurasi Sub-sistem *Losses Data*

Sub-sistem *losses data AIS* diberikan lima data percobaan dengan jumlah lama waktu data AIS tercatat yang berbeda-beda. Tiga data pertama yaitu data kapal Siskal2, data Siskal3, dan data Siskal4 merupakan data yang tidak memiliki *losses*. Dua data terakhir yaitu data kapal *Loss Data1* dan data *Loss Data2* merupakan data yang memiliki *losses*. Hal ini dapat diketahui dari adanya selisih waktu yang cukup panjang pada data yang terekam atau tercatat oleh sistem. Dapat dilihat pada Tabel 4.7, hasil simulasi sub-sistem *losses data* telah menunjukkan hasil yang sama persis dengan keadaan aktual dari masing-masing input data yang digunakan, sehingga dapat dikatakan akurasi pada sub-sistem *losses data AIS* dengan lima input data pada penelitian ini sudah sangat baik yaitu mencapai 100%.

Tabel 4.7 Akurasi Sub-sistem *Losses Data AIS*

No	Data	Lama Waktu Data AIS Tercatat	Keadaan Aktual Lama Waktu Data AIS Hilang	Hasil Simulasi Lama Waktu Data AIS Hilang	Akurasi
1	Siskal2	23 jam 59 menit	0 detik	0 detik	100%
2	Siskal3	23 jam 59 menit	0 detik	0 detik	
3	Siskal4	15 jam 51 menit	0 detik	0 detik	
4	Loss Data1	21 jam 8 menit	9.802 detik	9.802 detik	
5	Loss Data2	23 jam 59 menit	15.448 detik	15.448 detik	

4.5.2 Analisis Akurasi Sub-sistem Prediktor Menggunakan RNN

Sub-sistem prediktor dengan RNN pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan *error* menggunakan RMSE. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 untuk hasil prediktor posisi kapal dan Tabel 4.3 untuk hasil prediktor kecepatan kapal menunjukkan nilai RMSE

yang sangat baik yaitu sudah sangat mendekati nilai 0. Kemudian hasil prediktor *heading* kapal pada Tabel 4.4 masih menunjukkan *error* yang cukup besar yaitu 10.771. Hal ini dapat terjadi karena pada proses pengolahan data sebelumnya tidak dilakukan pemilihan data atau pemangkasan data yang berada diluar *outlier* dari sistem RNN yang digunakan. Selain itu, karena banyaknya nilai *heading* pada data AIS setiap kapal yang terekam pada *raw* data bernilai 0, menyebabkan eror dari hasil prediktor untuk nilai *heading* kapal *raw* data AIS sangat besar.

Tabel 4.8 Hasil RMSE Terendah untuk Masing-masing Variabel Uji Coba

Variabel	Hasil RMSE Terendah	LSTM Unit	Learning rate	Batch size	Epoch
Latitude	0.0002	15	0.0005	2	1000
Longitude	0.0002	15		2	
Speed	0.0234	20		2	
Heading	10.7712	15		5	

Adapun rata-rata akurasi untuk sub-sistem prediktor didapati sebesar 97.3% dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Akurasi Sub-sistem Prediktor

Variabel	RMSE	Akurasi (%)
Latitude	0.0002	99.9998
Longitude	0.0002	99.9998
Speed	0.0234	99.9766
Heading	10.7712	89.2288
Rata-rata Akurasi		97.3013

4.5.3 Analisis Akurasi Sub-sistem Identifikasi Menggunakan Fuzzy Tipe 2

Pada sub-sistem identifikasi *transshipment* menggunakan Fuzzy tipe 2 diberikan lima data percobaan. Tiga data pertama merupakan hasil pembangkitan data menggunakan *marinetraffic.com* dan *Google Earth*. Dua data terakhir merupakan *raw* Data AIS. Terdapat dua skenario kapal melakukan *transshipment* dan tiga skenario kapal tidak melakukan *transshipment*. Dapat dilihat pada Tabel 4.10, *output* dari sistem identifikasi sudah menunjukkan hasil yang sama dengan keadaan aktual dari masing-masing skenario yang diberikan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sistem yang telah diuji coba dengan lima skenario pada penelitian ini sudah memiliki tingkat akurasi yang sangat baik yaitu 100%.

Tabel 4.10 Akurasi Sub-sistem Identifikasi *Transshipment*

No	Data Skenario	Letak Kapal	Keadaan Aktual	Hasil Identifikasi	Akurasi
1	Skenario 1.1a	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>	Terduga melakukan <i>transshipment</i>	100%
2	Skenario 1.2a	Perairan Banggai-Halmahera	Terduga melakukan <i>transshipment</i>	Terduga melakukan <i>transshipment</i>	
3	Skenario 1b	Perairan Banggai	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	
4	Skenario 2.1b	Perairan Surabaya (Teluk Lamong)	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	
5	Skenario 2.2b	Perairan Surabaya (Teluk Lamong)	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	Tidak melakukan <i>transshipment</i>	

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perancangan dan analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a) RNN pada penelitian ini digunakan pada sub-sistem prediktor *losses* data AIS. Rancang bangun arsitektur RNN yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas beberapa parameter yang digunakan meliputi jumlah LSTM layers, jumlah unit neuron pada LSTM layers, nilai *learning rate*, *batch size*, dan *epoch*. *Input layer* dan *output layer* berbentuk *dense layer*. *Loss function* yang digunakan berupa *Root Mean Squared Error* (RMSE) serta optimizer yang digunakan adalah *Adaptive Moment Estimation* (Adam). Terdapat variasi yang diberikan terhadap beberapa parameter arsitektur RNN seperti pada Tabel 3.11. Hasil RMSE terendah untuk prediktor posisi *latitude* dan *longitude* masing-masing bernilai 0.0002 berada pada variasi LSTM unit 15 dan *batch size* berjumlah 2, untuk prediktor kecepatan bernilai 0.0234 berada pada variasi LSTM unit 20 dan *batch size* berjumlah 2, serta untuk prediktor *heading* bernilai 10.7712 berada pada variasi LSTM unit 15 dan *batch size* berjumlah 5. Akurasi rata-rata untuk sub-sistem ini termasuk baik yaitu 97.3%.
- b) Fuzzy Tipe 2 pada penelitian ini digunakan pada sub-sistem identifikasi *transshipment*. Parameter input untuk sub-sistem identifikasi terdiri dari selisih jarak kedua kapal, selisih kecepatan kedua kapal, selisih *heading* kedua kapal, dan selisih waktu berlayarnya kapal. Selisih waktu merupakan parameter pengembangan dari penelitian sebelumnya. Dari keempat input tersebut terbentuk 36 *rules* fuzzy dengan akurasi keluaran sistem yang sangat baik yaitu mencapai 100%.
- c) Sebagai bentuk pengembangan penelitian untuk sistem pengambilan keputusan pemodelan pelanggaran *transshipment* dari penelitian sebelumnya, pada penelitian ini diberikan penambahan variabel input berupa lama waktu berlayarnya kapal pada sub-sistem identifikasi serta sub-sistem prediktor *losses* data yang seluruh variabelnya diuji coba menggunakan RNN, dengan adanya penambahan variabel dan sistem tersebut sistem tetap dapat berjalan dengan optimal. Bentuk pengembangan lainnya adalah sistem prediktor RNN yang telah dirancang dapat memprediksi trayektori dari data

AIS yang hilang selama 4 jam atau sekitar 850 data, dimana pada penelitian sebelumnya hanya dapat memprediksi 120 data AIS yang hilang.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian diatas, adapun saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya sebelum melakukan penelitian mengenai IUU *transshipment* peneliti harus dapat memiliki *raw* data AIS agar memudahkan penelitian dalam menentukan validasi sistem karena *raw* data AIS merupakan data AIS asli yang didapat dari sistem AIS kapal, selain itu untuk memperoleh hasil yang lebih optimal, peneliti dapat memperluas variasi *input* keadaan kapal pada setiap sub-sitem dan memperluas variasi pengolahan data pada setiap sub-sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisjah, A., Masroeri, A., Arifin, S., Saiko, Teknik, J., Fakultas, F., Industri, T., Perkapalan, S., Fakultas, –, & Kelautan, T. (2011). *Perancangan Sistem Pengendalian Pada Kapal Berbasis Data Ais (Automatic Identification System) Untuk Menghindari Tabrakan Di Perairan Tanjung Perak Surabaya*.
- Aisjah, A., Masroeri, A., Arifin, S., Santoso, Moch. Y., & Alif, A. N. (2017). A Fuzzy Decision Support System Of Iuu – Transshipment In Indonesia. *Senta*.
- Anggara, B., Marwanza, I., Azizi, M., Dahani, W., & Subandrio. (2021). Fitting the variogram model of nickel laterite using root means square error in Morowali, Central Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 882, 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/882/1/012042>
- Amaitik, N., 2020. The Basics of Fuzzy Systems Technology: A Complete Tutorial, (pp. 1-25).
- Alif, A. N., 2016. Perancangan Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) untuk Identifikasi Terjadinya Illegal Transshipment Menggunakan Logika Fuzzy. ITS, Surabaya.
- Big Ocean Data, 2021. *The Definitive AIS Handbook*. United Kingdom: Big Ocean Data.
- Cheng, J., Yi, J. & Zhao, D., 2016. A New Fuzzy Autopilot for Way-point Tracking Control of Ships. *2016 IEEE International Conference on Fuzzy System*, (p. 456). <https://doi.org/10.1109/FUZZY.2006.1681750>.
- Cockroft, A., & Lameijer, J. (2011). *A Guide to the Collision Avoidance Rules* (7th ed.). Elsevier.
- Dani, M., 2017. Pengembangan Perancangan Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data AIS dan Radar untuk Identifikasi IUU Fishing Menggunakan Logika Fuzzy. ITS, Surabaya.
- Dernoncourt, F., 2014. Introduction to fuzzy logic, (pp. 1-21).
- Direktorat Jendral Perhubungan Laut. (2019, Agustus). Penggunaan Dan Pengaktifan Ais Dapat Meningkatkan Keselamatan Dan Keamanan Pelayaran. *Kementerian Perhubungan Republik Indonesia*.

<https://hubla.dephub.go.id/home/post/read/5283/penggunaan-dan-pengaktifan-ais-dapat-meningkatkan-keselamatan-dan-keamanan-pelayaran>

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. *Illegal, unreported and unregulated fishing*, Rome: Food and Agriculture Organization.

Fransisko, I., 2016. Perancangan Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) untuk Identifikasi Terjadinya Illegal Unregulated Unreported (IUU) Fishing Menggunakan Logika Fuzzy. ITS, Surabaya.

Ganesh, L., & P, V. K. B. (2015). Indoor Wireless Localization using Haversine Formula. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 2(7), 59–63. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2015.2713>

Humaira, M. (2014). Perbandingan Algoritma Reduksi Tipe pada Fuzzy Tipe-2. *MATICS*, 1. <https://doi.org/10.18860/mat.v1i1.2642>

IMO. (1972, Oktober). *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs)*. <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/COLREG.aspx>

IMO. (1998). Resolution MSC.74(69): Adoption of new and amended performance standards

J. M. Mendel, R. I. John, & F. Liu. (2006). Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Made Simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 14(6), 808–821. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2006.879986>

Kumar, J., Goomer, R., & Singh, A. K. (2018). Long Short Term Memory Recurrent Neural Network (LSTM-RNN) Based Workload Forecasting Model For Cloud Datacenters. *The 6th International Conference on Smart Computing and Communications*, 125, 676–682. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.087>

KKP. (2015). *MINA BAHARI Illegal Fishing No More*. <https://kkp.go.id/wp-content/uploads/2016/07/mina-bahari-edisi-1.pdf>

KKP, 2015. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 25/Permen-KP/2015 tentang Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2015-2019, Jakarta Kementerian Kelautan dan Perikanan.

- Lloyd's, R. R. (2005). *SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea: Vol. Version 9.4*. [http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/IMO-Conventions%20\(copies\)/SOLAS.pdf](http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/IMO-Conventions%20(copies)/SOLAS.pdf)
- Lewis, C. D. (Colin D., 1938-. (1982). *Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting / Colin D. Lewis*. Butterworth Scientific.
- N. N. Karnik & J. M. Mendel. (1998). Introduction to type-2 fuzzy logic systems. *1998 IEEE International Conference on Fuzzy Systems Proceedings. IEEE World Congress on Computational Intelligence (Cat. No.98CH36228)*, 2, 915–920 vol.2. <https://doi.org/10.1109/FUZZY.1998.686240>
- Marzuki, M. (2017). *VMS data analyses and modeling for the monitoring and surveillance of Indonesian fisheries*.
- Masroeri, A. A., Aisjah, A. S., & Jamali, M. M. (2021). IUU fishing and transshipment identification with the miss of AIS data using Neural Networks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1052(1), 012054. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1052/1/012054>
- Olah, C. (2015). Understanding lstm networks, 2015. URL [Http://Colah. Github. Io/Posts/2015-08-Understanding-LSTMs](http://Colah.github.io/Posts/2015-08-Understanding-LSTMs), 19, 1–19.
- Pernika. (n.d.). *Keuntungan Memasang AIS Kapal*. Retrieved January 11, 2022, from <https://pernika.com/en/keuntungan-memasang-ais-kapal/>
- Pratama, O. (2020, July 1). Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia. *DIREKTORAT JENDERAL PENGELOLAAN RUANG LAUT*. <https://kkp.go.id/djprl/artikel/21045-konservasi-perairan-sebagai-upaya-menjaga-potensi-kelautan-dan-perikanan-indonesia#:~:text=Dari%20total%20luas%20wilayah%20tersebut,km2%20adalah%20Zona%20Ekonomi%20Eksklusif>.
- Ramadhan, A., & Diamanty, M. (2021, Agustus). Kapal Asing Kerap Masuk Wilayah Laut Natuna Utara, Pemerintah Diminta Tingkatkan Patroli. *Kompas.Com*. <https://nasional.kompas.com/read/2021/09/17/12043051/kapal-asing-kerap-masuk-wilayah-laut-natuna-utara-pemerintah-diminta?page=all>
- Samudya, M. A. (2021). Pengembangan Sistem Identifikasi IUU Transshipment dengan Sistem Logika Fuzzy Tipe 2 saat Terjadi Losses Data Automatic Identification System (AIS). Institut Teknologi Sepuluh Nopember

- S. K. Singh & F. Heymann. (2020). Machine Learning-Assisted Anomaly Detection in Maritime Navigation using AIS Data. *2020 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS)*, 832–838. <https://doi.org/10.1109/PLANS46316.2020.9109806>
- Situmorang, Krisandi P., 2017. Pengembangan Perancangan Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) dan Radar untuk Identifikasi Terjadinya Illegal Transshipment Menggunakan Logika Fuzzy. ITS, Surabaya.
- Widjaja, S., Long, T. & Wirajuda, H., 2020. *Illegal, Unreported and Unregulated Fishing and Associated Drivers*. Washington: Ocean Panel.
- Winarno, E., Hadikurniawati, W., & Rosso, R. N. (n.d.). Location Based Service for Presence System Using Haversine Method.
- Y. Dian Harja & R. Sarno. (2018). Determine the best option for nearest medical services using Google maps API, Haversine and TOPSIS algorithm. *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 814–819. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350709>
- Zhou, J., Wang, C., & Zhang, A. (2020). A COLREGs-Based Dynamic Navigation Safety Domain for Unmanned Surface Vehicles: A Case Study of Dolphin-I. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/jmse8040264>

LAMPIRAN

A. Data AIS

a. Data AIS Kapal 1 Skenario 1.1a Terduga Melakukan *Transshipment*

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
216.9588	54	0.66321	126.454	18.7714	112.3950	14:05
217.0836	54	0.66442	126.456	0.6738	109.8709	14:10
217.2084	54	0.66563	126.457	0.6738	107.3872	14:15
217.3332	54	0.66685	126.459	0.6738	104.9465	14:20
217.4580	54	0.66806	126.461	0.6738	102.5516	14:25
217.5828	54	0.66928	126.462	0.6738	100.2055	14:30
217.7076	54	0.67049	126.464	0.6738	97.9115	14:35
217.8324	54	0.6717	126.466	0.6738	95.6729	14:40
217.9572	54	0.67292	126.467	0.6738	93.4934	14:45
218.0820	54	0.67413	126.469	0.6738	91.3771	14:50
218.2068	54	0.67535	126.471	0.6738	89.3280	14:55
218.3316	54	0.67656	126.473	0.6738	87.3505	15:00
218.4564	54	0.67777	126.474	0.6738	85.4494	15:05
218.5812	54	0.67899	126.476	0.6738	83.6295	15:10
218.7060	54	0.6802	126.478	0.6738	81.8958	15:15
218.8308	54	0.68142	126.479	0.6738	80.2536	15:20
218.9556	54	0.68263	126.481	0.6738	78.7083	15:25
219.0804	54	0.68384	126.483	0.6738	77.2652	15:30
219.2052	54	0.68506	126.484	0.6738	75.9299	15:35
219.3300	54	0.68627	126.486	0.6738	74.7078	15:40
219.4548	54	0.68749	126.488	0.6738	73.6041	15:45
219.5795	54	0.6887	126.49	0.6738	72.6238	15:50
219.7043	54	0.68991	126.491	0.6738	71.7716	15:55
219.8291	54	0.69113	126.493	0.6738	71.0517	16:00
219.9539	54	0.69234	126.495	0.6738	70.4678	16:05
220.0787	54	0.69356	126.496	0.6738	70.0227	16:10
220.2035	54	0.69477	126.498	0.6738	69.7189	16:15
220.3283	54	0.69598	126.5	0.6738	69.5577	16:20
220.3415	54	0.704	126.493	0.0709	13.5166	16:25
220.3546	54	0.70413	126.493	0.0709	13.4729	16:30
220.3677	54	0.70426	126.493	0.0709	13.4292	16:35
220.3809	54	0.70438	126.494	0.0709	13.3857	16:40
220.3940	54	0.70451	126.494	0.0709	13.3423	16:45
220.4071	54	0.70464	126.494	0.0709	13.2990	16:50
220.4203	54	0.70477	126.494	0.0709	13.2558	16:55

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
220.4334	54	0.70489	126.494	0.0709	13.2127	17:00
220.4466	54	0.70502	126.494	0.0709	13.1697	17:05
220.4597	54	0.70515	126.495	0.0709	13.1268	17:10
220.4728	54	0.70528	126.495	0.0709	13.0841	17:15
220.4860	54	0.70541	126.495	0.0709	13.0414	17:20
220.4991	54	0.70553	126.495	0.0709	12.9989	17:25
220.5122	54	0.70566	126.495	0.0709	6577.1579	17:30
220.5254	54	0.70579	126.496	0.0709	6578.3180	17:35
220.5385	54	0.70592	126.496	0.0709	6579.4780	17:40
220.5516	54	0.70604	126.496	0.0709	6580.6379	17:45
220.5648	54	0.70617	126.496	0.0709	6581.7977	17:50
220.5779	54	0.69841	126.503	0.6738	69.6647	17:55
220.7027	54	0.69962	126.5048	0.6738	69.9313	18:00
220.8275	54	0.70084	126.5065	0.6738	70.3377	18:05
220.9523	54	0.70205	126.5082	0.6738	70.8810	18:10
221.0771	54	0.70327	126.5099	0.6738	71.5578	18:15
221.2019	54	0.70448	126.5116	0.6738	72.3637	18:20
221.3267	54	0.70569	126.5133	0.6738	73.2943	18:25
221.4515	54	0.70691	126.5150	0.6738	74.3444	18:30
221.5763	54	0.70812	126.5167	0.6738	75.5087	18:35
221.7011	54	0.70934	126.5184	0.6738	76.7817	18:40
221.8259	54	0.71055	126.5201	0.6738	78.1575	18:45
221.9507	54	0.71176	126.5218	0.6738	79.6306	18:50
222.0755	54	0.71298	126.5235	0.6738	81.1953	18:55
222.2003	54	0.71419	126.5252	0.6738	82.8460	19:00
222.3251	54	0.71541	126.5269	0.6738	84.5774	19:05
222.4499	54	0.71662	126.5286	0.6738	86.3843	19:10
222.5747	54	0.71783	126.5303	0.6738	88.2617	19:15
222.6995	54	0.71905	126.5320	0.6738	90.2050	19:20
222.8243	54	0.72026	126.5337	0.6738	92.2096	19:25
222.949	54	0.72148	126.5354	0.6738	94.2713	19:30
223.0738	54	0.72269	126.5371	0.6738	96.3861	19:35
223.1986	54	0.7239	126.5388	0.6738	98.5504	19:40
223.3234	54	0.72512	126.5405	0.6738	100.7607	19:45
223.4482	54	0.72633	126.5422	0.6738	103.0137	19:50
223.573	54	0.72755	126.5439	0.6738	105.3064	19:55
223.6978	54	0.72876	126.5455	0.6738	107.6360	20:00
223.8226	54	0.72997	126.5472	0.6738	109.9999	20:05
223.9474	54	0.73119	126.5489	0.6738	112.3956	20:10
224.0722	54	0.7324	126.5506	0.6738	114.8210	20:15
224.197	54	0.73362	126.5523	0.6738	117.2740	20:20

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
224.3218	54	0.73483	126.5540	0.6738	119.7526	20:25
224.4466	54	0.73604	126.5557	0.6738	122.2549	20:30
224.5714	54	0.73726	126.5574	0.6738	124.7795	20:35
224.6962	54	0.73847	126.5591	0.6738	127.3246	20:40
224.821	54	0.73969	126.5608	0.6738	129.8889	20:45
224.9458	54	0.7409	126.5625	0.6738	132.4711	20:50
225.0706	54	0.74211	126.5642	0.6738	135.0698	20:55
225.1954	54	0.74333	126.5659	0.6738	137.6840	21:00
225.3202	54	0.74454	126.5676	0.6738	140.3126	21:05
225.445	54	0.74576	126.5693	0.6738	142.9546	21:10
225.5698	54	0.74697	126.5710	0.6738	145.6090	21:15
225.6946	54	0.74818	126.5727	0.6738	148.2751	21:20
225.8194	54	0.7494	126.5744	0.6738	150.9519	21:25
225.9442	54	0.75061	126.5761	0.6738	153.6387	21:30
226.069	54	0.75183	126.5778	0.6738	156.3349	21:35
226.1938	54	0.75304	126.5795	0.6738	159.0398	21:40
226.3186	54	0.75425	126.5812	0.6738	161.7527	21:45
226.4433	54	0.75547	126.5829	0.6738	164.4731	21:50
226.5681	54	0.75668	126.5846	0.6738	167.2005	21:55
226.6929	54	0.7579	126.5863	0.6738	169.9343	22:00
226.8177	54	0.75911	126.5880	0.6738	172.6740	22:05
226.9425	54	0.76032	126.5897	0.6738	175.4193	22:10
227.0673	54	0.76154	126.5914	0.6738	178.1697	22:15
227.1921	54	0.76275	126.5931	0.6738	180.9248	22:20
227.3169	54	0.76397	126.5948	0.6738	183.6843	22:25
227.4417	54	0.76518	126.5965	0.6738	186.4477	22:30
227.5665	54	0.76639	126.5982	0.6738	189.2148	22:35
227.6913	54	0.76761	126.5999	0.6738	191.9853	22:40
227.8161	54	0.76882	126.6016	0.6738	194.7588	22:45
227.9409	54	0.77003	126.6033	0.6738	197.5352	22:50
228.0657	54	0.77125	126.6050	0.6738	200.3140	22:55
228.1905	54	0.77246	126.6067	0.6738	203.0951	23:00
228.3153	54	0.77368	126.6083	0.6738	205.8783	23:05
228.4401	54	0.77489	126.6100	0.6738	208.6633	23:10
228.5649	54	0.7761	126.6117	0.6738	211.4500	23:15
228.6897	54	0.77732	126.6134	0.6738	214.2380	23:20
228.8145	54	0.77853	126.6151	0.6738	217.0273	23:25
228.9393	54	0.77975	126.6168	0.6738	219.8176	23:30
229.0641	54	0.78096	126.6185	0.6738	222.6088	23:35
229.1889	54	0.78217	126.6202	0.6738	225.4008	23:40
229.3137	54	0.78339	126.6219	0.6738	228.1933	23:45

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
229.4385	54	0.7846	126.6236	0.6738	230.9863	23:50
229.5633	54	0.78582	126.6253	0.6738	233.7795	23:55
229.6881	54	0.78703	126.6270	0.6738	236.5729	00:00
229.8129	54	0.78824	126.6287	0.6738	239.3663	00:05
229.9376	54	0.78946	126.6304	0.6738	242.1596	00:10
230.0624	54	0.79067	126.6321	0.6738	244.9527	00:15
230.1872	54	0.79189	126.6338	0.6738	247.7455	00:20
230.312	54	0.7931	126.6355	0.6738	250.5379	00:25
230.4368	54	0.79431	126.6372	0.6738	253.3297	00:30
230.5616	54	0.79553	126.6389	0.6738	256.1210	00:35
230.6864	54	0.79674	126.6406	0.6738	258.9115	00:40
230.8112	54	0.79796	126.6423	0.6738	261.7012	00:45
230.936	54	0.79917	126.6440	0.6738	264.4901	00:50
231.0608	54	0.80038	126.6457	0.6738	267.2780	00:55
231.1856	54	0.8016	126.6474	0.6738	270.0649	01:00
231.3104	54	0.80281	126.6491	0.6738	272.8506	01:05
231.4352	54	0.80403	126.6508	0.6738	275.6352	01:10
231.56	54	0.80524	126.6525	0.6738	278.4186	01:15
231.6848	54	0.80645	126.6542	0.6738	281.2006	01:20
231.8096	54	0.80767	126.6559	0.6738	283.9812	01:25
231.9344	54	0.80888	126.6576	0.6738	286.7605	01:30
232.0592	54	0.8101	126.6593	0.6738	289.5382	01:35
232.184	54	0.81131	126.6610	0.6738	292.3144	01:40
232.3088	54	0.81252	126.6627	0.6738	295.0890	01:45
232.4336	54	0.81374	126.6644	0.6738	297.8619	01:50
232.5584	54	0.81495	126.6661	0.6738	300.6331	01:55
232.6832	54	0.81617	126.6678	0.6738	303.4026	02:00
232.808	54	0.81738	126.6695	0.6738	306.1703	02:05
232.9328	54	0.81859	126.6712	0.6738	308.9362	02:10
233.0576	54	0.81981	126.6728	0.6738	311.7002	02:15
233.1824	54	0.82102	126.6745	0.6738	314.4622	02:20
233.3071	54	0.82224	126.6762	0.6738	317.2224	02:25
233.4319	54	0.82345	126.6779	0.6738	319.9805	02:30
233.5567	54	0.82466	126.6796	0.6738	322.7365	02:35
233.6815	54	0.82588	126.6813	0.6738	325.4905	02:40
233.8063	54	0.82709	126.6830	0.6738	328.2424	02:45
233.9311	54	0.82831	126.6847	0.6738	330.9922	02:50
234.0559	54	0.82952	126.6864	0.6738	333.7398	02:55
234.1807	54	0.83073	126.6881	0.6738	336.4852	03:00
234.3055	54	0.83195	126.6898	0.6738	339.2284	03:05
234.4303	54	0.83316	126.6915	0.6738	341.9693	03:10

Total Jarak (Km)	Heading ($^{\circ}$)	Latitude ($^{\circ}$)	Longitude ($^{\circ}$)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
234.5551	54	0.83438	126.6932	0.6738	344.7079	03:15
234.6799	54	0.83559	126.6949	0.6738	347.4442	03:20
234.8047	54	0.8368	126.6966	0.6738	350.1782	03:25
234.9295	54	0.83802	126.6983	0.6738	352.9098	03:30
235.0543	54	0.83923	126.7000	0.6738	355.6391	03:35
235.1791	54	0.84045	126.7017	0.6738	358.3659	03:40
235.3039	54	0.84166	126.7034	0.6738	361.0903	03:45
235.4287	54	0.84287	126.7051	0.6738	363.8122	03:50
235.5535	54	0.84409	126.7068	0.6738	366.5316	03:55
235.6783	54	0.8453	126.7085	0.6738	369.2486	04:00
235.8031	54	0.84651	126.7102	0.6738	371.9630	04:05
235.9279	54	0.84773	126.7119	0.6738	374.6749	04:10
236.0527	54	0.84894	126.7136	0.6738	377.3842	04:15
236.1775	54	0.85016	126.7153	0.6738	380.0910	04:20
236.3023	54	0.85137	126.7170	0.6738	382.7951	04:25
236.4271	54	0.85258	126.7187	0.6738	385.4967	04:30
236.5519	54	0.8538	126.7204	0.6738	388.1956	04:35
236.6767	54	0.85501	126.7221	0.6738	390.8919	04:40
236.8014	54	0.85623	126.7238	0.6738	393.5855	04:45
236.9262	54	0.85744	126.7255	0.6738	396.2764	04:50
237.051	54	0.85865	126.7272	0.6738	398.9647	04:55
237.1758	54	0.85987	126.7289	0.6738	401.6502	05:00
237.3006	54	0.86108	126.7306	0.6738	404.3330	05:05
237.4254	54	0.8623	126.7323	0.6738	407.0131	05:10
237.5502	54	0.86351	126.7340	0.6738	409.6905	05:15
237.675	54	0.86472	126.7356	0.6738	412.3651	05:20
237.7998	54	0.86594	126.7373	0.6738	415.0369	05:25
237.9246	54	0.86715	126.7390	0.6738	417.7059	05:30
238.0494	54	0.86837	126.7407	0.6738	420.3721	05:35
238.1742	54	0.86958	126.7424	0.6738	423.0356	05:40
238.299	54	0.87079	126.7441	0.6738	425.6962	05:45
238.4238	54	0.87201	126.7458	0.6738	428.3539	05:50
238.5486	54	0.87322	126.7475	0.6738	431.0089	05:55
238.6734	54	0.87444	126.7492	0.6738	433.6610	06:00
238.7982	54	0.87565	126.7509	0.6738	436.3102	06:05
238.923	54	0.87686	126.7526	0.6738	438.9565	06:10
239.0478	54	0.87808	126.7543	0.6738	441.6000	06:15
239.1726	54	0.87929	126.7560	0.6738	444.2406	06:20
239.2974	54	0.88051	126.7577	0.6738	446.8783	06:25
239.4222	54	0.88172	126.7594	0.6738	449.5130	06:30
239.547	54	0.88293	126.7611	0.6738	452.1449	06:35

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
239.6718	54	0.88415	126.7628	0.6738	454.7738	06:40
239.7966	54	0.88536	126.7645	0.6738	457.3999	06:45
239.9214	54	0.88658	126.7662	0.6738	460.0229	06:50
240.0462	54	0.88779	126.7679	0.6738	462.6430	06:55
240.171	54	0.889	126.7696	0.6738	465.2602	07:00
240.2957	54	0.89022	126.7713	0.6738	467.8744	07:05
240.4205	54	0.89143	126.7730	0.6738	470.4856	07:10
240.5453	54	0.89265	126.7747	0.6738	473.0939	07:15
240.6701	54	0.89386	126.7764	0.6738	475.6992	07:20
240.7949	54	0.89507	126.7781	0.6738	478.3015	07:25
240.9197	54	0.89629	126.7798	0.6738	480.9008	07:30
241.0445	54	0.8975	126.7815	0.6738	483.4971	07:35
241.1693	54	0.89872	126.7832	0.6738	486.0904	07:40
241.2941	54	0.89993	126.7849	18.7714	8264.4537	07:45

b. Data AIS Kapal 2 Skenario 1.1a Terduga Melakukan *Transshipment*

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
204.7714	55	0.68067	126.457	17.9343	14:10
204.8612	55	0.68154	126.458	0.48471	14:15
204.951	55	0.6824	126.46	0.48471	14:20
205.0407	55	0.68326	126.461	0.48471	14:25
205.1305	55	0.68413	126.462	0.48471	14:30
205.2203	55	0.68499	126.463	0.48471	14:35
205.31	55	0.68586	126.464	0.48471	14:40
205.3998	55	0.68672	126.466	0.48471	14:45
205.4896	55	0.68758	126.467	0.48471	14:50
205.5793	55	0.68845	126.468	0.48471	14:55
205.6691	55	0.68931	126.469	0.48471	15:00
205.7589	55	0.69018	126.471	0.48471	15:05
205.8486	55	0.69104	126.472	0.48471	15:10
205.9384	55	0.6919	126.473	0.48471	15:15
206.0282	55	0.69277	126.474	0.48471	15:20
206.118	55	0.69363	126.475	0.48471	15:25
206.2077	55	0.6945	126.477	0.48471	15:30
206.2975	55	0.69536	126.478	0.48471	15:35
206.3873	55	0.69623	126.479	0.48471	15:40
206.477	55	0.69709	126.48	0.48471	15:45
206.5668	55	0.69795	126.481	0.48471	15:50
206.6566	55	0.69882	126.483	0.48471	15:55

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
206.7463	55	0.69968	126.484	0.48471	16:00
206.8361	55	0.70055	126.485	0.48471	16:05
206.9259	55	0.70141	126.486	0.48471	16:10
207.0156	55	0.70227	126.488	0.48471	16:15
207.1054	55	0.70314	126.489	0.48471	16:20
207.1952	55	0.704	126.49	0.48471	16:25
207.209	55	0.70413	126.49	0.07457	16:30
207.2228	55	0.70427	126.49	0.07457	16:35
207.2366	55	0.7044	126.491	0.07457	16:40
207.2504	55	0.70453	126.491	0.07457	16:45
207.2642	55	0.70467	126.491	0.07457	16:50
207.278	55	0.7048	126.491	0.07457	16:55
207.2918	55	0.70493	126.491	0.07457	17:00
207.3057	55	0.70507	126.492	0.07457	17:05
207.3195	55	0.7052	126.492	0.07457	17:10
207.3333	55	0.70533	126.492	0.07457	17:15
207.3471	55	0.70546	126.492	0.07457	17:20
207.3609	55	0.7056	126.492	0.07457	17:25
207.3747	55	0.70573	126.492	0.48471	17:30
207.4645	55	0.70659	126.494	0.48471	17:35
207.5542	55	0.70746	126.495	0.48471	17:40
207.644	55	0.70832	126.496	0.48471	17:45
207.7338	55	0.70919	126.497	0.48471	17:50
207.8236	55	0.71005	126.499	0.48471	17:55
207.9133	55	0.71091	126.5	0.48471	18:00
208.0031	55	0.71178	126.501	0.48471	18:05
208.0929	55	0.71264	126.502	0.48471	18:10
208.1826	55	0.71351	126.503	0.48471	18:15
208.2724	55	0.71437	126.505	0.48471	18:20
208.3622	55	0.71524	126.506	0.48471	18:25
208.4519	55	0.7161	126.507	0.48471	18:30
208.5417	55	0.71696	126.508	0.48471	18:35
208.6315	55	0.71783	126.51	0.48471	18:40
208.7212	55	0.71869	126.511	0.48471	18:45
208.811	55	0.71956	126.512	0.48471	18:50
208.9008	55	0.72042	126.513	0.48471	18:55
208.9905	55	0.72128	126.514	0.48471	19:00
209.0803	55	0.72215	126.516	0.48471	19:05
209.1701	55	0.72301	126.517	0.48471	19:10
209.2598	55	0.72388	126.518	0.48471	19:15
209.3496	55	0.72474	126.519	0.48471	19:20

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
209.4394	55	0.7256	126.521	0.48471	19:25
209.5292	55	0.72647	126.522	0.48471	19:30
209.6189	55	0.72733	126.523	0.48471	19:35
209.7087	55	0.7282	126.524	0.48471	19:40
209.7985	55	0.72906	126.525	0.48471	19:45
209.8882	55	0.72992	126.527	0.48471	19:50
209.978	55	0.73079	126.528	0.48471	19:55
210.0678	55	0.73165	126.529	0.48471	20:00
210.1575	55	0.73252	126.53	0.48471	20:05
210.2473	55	0.73338	126.532	0.48471	20:10
210.3371	55	0.73425	126.533	0.48471	20:15
210.4268	55	0.73511	126.534	0.48471	20:20
210.5166	55	0.73597	126.535	0.48471	20:25
210.6064	55	0.73684	126.536	0.48471	20:30
210.6961	55	0.7377	126.538	0.48471	20:35
210.7859	55	0.73857	126.539	0.48471	20:40
210.8757	55	0.73943	126.54	0.48471	20:45
210.9654	55	0.74029	126.541	0.48471	20:50
211.0552	55	0.74116	126.543	0.48471	20:55
211.145	55	0.74202	126.544	0.48471	21:00
211.2347	55	0.74289	126.545	0.48471	21:05
211.3245	55	0.74375	126.546	0.48471	21:10
211.4143	55	0.74461	126.547	0.48471	21:15
211.5041	55	0.74548	126.549	0.48471	21:20
211.5938	55	0.74634	126.55	0.48471	21:25
211.6836	55	0.74721	126.551	0.48471	21:30
211.7734	55	0.74807	126.552	0.48471	21:35
211.8631	55	0.74893	126.554	0.48471	21:40
211.9529	55	0.7498	126.555	0.48471	21:45
212.0427	55	0.75066	126.556	0.48471	21:50
212.1324	55	0.75153	126.557	0.48471	21:55
212.2222	55	0.75239	126.558	0.48471	22:00
212.312	55	0.75326	126.56	0.48471	22:05
212.4017	55	0.75412	126.561	0.48471	22:10
212.4915	55	0.75498	126.562	0.48471	22:15
212.5813	55	0.75585	126.563	0.48471	22:20
212.671	55	0.75671	126.565	0.48471	22:25
212.7608	55	0.75758	126.566	0.48471	22:30
212.8506	55	0.75844	126.567	0.48471	22:35
212.9403	55	0.7593	126.568	0.48471	22:40
213.0301	55	0.76017	126.569	0.48471	22:45

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
213.1199	55	0.76103	126.571	0.48471	22:50
213.2097	55	0.7619	126.572	0.48471	22:55
213.2994	55	0.76276	126.573	0.48471	23:00
213.3892	55	0.76362	126.574	0.48471	23:05
213.479	55	0.76449	126.575	0.48471	23:10
213.5687	55	0.76535	126.577	0.48471	23:15
213.6585	55	0.76622	126.578	0.48471	23:20
213.7483	55	0.76708	126.579	0.48471	23:25
213.838	55	0.76794	126.58	0.48471	23:30
213.9278	55	0.76881	126.582	0.48471	23:35
214.0176	55	0.76967	126.583	0.48471	23:40
214.1073	55	0.77054	126.584	0.48471	23:45
214.1971	55	0.7714	126.585	0.48471	23:50
214.2869	55	0.77227	126.586	0.48471	23:55
214.3766	55	0.77313	126.588	0.48471	00:00
214.4664	55	0.77399	126.589	0.48471	00:05
214.5562	55	0.77486	126.59	0.48471	00:10
214.6459	55	0.77572	126.591	0.48471	00:15
214.7357	55	0.77659	126.593	0.48471	00:20
214.8255	55	0.77745	126.594	0.48471	00:25
214.9153	55	0.77831	126.595	0.48471	00:30
215.005	55	0.77918	126.596	0.48471	00:35
215.0948	55	0.78004	126.597	0.48471	00:40
215.1846	55	0.78091	126.599	0.48471	00:45
215.2743	55	0.78177	126.6	0.48471	00:50
215.3641	55	0.78263	126.601	0.48471	00:55
215.4539	55	0.7835	126.602	0.48471	01:00
215.5436	55	0.78436	126.604	0.48471	01:05
215.6334	55	0.78523	126.605	0.48471	01:10
215.7232	55	0.78609	126.606	0.48471	01:15
215.8129	55	0.78695	126.607	0.48471	01:20
215.9027	55	0.78782	126.608	0.48471	01:25
215.9925	55	0.78868	126.61	0.48471	01:30
216.0822	55	0.78955	126.611	0.48471	01:35
216.172	55	0.79041	126.612	0.48471	01:40
216.2618	55	0.79128	126.613	0.48471	01:45
216.3515	55	0.79214	126.615	0.48471	01:50
216.4413	55	0.793	126.616	0.48471	01:55
216.5311	55	0.79387	126.617	0.48471	02:00
216.6208	55	0.79473	126.618	0.48471	02:05
216.7106	55	0.7956	126.619	0.48471	02:10

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
216.8004	55	0.79646	126.621	0.48471	02:15
216.8902	55	0.79732	126.622	0.48471	02:20
216.9799	55	0.79819	126.623	0.48471	02:25
217.0697	55	0.79905	126.624	0.48471	02:30
217.1595	55	0.79992	126.626	0.48471	02:35
217.2492	55	0.80078	126.627	0.48471	02:40
217.339	55	0.80164	126.628	0.48471	02:45
217.4288	55	0.80251	126.629	0.48471	02:50
217.5185	55	0.80337	126.63	0.48471	02:55
217.6083	55	0.80424	126.632	0.48471	03:00
217.6981	55	0.8051	126.633	0.48471	03:05
217.7878	55	0.80596	126.634	0.48471	03:10
217.8776	55	0.80683	126.635	0.48471	03:15
217.9674	55	0.80769	126.637	0.48471	03:20
218.0571	55	0.80856	126.638	0.48471	03:25
218.1469	55	0.80942	126.639	0.48471	03:30
218.2367	55	0.81029	126.64	0.48471	03:35
218.3264	55	0.81115	126.641	0.48471	03:40
218.4162	55	0.81201	126.643	0.48471	03:45
218.506	55	0.81288	126.644	0.48471	03:50
218.5958	55	0.81374	126.645	0.48471	03:55
218.6855	55	0.81461	126.646	0.48471	04:00
218.7753	55	0.81547	126.648	0.48471	04:05
218.8651	55	0.81633	126.649	0.48471	04:10
218.9548	55	0.8172	126.65	0.48471	04:15
219.0446	55	0.81806	126.651	0.48471	04:20
219.1344	55	0.81893	126.652	0.48471	04:25
219.2241	55	0.81979	126.654	0.48471	04:30
219.3139	55	0.82065	126.655	0.48471	04:35
219.4037	55	0.82152	126.656	0.48471	04:40
219.4934	55	0.82238	126.657	0.48471	04:45
219.5832	55	0.82325	126.659	0.48471	04:50
219.673	55	0.82411	126.66	0.48471	04:55
219.7627	55	0.82497	126.661	0.48471	05:00
219.8525	55	0.82584	126.662	0.48471	05:05
219.9423	55	0.8267	126.663	0.48471	05:10
220.032	55	0.82757	126.665	0.48471	05:15
220.1218	55	0.82843	126.666	0.48471	05:20
220.2116	55	0.8293	126.667	0.48471	05:25
220.3014	55	0.83016	126.668	0.48471	05:30
220.3911	55	0.83102	126.669	0.48471	05:35

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
220.4809	55	0.83189	126.671	0.48471	05:40
220.5707	55	0.83275	126.672	0.48471	05:45
220.6604	55	0.83362	126.673	0.48471	05:50
220.7502	55	0.83448	126.674	0.48471	05:55
220.84	55	0.83534	126.676	0.48471	06:00
220.9297	55	0.83621	126.677	0.48471	06:05
221.0195	55	0.83707	126.678	0.48471	06:10
221.1093	55	0.83794	126.679	0.48471	06:15
221.199	55	0.8388	126.68	0.48471	06:20
221.2888	55	0.83966	126.682	0.48471	06:25
221.3786	55	0.84053	126.683	0.48471	06:30
221.4683	55	0.84139	126.684	0.48471	06:35
221.5581	55	0.84226	126.685	0.48471	06:40
221.6479	55	0.84312	126.687	0.48471	06:45
221.7376	55	0.84398	126.688	0.48471	06:50
221.8274	55	0.84485	126.689	0.48471	06:55
221.9172	55	0.84571	126.69	0.48471	07:00
222.0069	55	0.84658	126.691	0.48471	07:05
222.0967	55	0.84744	126.693	0.48471	07:10
222.1865	55	0.84831	126.694	0.48471	07:15
222.2763	55	0.84917	126.695	0.48471	07:20
222.366	55	0.85003	126.696	0.48471	07:25
222.4558	55	0.8509	126.698	0.48471	07:30
222.5456	55	0.85176	126.699	0.48471	07:35
222.6353	55	0.85263	126.7	0.48471	07:40
222.7251	55	0.85349	126.701	0.48471	07:45
222.8149	55	0.85435	126.702	0.48471	07:50
222.9046	55	0.85522	126.704	0.48471	07:55
222.9944	55	0.85608	126.705	0.48471	08:00
223.0842	55	0.85695	126.706	0.48471	08:05
223.1739	55	0.85781	126.707	0.48471	08:10
223.2637	55	0.85867	126.709	0.48471	08:15
223.3535	55	0.85954	126.71	0.48471	08:20
223.4432	55	0.8604	126.711	0.48471	08:25
223.533	55	0.86127	126.712	0.48471	08:30
223.6228	55	0.86213	126.713	0.48471	08:35
223.7125	55	0.86299	126.715	0.48471	08:40
223.8023	55	0.86386	126.716	0.48471	08:45
223.8921	55	0.86472	126.717	0.48471	08:50
223.9819	55	0.86559	126.718	0.48471	08:55
224.0716	55	0.86645	126.72	0.48471	09:00

Total Jarak (Km)	Heading	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Waktu
224.1614	55	0.86732	126.721	0.48471	09:05
224.2512	55	0.86818	126.722	0.48471	09:10
224.3409	55	0.86904	126.723	0.48471	09:15
224.4307	55	0.86991	126.724	0.48471	09:20
224.5205	55	0.87077	126.726	0.48471	09:25
224.6102	55	0.87164	126.727	0.48471	09:30
224.7	55	0.8725	126.728	17.9343	09:35

c. Data AIS Kapal 1 Skenario 1.2a Terduga Melakukan *Transshipment*

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
0.9124	59	-1.24992	124.1999	4.9265	1709.232	15:40
1.8248	59	-1.24205	124.2128	4.9265	1555.601	15:45
2.7372	59	-1.23417	124.2256	4.9265	1458.616	15:50
3.6496	59	-1.22629	124.2384	4.9265	1359.021	15:55
4.562	59	-1.21842	124.2512	4.9265	1217.293	16:00
5.4744	59	-1.21054	124.2641	4.9265	1110.205	16:05
6.3868	59	-1.20266	124.2769	4.9265	980.0171	16:10
7.2991	59	-1.19479	124.2897	4.9265	883.921	16:15
8.2115	59	-1.18691	124.3025	4.9265	798.2342	16:20
9.1239	59	-1.17904	124.3154	4.9265	695.3388	16:25
10.036	59	-1.17116	124.3282	4.9265	593.4859	16:30
10.949	59	-1.16328	124.341	4.9265	489.4327	16:35
11.861	59	-1.15541	124.3538	4.9265	332.1194	16:40
12.774	59	-1.14753	124.3667	4.9265	103.8457	16:45
12.831	59	-1.14704	124.3675	0.3079	101.752	16:50
12.888	59	-1.14654	124.3683	0.3079	99.65936	16:55
12.945	59	-1.14605	124.3691	0.3079	97.56786	17:00
13.002	59	-1.14556	124.3699	0.3079	95.47759	17:05
13.059	59	-1.14507	124.3707	0.3079	93.38869	17:10
13.116	59	-1.14458	124.3715	0.3079	91.30128	17:15
13.173	59	-1.14408	124.3723	0.3079	89.2155	17:20
13.23	59	-1.14359	124.3731	0.3079	87.13152	17:25
13.287	59	-1.1431	124.3739	0.3079	85.0495	17:30
13.344	59	-1.14261	124.3747	0.3079	82.96965	17:35
13.401	59	-1.14211	124.3755	0.3079	80.89215	17:40
13.458	59	-1.14162	124.3763	0.3079	78.81726	17:45
13.515	59	-1.14113	124.3771	0.3079	76.74522	17:50
13.572	59	-1.14064	124.3779	0.3079	74.67632	17:55
13.629	59	-1.14014	124.3787	0.3079	72.61088	18:00
13.686	59	-1.13965	124.3795	4.9265	70.54926	18:05

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
13.714	59	-1.13941	124.3799	0.1493	66.53748	18:10
13.741	59	-1.13918	124.3803	0.1493	62.52876	18:15
13.769	59	-1.13894	124.3807	0.1493	58.5241	18:20
13.796	59	-1.1387	124.381	0.1493	54.52478	18:25
13.824	59	-1.13846	124.3814	0.1493	50.53249	18:30
13.852	59	-1.13822	124.3818	0.1493	46.54949	18:35
13.879	59	-1.13798	124.3822	0.1493	42.57891	18:40
13.907	59	-1.13774	124.3826	0.1493	38.62511	18:45
13.935	59	-1.1375	124.383	0.1493	34.69445	18:50
13.962	59	-1.13727	124.3834	0.1493	30.7965	18:55
13.99	59	-1.13703	124.3838	0.1493	26.94625	19:00
14.018	59	-1.13679	124.3842	0.1493	23.16841	19:05
14.045	59	-1.13655	124.3845	0.1493	19.50622	19:10
14.073	59	-1.13631	124.3849	0.1493	16.04043	19:15
14.101	59	-1.13607	124.3853	0.1493	12.93161	19:20
14.128	59	-1.13583	124.3857	0.1493	10.50376	19:25
14.156	59	-1.13559	124.3861	0.1493	9.929682	19:30
14.184	59	-1.13536	124.3865	0.1493	9.803776	19:35
14.211	59	-1.13512	124.3869	0.1493	10.143	19:40
14.239	59	-1.13488	124.3873	0.1493	10.90426	19:45
14.267	59	-1.13464	124.3877	0.1493	12.00777	19:50
14.294	59	-1.1344	124.388	0.1493	13.36923	19:55
14.322	59	-1.13416	124.3884	0.1493	14.91837	20:00
14.349	59	-1.13392	124.3888	0.1493	16.60288	20:05
14.377	59	-1.13369	124.3892	0.1493	18.38573	20:10
14.405	59	-1.13345	124.3896	0.1493	20.24108	20:15
14.432	59	-1.13321	124.39	0.1493	22.15084	20:20
14.128	59	-1.13297	124.3904	0.1493	24.10218	20:25
14.156	59	-1.13273	124.3908	0.1493	26.08587	20:30
14.184	59	-1.13249	124.3912	0.1493	28.09515	20:35
14.211	59	-1.13225	124.3915	0.1493	30.12499	20:40
14.239	59	-1.13201	124.3919	0.1493	32.17158	20:45
14.598	59	-1.13178	124.3923	4.9265	34.23198	20:50
15.511	59	-1.1239	124.4051	4.9265	34.2439	20:55
16.423	59	-1.11602	124.418	4.9265	88.51089	21:00
17.335	59	-1.10815	124.4308	4.9265	145.8567	21:05
18.248	59	-1.10027	124.4436	4.9265	203.9854	21:10
19.16	59	-1.09239	124.4564	4.9265	262.5999	21:15
20.073	59	-1.08452	124.4693	4.9265	321.6157	21:20
20.985	59	-1.07664	124.4821	4.9265	380.9987	21:25
21.897	59	-1.06876	124.4949	4.9265	440.7315	21:30
22.81	59	-1.06089	124.5078	4.9265	500.8039	21:35
23.722	59	-1.05301	124.5206	4.9265	561.2089	21:40
24.635	59	-1.04513	124.5334	4.9265	621.9412	21:45

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
25.547	59	-1.03726	124.5462	4.9265	682.9965	21:50
26.459	59	-1.02938	124.5591	4.9265	744.3711	21:55
27.372	59	-1.02151	124.5719	4.9265	806.0618	22:00
28.284	59	-1.01363	124.5847	4.9265	868.0654	22:05
29.197	59	-1.00575	124.5975	4.9265	930.379	22:10
30.109	59	-0.99788	124.6104	4.9265	992.9998	22:15
31.021	59	-0.99	124.6232	4.9265	1055.925	22:20
31.934	59	-0.98212	124.636	4.9265	1119.152	22:25
32.846	59	-0.97425	124.6488	4.9265	1096.001	22:30
33.759	59	-0.96637	124.6617	4.9265	904.9468	22:35
34.671	59	-0.95849	124.6745	4.9265	694.1948	22:40
35.583	59	-0.95062	124.6873	4.9265	490.4608	22:45
36.496	59	-0.94274	124.7001	4.9265	246.2155	22:50
37.408	59	-0.93486	124.713	4.9265	251.5038	22:55
38.321	59	-0.92699	124.7258	4.9265	256.8266	23:00
39.233	59	-0.91911	124.7386	4.9265	262.1828	23:05
40.145	59	-0.91123	124.7514	4.9265	267.5712	23:10
41.058	59	-0.90336	124.7643	4.9265	272.9908	23:15
41.97	59	-0.89548	124.7771	4.9265	335.8225	23:20
42.882	59	-0.8876	124.7899	4.9265	400.3749	23:25
43.795	59	-0.87973	124.8028	4.9265	466.0763	23:30
44.707	59	-0.87185	124.8156	4.9265	532.6253	23:35
45.62	59	-0.86398	124.8284	4.9265	599.8487	23:40
46.532	59	-0.8561	124.8412	4.9265	667.6398	23:45
47.444	59	-0.84822	124.8541	4.9265	735.9288	23:50
48.357	59	-0.84035	124.8669	4.9265	804.6678	23:55
49.269	59	-0.83247	124.8797	4.9265	873.8225	00:00
50.182	59	-0.82459	124.8925	4.9265	943.3675	00:05
51.094	59	-0.81672	124.9054	4.9265	1013.283	00:10
52.006	59	-0.80884	124.9182	4.9265	1083.554	00:15
52.919	59	-0.80096	124.931	4.9265	1154.167	00:20
53.831	59	-0.79309	124.9438	4.9265	1164.261	00:25
54.744	59	-0.78521	124.9567	4.9265	1174.355	00:30
55.656	59	-0.77733	124.9695	4.9265	1184.448	00:35
56.568	59	-0.76946	124.9823	4.9265	1194.539	00:40
57.481	59	-0.76158	124.9951	4.9265	1204.626	00:45
58.393	59	-0.7537	125.008	4.9265	1214.709	00:50
59.306	59	-0.74583	125.0208	4.9265	1224.787	00:55
60.218	59	-0.73795	125.0336	4.9265	1234.859	01:00
61.13	59	-0.73007	125.0464	4.9265	1244.923	01:05
62.043	59	-0.7222	125.0593	4.9265	1254.979	01:10
62.955	59	-0.71432	125.0721	4.9265	1265.025	01:15
63.868	59	-0.70645	125.0849	4.9265	1275.061	01:20
64.78	59	-0.69857	125.0978	4.9265	1285.086	01:25

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
65.692	59	-0.69069	125.1106	4.9265	1295.098	01:30
66.605	59	-0.68282	125.1234	4.9265	1305.097	01:35
67.517	59	-0.67494	125.1362	4.9265	1315.081	01:40
68.429	59	-0.66706	125.1491	4.9265	1325.05	01:45
69.342	59	-0.65919	125.1619	4.9265	1335.003	01:50
70.254	59	-0.65131	125.1747	4.9265	1344.938	01:55
71.167	59	-0.64343	125.1875	4.9265	1354.855	02:00
72.079	59	-0.63556	125.2004	4.9265	1364.753	02:05
72.991	59	-0.62768	125.2132	4.9265	1374.63	02:10
73.904	59	-0.6198	125.226	4.9265	1384.487	02:15
74.816	59	-0.61193	125.2388	4.9265	1394.32	02:20
75.729	59	-0.60405	125.2517	4.9265	1404.131	02:25
76.641	59	-0.59617	125.2645	4.9265	1413.918	02:30
77.553	59	-0.5883	125.2773	4.9265	1423.68	02:35
78.466	59	-0.58042	125.2901	4.9265	1433.415	02:40
79.378	59	-0.57254	125.303	4.9265	1443.124	02:45
80.291	59	-0.56467	125.3158	4.9265	1452.805	02:50
81.203	59	-0.55679	125.3286	4.9265	1462.457	02:55
82.115	59	-0.54892	125.3414	4.9265	1472.079	03:00
83.028	59	-0.54104	125.3543	4.9265	1481.67	03:05
83.94	59	-0.53316	125.3671	4.9265	1491.23	03:10
84.853	59	-0.52529	125.3799	4.9265	1500.758	03:15
85.765	59	-0.51741	125.3928	4.9265	1510.252	03:20
86.677	59	-0.50953	125.4056	4.9265	1519.711	03:25
87.59	59	-0.50166	125.4184	4.9265	1529.136	03:30
88.502	59	-0.49378	125.4312	4.9265	1538.524	03:35
89.415	59	-0.4859	125.4441	4.9265	1547.875	03:40
90.327	59	-0.47803	125.4569	4.9265	1557.189	03:45
91.239	59	-0.47015	125.4697	4.9265	1566.463	03:50
92.152	59	-0.46227	125.4825	4.9265	1575.698	03:55
93.064	59	-0.4544	125.4954	4.9265	1584.892	04:00
93.976	59	-0.44652	125.5082	4.9265	1594.044	04:05
94.889	59	-0.43864	125.521	4.9265	1603.155	04:10
95.801	59	-0.43077	125.5338	4.9265	1612.221	04:15
96.714	59	-0.42289	125.5467	4.9265	1621.244	04:20
97.626	59	-0.41501	125.5595	4.9265	1630.222	04:25
98.538	59	-0.40714	125.5723	4.9265	1639.154	04:30
99.451	59	-0.39926	125.5851	4.9265	1648.04	04:35
100.36	59	-0.39139	125.598	4.9265	1656.877	04:40
101.28	59	-0.38351	125.6108	4.9265	1665.667	04:45
102.19	59	-0.37563	125.6236	4.9265	1674.407	04:50
103.1	59	-0.36776	125.6364	4.9265	1683.097	04:55
104.01	59	-0.35988	125.6493	4.9265	1691.736	05:00
104.93	59	-0.352	125.6621	4.9265	1700.323	05:05

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
105.84	59	-0.34413	125.6749	4.9265	1708.858	05:10
106.75	59	-0.33625	125.6878	4.9265	1717.34	05:15
107.66	59	-0.32837	125.7006	4.9265	1725.767	05:20
108.57	59	-0.3205	125.7134	4.9265	1734.139	05:25
109.49	59	-0.31262	125.7262	4.9265	1742.456	05:30
110.4	59	-0.30474	125.7391	4.9265	1750.716	05:35
111.31	59	-0.29687	125.7519	4.9265	1758.918	05:40
112.22	59	-0.28899	125.7647	4.9265	1767.062	05:45
113.14	59	-0.28111	125.7775	4.9265	1775.147	05:50
114.05	59	-0.27324	125.7904	4.9265	1783.173	05:55
114.96	59	-0.26536	125.8032	4.9265	1791.137	06:00
115.87	59	-0.25749	125.816	4.9265	1799.041	06:05
116.79	59	-0.24961	125.8288	4.9265	1806.882	06:10
117.7	59	-0.24173	125.8417	4.9265	1814.661	06:15
118.61	59	-0.23386	125.8545	4.9265	1822.376	06:20
119.52	59	-0.22598	125.8673	4.9265	1830.026	06:25
120.44	59	-0.2181	125.8801	4.9265	1837.611	06:30
121.35	59	-0.21023	125.893	4.9265	1845.131	06:35
122.26	59	-0.20235	125.9058	4.9265	1852.584	06:40
123.17	59	-0.19447	125.9186	4.9265	1859.969	06:45
124.09	59	-0.1866	125.9314	4.9265	1867.287	06:50
125	59	-0.17872	125.9443	4.9265	1874.536	06:55
125.91	59	-0.17084	125.9571	4.9265	1881.715	07:00
126.82	59	-0.16297	125.9699	4.9265	1888.824	07:05
127.74	59	-0.15509	125.9827	4.9265	1895.863	07:10
128.65	59	-0.14721	125.9956	4.9265	1902.829	07:15
129.56	59	-0.13934	126.0084	4.9265	1909.724	07:20
130.47	59	-0.13146	126.0212	4.9265	1916.545	07:25
131.38	59	-0.12358	126.0341	4.9265	1923.293	07:30
132.3	59	-0.11571	126.0469	4.9265	1929.967	07:35
133.21	59	-0.10783	126.0597	4.9265	1936.566	07:40
134.12	59	-0.09996	126.0725	4.9265	1943.089	07:45
135.03	59	-0.09208	126.0854	4.9265	1949.536	07:50
135.95	59	-0.0842	126.0982	4.9265	1955.906	07:55
136.86	59	-0.07633	126.111	4.9265	1962.199	08:00
137.77	59	-0.06845	126.1238	4.9265	1968.413	08:05
138.68	59	-0.06057	126.1367	4.9265	1974.549	08:10
139.6	59	-0.0527	126.1495	4.9265	1980.605	08:15
140.51	59	-0.04482	126.1623	4.9265	1720.677	08:20
141.42	59	-0.03694	126.1751	4.9265	1443.119	08:25
142.33	59	-0.02907	126.188	4.9265	1162.965	08:30
143.25	59	-0.02119	126.2008	4.9265	892.0346	08:35
144.16	59	-0.01331	126.2136	4.9265	742.6675	08:40
145.07	59	-0.00544	126.2264	4.9265	854.3999	08:45

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
145.98	59	0.002439	126.2393	4.9265	906.7874	08:50
146.9	59	0.010316	126.2521	4.9265	961.3136	08:55
147.81	59	0.018192	126.2649	4.9265	1017.636	09:00
148.72	59	0.026069	126.2777	4.9265	1075.473	09:05
149.63	59	0.033945	126.2906	4.9265	1134.593	09:10
150.54	59	0.041822	126.3034	4.9265	1194.807	09:15
151.46	59	0.049698	126.3162	4.9265	1255.958	09:20
152.37	59	0.057575	126.3291	4.9265	1317.915	09:25
153.28	59	0.065451	126.3419	4.9265	1380.569	09:30
154.19	59	0.073328	126.3547	4.9265	1443.83	09:35
155.11	59	0.081204	126.3675	4.9265	1507.62	09:40
156.02	59	0.089081	126.3804	4.9265	1775.201	09:45
156.93	59	0.096957	126.3932	4.9265	2603.535	09:50
157.84	59	0.104834	126.406	4.9265	3091.563	09:55
158.76	59	0.11271	126.4188	4.9265	3471.055	10:00
159.67	59	0.120587	126.4317	4.9265	3851.3	10:05
160.58	59	0.128463	126.4445	4.9265	4232.047	10:10
161.49	59	0.13634	126.4573	4.9265	4613.122	10:15
162.41	59	0.144216	126.4701	4.9265	4994.398	10:20
163.32	59	0.152093	126.483	4.9265	5375.783	10:25
164.23	59	0.159969	126.4958	4.9265	5757.2	10:30
165.14	59	0.167846	126.5086	4.9265	6138.589	10:35
166.06	59	0.175722	126.5214	4.9265	6519.895	10:40
166.97	59	0.183599	126.5343	4.9265	6901.073	10:45
167.88	59	0.191475	126.5471	4.9265	7282.077	10:50
168.79	59	0.199352	126.5599	4.9265	5810.076	10:55
169.71	59	0.207228	126.5727	4.9265	5897.007	11:00
170.62	59	0.215105	126.5856	4.9265	5983.871	11:05
171.53	59	0.222981	126.5984	4.9265	6070.654	11:10
172.44	59	0.230858	126.6112	4.9265	6157.343	11:15
173.35	59	0.238734	126.6241	4.9265	6243.924	11:20
174.27	59	0.246611	126.6369	4.9265	6330.384	11:25
175.18	59	0.254487	126.6497	4.9265	6416.712	11:30
176.09	59	0.262364	126.6625	4.9265	6502.894	11:35
177	59	0.27024	126.6754	4.9265	6588.918	11:40
177.92	59	0.278117	126.6882	4.9265	6674.772	11:45
178.83	59	0.285993	126.701	4.9265	6760.445	11:50
179.74	59	0.29387	126.7138	4.9265	6845.923	11:55
180.65	59	0.301746	126.7267	4.9265	6931.195	12:00
181.57	59	0.309623	126.7395	4.9265	7016.25	12:05
182.48	59	0.317499	126.7523	4.9265	7101.075	12:10
183.39	59	0.325376	126.7651	4.9265	7185.66	12:15
184.3	59	0.333252	126.778	4.9265	7269.992	12:20
185.22	59	0.341129	126.7908	4.9265	7354.059	12:25

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
186.13	59	0.349005	126.8036	4.9265	7437.851	12:30
187.04	59	0.356882	126.8164	4.9265	7521.355	12:35
187.95	59	0.364758	126.8293	4.9265	7604.559	12:40
188.87	59	0.372635	126.8421	4.9265	7687.453	12:45
189.78	59	0.380511	126.8549	4.9265	7770.024	12:50
190.69	59	0.388388	126.8677	4.9265	7852.26	12:55
191.6	59	0.396264	126.8806	4.9265	7934.15	13:00
192.51	59	0.404141	126.8934	4.9265	8015.681	13:05
193.43	59	0.412017	126.9062	4.9265	8096.842	13:10
194.34	59	0.419894	126.9191	4.9265	8177.62	13:15
195.25	59	0.42777	126.9319	4.9265	8258.003	13:20
196.16	59	0.435647	126.9447	4.9265	8337.978	13:25
197.08	59	0.443523	126.9575	4.9265	8417.534	13:30
197.99	59	0.4514	126.9704	4.9265	8496.658	13:35
198.9	59	0.459276	126.9832	4.9265	8575.337	13:40
199.81	59	0.467153	126.996	4.9265	8653.558	13:45
200.73	59	0.475029	127.0088	4.9265	8731.308	13:50
201.64	59	0.482906	127.0217	4.9265	8808.574	13:55
202.55	59	0.490782	127.0345	4.9265	8885.343	14:00
203.46	59	0.498659	127.0473	4.9265	8961.601	14:05
204.38	59	0.506535	127.0601	4.9265	9037.335	14:10
205.29	59	0.514412	127.073	4.9265	9112.532	14:15
206.2	59	0.522288	127.0858	4.9265	9187.176	14:20
207.11	59	0.530165	127.0986	4.9265	9261.254	14:25
208.03	59	0.538041	127.1114	4.9265	9334.753	14:30
208.94	59	0.545918	127.1243	4.9265	9407.656	14:35
209.85	59	0.553794	127.1371	4.9265	9479.951	14:40
210.76	59	0.561671	127.1499	4.9265	9551.622	14:45
211.68	59	0.569547	127.1627	4.9265	9622.654	14:50
212.59	59	0.577424	127.1756	4.9265	9693.032	14:55
213.5	59	0.5853	127.1884	1152.8	9762.742	15:00

d. Data AIS Kapal 2 Skenario 1.2a Terduga Melakukan *Transshipment*

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
0	0	-1.5084	123.6847	0	15:40
4.1	57	-1.4715	123.744	22.138	15:45
7.2	60	-1.4454	123.7894	16.739	15:50
10.5	60	-1.4193	123.8347	17.819	15:55
14.2	59	-1.3864	123.8883	19.978	16:00
17.3	59	-1.3603	123.935	16.739	16:05
21	62	-1.3315	123.9886	19.978	16:10
24.4	69	-1.3109	124.0422	18.359	16:15

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
27.7	70	-1.293	124.0944	17.819	16:20
31	70	-1.2724	124.1466	17.819	16:25
34.6	71	-1.2532	124.2016	19.438	16:30
37.7	66	-1.2326	124.2497	16.739	16:35
41	56	-1.2025	124.2952	17.819	16:40
45	53	-1.162	124.3481	21.598	16:45
45.081	53	-1.16118	124.3492	0.4387	16:50
45.163	53	-1.16037	124.3502	0.4387	16:55
45.244	53	-1.15955	124.3513	0.4387	17:00
45.325	53	-1.15874	124.3523	0.4387	17:05
45.406	53	-1.15792	124.3534	0.4387	17:10
45.488	53	-1.15711	124.3544	0.4387	17:15
45.569	53	-1.15629	124.3555	0.4387	17:20
45.65	53	-1.15548	124.3565	0.4387	17:25
45.731	53	-1.15466	124.3576	0.4387	17:30
45.813	53	-1.15384	124.3586	0.4387	17:35
45.894	53	-1.15303	124.3597	0.4387	17:40
45.975	53	-1.15221	124.3607	0.4387	17:45
46.056	53	-1.1514	124.3618	0.4387	17:50
46.138	53	-1.15058	124.3628	0.4387	17:55
46.219	53	-1.14977	124.3639	0.4387	18:00
46.3	53	-1.14895	124.365	0.4387	18:05
46.381	53	-1.14813	124.366	0.4387	18:10
46.462	53	-1.14732	124.3671	0.4387	18:15
46.544	53	-1.1465	124.3681	0.4387	18:20
46.625	53	-1.14569	124.3692	0.4387	18:25
46.706	53	-1.14487	124.3702	0.4387	18:30
46.787	53	-1.14406	124.3713	0.4387	18:35
46.869	53	-1.14324	124.3723	0.4387	18:40
46.95	53	-1.14243	124.3734	0.4387	18:45
47.031	53	-1.14161	124.3744	0.4387	18:50
47.112	53	-1.14079	124.3755	0.4387	18:55
47.194	53	-1.13998	124.3765	0.4387	19:00
47.275	53	-1.13916	124.3776	0.4387	19:05
47.356	53	-1.13835	124.3786	0.4387	19:10
47.437	53	-1.13753	124.3797	0.4387	19:15
47.519	53	-1.13672	124.3807	0.4387	19:20
47.6	52	-1.1359	124.3818	0.4387	19:25
47.652	52	-1.13534	124.3825	0.279	19:30
47.703	52	-1.13478	124.3831	0.279	19:35
47.755	52	-1.13423	124.3838	0.279	19:40
47.807	52	-1.13367	124.3844	0.279	19:45
47.858	52	-1.13311	124.3851	0.279	19:50
47.91	52	-1.13255	124.3857	0.279	19:55

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
47.962	52	-1.13199	124.3864	0.279	20:00
48.013	52	-1.13143	124.387	0.279	20:05
48.065	52	-1.13088	124.3877	0.279	20:10
48.117	52	-1.13032	124.3883	0.279	20:15
48.168	52	-1.12976	124.389	0.279	20:20
48.22	52	-1.1292	124.3896	0.279	20:25
48.272	52	-1.12864	124.3903	0.279	20:30
48.323	52	-1.12808	124.3909	0.279	20:35
48.375	52	-1.12753	124.3916	0.279	20:40
48.427	52	-1.12697	124.3922	0.279	20:45
48.478	52	-1.12641	124.3929	0.279	20:50
48.53	52	-1.12585	124.3935	0.279	20:55
48.582	52	-1.12529	124.3942	0.279	21:00
48.633	52	-1.12473	124.3948	0.279	21:05
48.685	52	-1.12418	124.3955	0.279	21:10
48.737	52	-1.12362	124.3961	0.279	21:15
48.788	52	-1.12306	124.3968	0.279	21:20
48.84	52	-1.1225	124.3974	0.279	21:25
48.892	52	-1.12194	124.3981	0.279	21:30
48.943	52	-1.12138	124.3987	0.279	21:35
48.995	52	-1.12083	124.3994	0.279	21:40
49.047	52	-1.12027	124.4	0.279	21:45
49.098	52	-1.11971	124.4007	0.279	21:50
49.15	52	-1.11915	124.4014	0.279	21:55
49.202	52	-1.11859	124.402	0.279	22:00
49.253	52	-1.11803	124.4027	0.279	22:05
49.305	52	-1.11748	124.4033	0.279	22:10
49.357	52	-1.11692	124.404	0.279	22:15
49.408	52	-1.11636	124.4046	0.279	22:20
49.46	52	-1.1158	124.4053	0.279	22:25
49.512	52	-1.11524	124.4059	0.279	22:30
49.563	52	-1.11468	124.4066	0.279	22:35
49.615	52	-1.11413	124.4072	0.279	22:40
49.667	52	-1.11357	124.4079	0.279	22:45
49.718	52	-1.11301	124.4085	0.279	22:50
49.77	52	-1.11245	124.4092	0.279	22:55
49.822	52	-1.11189	124.4098	0.279	23:00
49.873	52	-1.11133	124.4105	0.279	23:05
49.925	52	-1.11078	124.4111	0.279	23:10
49.977	52	-1.11022	124.4118	0.279	23:15
50.028	52	-1.10966	124.4124	0.279	23:20
50.08	52	-1.1091	124.4131	0.279	23:25
50.132	52	-1.10854	124.4137	0.279	23:30
50.183	52	-1.10798	124.4144	0.279	23:35

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
50.235	52	-1.10742	124.415	0.279	23:40
50.287	52	-1.10687	124.4157	0.279	23:45
50.338	52	-1.10631	124.4163	0.279	23:50
50.39	52	-1.10575	124.417	0.279	23:55
50.442	52	-1.10519	124.4176	0.279	00:00
50.493	52	-1.10463	124.4183	0.279	00:05
50.545	52	-1.10407	124.4189	0.279	00:10
50.597	52	-1.10352	124.4196	0.279	00:15
50.648	52	-1.10296	124.4202	0.279	00:20
50.7	49	-1.1024	124.4209	16.739	00:25
54.3	54	-1.0667	124.4697	19.438	00:30
58.2	52	-1.0284	124.521	21.058	00:35
62	58	-0.9945	124.5749	20.518	00:40
66.4	59	-0.9562	124.6379	23.758	00:45
67.26	59	-0.94883	124.6502	4.6458	00:50
68.121	59	-0.94146	124.6625	4.6458	00:55
68.981	59	-0.93409	124.6748	4.6458	01:00
69.842	59	-0.92672	124.6871	4.6458	01:05
70.702	59	-0.91935	124.6994	4.6458	01:10
70.768	59	-0.91879	124.7003	0.3574	01:15
70.834	59	-0.91822	124.7013	0.3574	01:20
70.901	59	-0.91765	124.7022	0.3574	01:25
70.967	59	-0.91709	124.7032	0.3574	01:30
71.033	59	-0.91652	124.7041	0.3574	01:35
71.099	59	-0.91595	124.7051	0.3574	01:40
71.165	59	-0.91539	124.706	0.3574	01:45
71.231	59	-0.91482	124.7069	0.3574	01:50
71.298	59	-0.91425	124.7079	0.3574	01:55
71.364	59	-0.91368	124.7088	0.3574	02:00
71.43	59	-0.91312	124.7098	0.3574	02:05
71.496	59	-0.91255	124.7107	0.3574	02:10
71.562	59	-0.91198	124.7117	4.6458	02:15
72.423	59	-0.90461	124.724	4.6458	02:20
73.283	59	-0.89725	124.7363	4.6458	02:25
74.144	59	-0.88988	124.7486	4.6458	02:30
75.004	59	-0.88251	124.7609	4.6458	02:35
75.864	59	-0.87514	124.7732	4.6458	02:40
76.725	59	-0.86777	124.7855	4.6458	02:45
77.585	59	-0.8604	124.7977	4.6458	02:50
78.446	59	-0.85303	124.81	4.6458	02:55
79.306	59	-0.84566	124.8223	4.6458	03:00
80.166	59	-0.83829	124.8346	4.6458	03:05
81.027	59	-0.83092	124.8469	4.6458	03:10
81.887	59	-0.82355	124.8592	4.6458	03:15

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
82.748	59	-0.81618	124.8715	4.6458	03:20
83.608	59	-0.80881	124.8838	4.6458	03:25
84.468	59	-0.80144	124.8961	4.6458	03:30
85.329	59	-0.79408	124.9084	4.6458	03:35
86.189	59	-0.78671	124.9207	4.6458	03:40
87.05	59	-0.77934	124.933	4.6458	03:45
87.91	59	-0.77197	124.9453	4.6458	03:50
88.77	59	-0.7646	124.9576	4.6458	03:55
89.631	59	-0.75723	124.9699	4.6458	04:00
90.491	59	-0.74986	124.9822	4.6458	04:05
91.351	59	-0.74249	124.9945	4.6458	04:10
92.212	59	-0.73512	125.0068	4.6458	04:15
93.072	59	-0.72775	125.0191	4.6458	04:20
93.933	59	-0.72038	125.0314	4.6458	04:25
94.793	59	-0.71301	125.0437	4.6458	04:30
95.653	59	-0.70564	125.056	4.6458	04:35
96.514	59	-0.69827	125.0683	4.6458	04:40
97.374	59	-0.6909	125.0806	4.6458	04:45
98.235	59	-0.68354	125.0929	4.6458	04:50
99.095	59	-0.67617	125.1051	4.6458	04:55
99.955	59	-0.6688	125.1174	4.6458	05:00
100.82	59	-0.66143	125.1297	4.6458	05:05
101.68	59	-0.65406	125.142	4.6458	05:10
102.54	59	-0.64669	125.1543	4.6458	05:15
103.4	59	-0.63932	125.1666	4.6458	05:20
104.26	59	-0.63195	125.1789	4.6458	05:25
105.12	59	-0.62458	125.1912	4.6458	05:30
105.98	59	-0.61721	125.2035	4.6458	05:35
106.84	59	-0.60984	125.2158	4.6458	05:40
107.7	59	-0.60247	125.2281	4.6458	05:45
108.56	59	-0.5951	125.2404	4.6458	05:50
109.42	59	-0.58773	125.2527	4.6458	05:55
110.28	59	-0.58037	125.265	4.6458	06:00
111.14	59	-0.573	125.2773	4.6458	06:05
112	59	-0.56563	125.2896	4.6458	06:10
112.86	59	-0.55826	125.3019	4.6458	06:15
113.72	59	-0.55089	125.3142	4.6458	06:20
114.58	59	-0.54352	125.3265	4.6458	06:25
115.44	59	-0.53615	125.3388	4.6458	06:30
116.3	59	-0.52878	125.3511	4.6458	06:35
117.16	59	-0.52141	125.3634	4.6458	06:40
118.02	59	-0.51404	125.3757	4.6458	06:45
118.88	59	-0.50667	125.388	4.6458	06:50
119.74	59	-0.4993	125.4003	4.6458	06:55

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
120.6	59	-0.49193	125.4126	4.6458	07:00
121.47	59	-0.48456	125.4248	4.6458	07:05
122.33	59	-0.4772	125.4371	4.6458	07:10
123.19	59	-0.46983	125.4494	4.6458	07:15
124.05	59	-0.46246	125.4617	4.6458	07:20
124.91	59	-0.45509	125.474	4.6458	07:25
125.77	59	-0.44772	125.4863	4.6458	07:30
126.63	59	-0.44035	125.4986	4.6458	07:35
127.49	59	-0.43298	125.5109	4.6458	07:40
128.35	59	-0.42561	125.5232	4.6458	07:45
129.21	59	-0.41824	125.5355	4.6458	07:50
130.07	59	-0.41087	125.5478	4.6458	07:55
130.93	59	-0.4035	125.5601	4.6458	08:00
131.79	59	-0.39613	125.5724	4.6458	08:05
132.65	59	-0.38876	125.5847	4.6458	08:10
133.51	59	-0.38139	125.597	4.6458	08:15
134.37	59	-0.37402	125.6093	4.6458	08:20
135.23	59	-0.36666	125.6216	4.6458	08:25
136.09	59	-0.35929	125.6339	4.6458	08:30
136.95	59	-0.35192	125.6462	4.6458	08:35
137.81	59	-0.34455	125.6585	4.6458	08:40
138.67	59	-0.33718	125.6708	4.6458	08:45
139.53	59	-0.32981	125.6831	4.6458	08:50
140.39	59	-0.32244	125.6954	4.6458	08:55
141.25	59	-0.31507	125.7077	4.6458	09:00
142.11	59	-0.3077	125.72	4.6458	09:05
142.98	59	-0.30033	125.7322	4.6458	09:10
143.84	59	-0.29296	125.7445	4.6458	09:15
144.7	59	-0.28559	125.7568	4.6458	09:20
145.56	59	-0.27822	125.7691	4.6458	09:25
146.42	59	-0.27085	125.7814	4.6458	09:30
147.28	59	-0.26349	125.7937	4.6458	09:35
148.14	59	-0.25612	125.806	4.6458	09:40
149	59	-0.24875	125.8183	4.6458	09:45
149.86	59	-0.24138	125.8306	4.6458	09:50
150.72	59	-0.23401	125.8429	4.6458	09:55
151.58	59	-0.22664	125.8552	4.6458	10:00
152.44	59	-0.21927	125.8675	4.6458	10:05
153.3	59	-0.2119	125.8798	4.6458	10:10
156.7	65	-0.1881	125.9316	18.359	10:15
160.3	67	-0.1641	125.9866	19.438	10:20
164	71	-0.1442	126.0457	19.978	10:25
168.1	78	-0.1305	126.113	22.138	10:30
172.1	86	-0.1249	126.1798	21.598	10:35

Total Jarak (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
177.2	95	-0.1343	126.2637	27.538	10:40
177.69	95	-0.13617	126.2717	2.6507	10:45
178.18	95	-0.13805	126.2797	2.6507	10:50
178.67	95	-0.13992	126.2877	2.6507	10:55
179.16	95	-0.14179	126.2957	2.6507	11:00
179.65	95	-0.14366	126.3037	2.6507	11:05
180.15	95	-0.14554	126.3116	2.6507	11:10
180.64	95	-0.14741	126.3196	2.6507	11:15
181.13	95	-0.14928	126.3276	2.6507	11:20
181.62	95	-0.15115	126.3356	2.6507	11:25
182.11	95	-0.15303	126.3436	2.6507	11:30
182.6	104	-0.1549	126.3516	29.158	11:35
187.2	114	-0.1865	126.4217	24.838	11:40
191.4	150	-0.2974	126.5016	22.678	11:45
195.8	161	-0.3662	126.5248	23.758	11:50
199.18	161	-0.41853	126.5427	18.26	11:55
202.56	161	-0.47085	126.5607	18.26	12:00
205.95	161	-0.52318	126.5786	18.26	12:05
209.33	161	-0.57551	126.5966	18.26	12:10
212.71	161	-0.62784	126.6145	18.26	12:15
216.09	161	-0.68016	126.6325	18.26	12:20
219.47	161	-0.73249	126.6504	18.26	12:25
222.85	161	-0.78482	126.6684	18.26	12:30
226.24	161	-0.83715	126.6863	18.26	12:35
229.62	161	-0.88947	126.7043	18.26	12:40
233	161	-0.9418	126.7222	200.86	12:45

e. Data AIS Kapal 1 Skenario 1b Tidak Melakukan *Transshipment*

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
0	79	-1.1611	123.6093	19.9784	12128.155	18:15
7.6	79	-1.1487	123.6724	21.0583	11919.214	18:20
11.4	77	-1.135	123.7314	20.5184	11711.675	18:25
15.1	73	-1.1172	123.7932	19.9784	11480.144	18:30
18.9	7.1	-1.0966	1223.854	20.5184	10267.877	18:35
22.5	67	-1.0732	123.9072	19.4385	10991.951	18:40
26.4	63	-1.0471	123.9634	21.0583	10723.189	18:45
30	57	-1.0114	124.0156	19.4385	10418.387	18:50
33.7	53	-0.9744	124.065	19.9784	10104.429	18:55
37.5	47	-0.9291	124.109	20.5184	9758.7965	19:00
38.20915	47	-0.92105	124.1176	3.82911	9668.4488	19:05
38.9183	47	-0.913	124.1262	3.82911	9577.7002	19:10
39.62745	47	-0.90495	124.1348	3.82911	9486.565	19:15

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
40.3366	47	-0.8969	124.1434	3.82911	9395.0573	19:20
41.04575	47	-0.88885	124.152	3.82911	9303.1912	19:25
41.7549	47	-0.8808	124.1606	3.82911	9210.9807	19:30
42.46405	47	-0.87275	124.1691	3.82911	9118.4396	19:35
43.1732	47	-0.8647	124.1777	3.82911	9025.5818	19:40
43.88235	47	-0.85665	124.1863	3.82911	8932.421	19:45
44.5915	47	-0.8486	124.1949	3.82911	8838.971	19:50
45.30065	47	-0.84055	124.2035	3.82911	8745.2455	19:55
46.0098	47	-0.8325	124.2121	3.82911	8651.2582	20:00
46.71895	47	-0.82445	124.2207	3.82911	8557.0228	20:05
47.4281	47	-0.8164	124.2293	3.82911	8462.553	20:10
48.13725	47	-0.80835	124.2379	3.82911	8367.8626	20:15
48.84641	47	-0.80029	124.2465	3.82911	8272.9654	20:20
49.55556	47	-0.79224	124.2551	3.82911	8177.8755	20:25
50.26471	47	-0.78419	124.2637	3.82911	8082.6068	20:30
50.97386	47	-0.77614	124.2723	3.82911	7987.1735	20:35
51.68301	47	-0.76809	124.2808	3.82911	7194.0887	20:40
52.39216	47	-0.76004	124.2894	3.82911	7060.3038	20:45
53.10131	47	-0.75199	124.298	3.82911	6926.9067	20:50
53.81046	47	-0.74394	124.3066	3.82911	6793.9617	20:55
54.51961	47	-0.73589	124.3152	3.82911	6661.537	21:00
55.22876	47	-0.72784	124.3238	3.82911	6529.7049	21:05
55.93791	47	-0.71979	124.3324	3.82911	6398.5421	21:10
56.64706	47	-0.71174	124.341	3.82911	6268.1305	21:15
57.35621	47	-0.70369	124.3496	3.82911	6138.5572	21:20
58.06536	47	-0.69564	124.3582	3.82911	6009.9153	21:25
58.77451	47	-0.68759	124.3668	3.82911	5882.3043	21:30
59.48366	47	-0.67954	124.3754	3.82911	5755.8307	21:35
60.19281	47	-0.67149	124.3839	3.82911	5630.6089	21:40
60.90196	47	-0.66344	124.3925	3.82911	5506.7612	21:45
61.61111	47	-0.65539	124.4011	3.82911	5384.4193	21:50
62.32026	47	-0.64734	124.4097	3.82911	5263.7242	21:55
63.02941	47	-0.63929	124.4183	3.82911	5144.8278	22:00
63.73856	47	-0.63124	124.4269	3.82911	5027.8928	22:05
64.44771	47	-0.62319	124.4355	3.82911	4913.0941	22:10
65.15686	47	-0.61514	124.4441	3.82911	4800.6193	22:15
65.86601	47	-0.60709	124.4527	3.82911	4690.6694	22:20
66.57516	47	-0.59904	124.4613	3.82911	4583.4594	22:25
67.28431	47	-0.59099	124.4699	3.82911	4479.2185	22:30
67.99346	47	-0.58294	124.4785	3.82911	4378.1911	22:35
68.70261	47	-0.57489	124.4871	3.82911	4280.6359	22:40
69.41176	47	-0.56684	124.4956	3.82911	4186.8267	22:45
70.12092	47	-0.55878	124.5042	3.82911	4097.0507	22:50
70.83007	47	-0.55073	124.5128	3.82911	4011.608	22:55

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
71.53922	47	-0.54268	124.5214	3.82911	3930.8098	23:00
72.24837	47	-0.53463	124.53	3.82911	3854.9758	23:05
72.95752	47	-0.52658	124.5386	3.82911	3784.4311	23:10
73.66667	47	-0.51853	124.5472	3.82911	3719.5026	23:15
74.37582	47	-0.51048	124.5558	3.82911	3660.5138	23:20
75.08497	47	-0.50243	124.5644	3.82911	3607.7799	23:25
75.79412	47	-0.49438	124.573	3.82911	3561.6012	23:30
76.50327	47	-0.48633	124.5816	3.82911	3522.2571	23:35
77.21242	47	-0.47828	124.5902	3.82911	3489.9988	23:40
77.92157	47	-0.47023	124.5988	3.82911	3465.043	23:45
78.63072	47	-0.46218	124.6073	3.82911	3447.5658	23:50
79.33987	47	-0.45413	124.6159	3.82911	3437.6974	23:55
80.04902	47	-0.44608	124.6245	3.82911	3435.5182	00:00
80.75817	47	-0.43803	124.6331	3.82911	3441.0559	00:05
81.46732	47	-0.42998	124.6417	3.82911	3454.2854	00:10
82.17647	47	-0.42193	124.6503	3.82911	3475.1292	00:15
82.88562	47	-0.41388	124.6589	3.82911	3503.4603	00:20
83.59477	47	-0.40583	124.6675	3.82911	3539.1065	00:25
84.30392	47	-0.39778	124.6761	3.82911	3753.9082	00:30
85.01307	47	-0.38973	124.6847	3.82911	4110.017	00:35
85.72222	47	-0.38168	124.6933	3.82911	4487.8197	00:40
86.43137	47	-0.37363	124.7019	3.82911	4597.6656	00:45
87.14052	47	-0.36558	124.7105	3.82911	4710.6397	00:50
87.84967	47	-0.35753	124.719	3.82911	4826.5309	00:55
88.55882	47	-0.34948	124.7276	3.82911	4945.1413	01:00
89.26797	47	-0.34143	124.7362	3.82911	5066.2865	01:05
89.97712	47	-0.33338	124.7448	3.82911	5189.7945	01:10
90.68627	47	-0.32533	124.7534	3.82911	5315.5052	01:15
91.39542	47	-0.31728	124.762	3.82911	5443.2699	01:20
92.10458	47	-0.30922	124.7706	3.82911	5572.9504	01:25
92.81373	47	-0.30117	124.7792	3.82911	5704.4185	01:30
93.52288	47	-0.29312	124.7878	3.82911	5837.5551	01:35
94.23203	47	-0.28507	124.7964	3.82911	5972.2496	01:40
94.94118	47	-0.27702	124.805	3.82911	6108.3994	01:45
95.65033	47	-0.26897	124.8136	3.82911	6245.909	01:50
96.35948	47	-0.26092	124.8221	3.82911	6384.69	01:55
97.06863	47	-0.25287	124.8307	3.82911	6524.6599	02:00
97.77778	47	-0.24482	124.8393	3.82911	6665.7419	02:05
98.48693	47	-0.23677	124.8479	3.82911	6807.8646	02:10
99.19608	47	-0.22872	124.8565	3.82911	6950.9615	02:15
99.90523	47	-0.22067	124.8651	3.82911	7094.9703	02:20
100.6144	47	-0.21262	124.8737	3.82911	7239.8329	02:25
101.3235	47	-0.20457	124.8823	3.82911	7385.495	02:30
102.0327	47	-0.19652	124.8909	3.82911	7531.9057	02:35

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
102.7418	47	-0.18847	124.8995	3.82911	7679.0174	02:40
103.451	47	-0.18042	124.9081	3.82911	7826.7852	02:45
104.1601	47	-0.17237	124.9167	3.82911	7975.167	02:50
104.8693	47	-0.16432	124.9253	3.82911	8124.1233	02:55
105.5784	47	-0.15627	124.9338	3.82911	8273.6166	03:00
106.2876	47	-0.14822	124.9424	3.82911	8423.6118	03:05
106.9967	47	-0.14017	124.951	3.82911	8574.0756	03:10
107.7059	47	-0.13212	124.9596	3.82911	8724.9763	03:15
108.415	47	-0.12407	124.9682	3.82911	8876.2842	03:20
109.1242	47	-0.11602	124.9768	3.82911	9027.9709	03:25
109.8333	47	-0.10797	124.9854	3.82911	9180.0094	03:30
110.5425	47	-0.09992	124.994	3.82911	9332.374	03:35
111.2516	47	-0.09187	125.0026	3.82911	9485.0402	03:40
111.9608	47	-0.08382	125.0112	3.82911	9637.9847	03:45
112.6699	47	-0.07577	125.0198	3.82911	9791.1851	03:50
113.3791	47	-0.06772	125.0284	3.82911	9944.62	03:55
114.0882	47	-0.05966	125.037	3.82911	10098.269	04:00
114.7974	47	-0.05161	125.0455	3.82911	10252.112	04:05
115.5065	47	-0.04356	125.0541	3.82911	10406.13	04:10
116.2157	47	-0.03551	125.0627	3.82911	10560.304	04:15
116.9248	47	-0.02746	125.0713	3.82911	10714.618	04:20
117.634	47	-0.01941	125.0799	3.82911	10869.054	04:25
118.3431	47	-0.01136	125.0885	3.82911	11023.595	04:30
119.0523	47	-0.00331	125.0971	3.82911	11178.225	04:35
119.7614	47	0.004738	125.1057	3.82911	11332.928	04:40
120.4706	47	0.012788	125.1143	3.82911	11487.69	04:45
121.1797	47	0.020839	125.1229	3.82911	11642.494	04:50
121.8889	47	0.028889	125.1315	3.82911	11797.327	04:55
122.598	47	0.036939	125.1401	3.82911	11952.175	05:00
123.3072	47	0.04499	125.1487	3.82911	12107.022	05:05
124.0163	47	0.05304	125.1572	3.82911	12261.856	05:10
124.7255	47	0.06109	125.1658	3.82911	12416.663	05:15
125.4346	47	0.069141	125.1744	3.82911	12571.428	05:20
126.1438	47	0.077191	125.183	3.82911	12726.14	05:25
126.8529	47	0.085241	125.1916	3.82911	12880.785	05:30
127.5621	47	0.093292	125.2002	3.82911	13035.349	05:35
128.2712	47	0.101342	125.2088	3.82911	13189.819	05:40
128.9804	47	0.109392	125.2174	3.82911	13344.183	05:45
129.6895	47	0.117442	125.226	3.82911	13498.428	05:50
130.3987	47	0.125493	125.2346	3.82911	13652.539	05:55
131.1078	47	0.133543	125.2432	3.82911	13806.505	06:00
131.817	47	0.141593	125.2518	3.82911	13960.312	06:05
132.5261	47	0.149644	125.2603	3.82911	14113.947	06:10
133.2353	47	0.157694	125.2689	3.82911	14267.395	06:15

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Jarak 2 titik (m)	Waktu
133.9444	47	0.165744	125.2775	3.82911	14420.643	06:20
134.6536	47	0.173795	125.2861	3.82911	2122.152	06:25
135.3627	47	0.181845	125.2947	3.82911	2131.9463	06:30
136.0719	47	0.189895	125.3033	3.82911	2147.0353	06:35
136.781	47	0.197946	125.3119	3.82911	2167.2912	06:40
137.4902	47	0.205996	125.3205	3.82911	2192.5531	06:45
138.1993	47	0.214046	125.3291	3.82911	2222.632	06:50
138.9085	47	0.222097	125.3377	3.82911	2257.3164	06:55
139.6176	47	0.230147	125.3463	3.82911	2296.3785	07:00
140.3268	47	0.238197	125.3549	3.82911	2339.5791	07:05
141.0359	47	0.246248	125.3635	3.82911	2386.6736	07:10
141.7451	47	0.254298	125.372	3.82911	2437.4158	07:15
142.4542	47	0.262348	125.3806	3.82911	2491.562	07:20
143.1634	47	0.270399	125.3892	3.82911	2548.8743	07:25
143.8725	47	0.278449	125.3978	3.82911	2609.1226	07:30
144.5817	47	0.286499	125.4064	3.82911	2672.0869	07:35
145.2908	47	0.29455	125.415	3.82911	2737.5579	07:40
146	47	0.3026	125.4236	586.393	2805.3382	07:45
148.8	49	0.3386	125.4644	15.1188	3041.0222	07:50
153	51	0.3841	125.5193	22.6782	3373.9394	07:55
158.5	57	0.4357	125.5958	29.6976	3848.0399	08:00
164.1	69	0.4659	125.6836	30.2376	4387.4651	08:05
168.6	73	0.4879	125.755	24.2981	4827.1073	08:10
173	77	0.5044	125.8264	23.7581	5261.4267	08:15
177.1	74	0.5236	125.895	22.1382	5674.5886	08:20
181.1	78	0.5373	125.9582	21.5983	6053.6381	08:25
185.5	75	0.5565	126.0296	23.7581	6470.1214	08:30
189.5588	75	0.573818	126.0949	21.9159	7635.4239	08:35
193.6176	75	0.591135	126.1602	21.9159	8061.3321	08:40
197.6765	75	0.608453	126.2255	21.9159	8478.8646	08:45
201.7353	75	0.625771	126.2908	21.9159	8887.1686	08:50
205.7941	75	0.643088	126.3562	21.9159	9285.3069	08:55
209.8529	75	0.660406	126.4215	21.9159	9672.2503	09:00
213.9118	75	0.677724	126.4868	21.9159	10046.87	09:05
217.9706	75	0.695041	126.5521	21.9159	10407.935	09:10
222.0294	75	0.712359	126.6174	21.9159	10754.102	09:15
226.0882	75	0.729676	126.6827	21.9159	11083.927	09:20
230.1471	75	0.746994	126.748	21.9159	11395.862	09:25
234.2059	75	0.764312	126.8133	21.9159	11688.275	09:30
238.2647	75	0.781629	126.8787	21.9159	11959.471	09:35
242.3235	75	0.798947	126.944	21.9159	12207.729	09:40
246.3824	75	0.816265	127.0093	21.9159	12431.349	09:45
250.4412	75	0.833582	127.0746	21.9159	12628.715	09:50
254.5	75	0.8509	127.1399	372.57	12798.367	09:55

f. Data AIS Kapal 2 Skenario 1b Tidak Melakukan *Transshipment*

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
150.5	241	0.4215	125.0585	812.635	06:05
150.8483	237	0.418366	125.0536	1.88054	06:10
151.1966	237	0.415231	125.0488	1.88054	06:15
151.5448	237	0.412097	125.0439	1.88054	06:20
151.8931	237	0.408962	125.0391	1.88054	06:25
152.2414	237	0.405828	125.0342	1.88054	06:30
152.5897	237	0.402693	125.0293	1.88054	06:35
152.9379	237	0.399559	125.0245	1.88054	06:40
153.2862	237	0.396424	125.0196	1.88054	06:45
153.6345	237	0.39329	125.0148	1.88054	06:50
153.9828	237	0.390155	125.0099	1.88054	06:55
154.331	237	0.387021	125.0051	1.88054	07:00
154.6793	237	0.383886	125.0002	1.88054	07:05
155.0276	237	0.380752	124.9953	1.88054	07:10
155.3759	237	0.377617	124.9905	1.88054	07:15
155.7241	237	0.374483	124.9856	1.88054	07:20
156.0724	237	0.371348	124.9808	1.88054	07:25
156.4207	237	0.368214	124.9759	1.88054	07:30
156.769	237	0.365079	124.971	1.88054	07:35
157.1172	237	0.361945	124.9662	1.88054	07:40
157.4655	237	0.35881	124.9613	1.88054	07:45
157.8138	237	0.355676	124.9565	1.88054	07:50
158.1621	237	0.352541	124.9516	1.88054	07:55
158.5103	237	0.349407	124.9468	1.88054	08:00
158.8586	237	0.346272	124.9419	1.88054	08:05
159.2069	237	0.343138	124.937	1.88054	08:10
159.5552	237	0.340003	124.9322	1.88054	08:15
159.9034	237	0.336869	124.9273	1.88054	08:20
160.2517	237	0.333734	124.9225	1.88054	08:25
160.6	237	0.3306	124.9176	54.5357	08:30
168.6	235	0.2537	124.8078	43.1966	08:35
169.4578	243	0.247164	124.7951	4.63163	08:40
170.3156	243	0.240629	124.7824	4.63163	08:45
171.1733	243	0.234093	124.7696	4.63163	08:50
172.0311	243	0.227558	124.7569	4.63163	08:55
172.8889	243	0.221022	124.7442	4.63163	09:00
173.7467	243	0.214487	124.7315	4.63163	09:05
174.6044	243	0.207951	124.7188	4.63163	09:10
175.4622	243	0.201416	124.7061	4.63163	09:15
176.32	243	0.19488	124.6933	4.63163	09:20
177.1778	243	0.188344	124.6806	4.63163	09:25
178.0356	243	0.181809	124.6679	4.63163	09:30

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
178.8933	243	0.175273	124.6552	4.63163	09:35
179.7511	243	0.168738	124.6425	4.63163	09:40
180.6089	243	0.162202	124.6298	4.63163	09:45
181.4667	243	0.155667	124.617	4.63163	09:50
182.3244	243	0.149131	124.6043	4.63163	09:55
183.1822	243	0.142596	124.5916	4.63163	10:00
184.04	243	0.13606	124.5789	4.63163	10:05
184.8978	243	0.129524	124.5662	4.63163	10:10
185.7556	243	0.122989	124.5534	4.63163	10:15
186.6133	243	0.116453	124.5407	4.63163	10:20
187.4711	243	0.109918	124.528	4.63163	10:25
188.3289	243	0.103382	124.5153	4.63163	10:30
189.1867	243	0.096847	124.5026	4.63163	10:35
190.0444	243	0.090311	124.4899	4.63163	10:40
190.9022	243	0.083776	124.4771	4.63163	10:45
191.76	243	0.07724	124.4644	4.63163	10:50
192.6178	243	0.070704	124.4517	4.63163	10:55
193.4756	243	0.064169	124.439	4.63163	11:00
194.3333	243	0.057633	124.4263	4.63163	11:05
195.1911	243	0.051098	124.4135	4.63163	11:10
196.0489	243	0.044562	124.4008	4.63163	11:15
196.9067	243	0.038027	124.3881	4.63163	11:20
197.7644	243	0.031491	124.3754	4.63163	11:25
198.6222	243	0.024956	124.3627	4.63163	11:30
199.48	243	0.01842	124.35	4.63163	11:35
200.3378	243	0.011884	124.3372	4.63163	11:40
201.1956	243	0.005349	124.3245	4.63163	11:45
202.0533	243	-0.00119	124.3118	4.63163	11:50
202.9111	243	-0.00772	124.2991	4.63163	11:55
203.7689	243	-0.01426	124.2864	4.63163	12:00
204.6267	243	-0.02079	124.2737	4.63163	12:05
205.4844	243	-0.02733	124.2609	4.63163	12:10
206.3422	243	-0.03386	124.2482	4.63163	12:15
207.2	243	-0.0404	124.2355	208.423	12:20
211.2	248	-0.065	124.1735	21.5983	12:25
216.4	251	-0.0939	124.0911	28.0778	12:30
220.6	260	-0.1063	124.0218	22.6782	12:35
221.4909	260	-0.10889	124.0072	4.81053	12:40
222.3818	260	-0.11148	123.9927	4.81053	12:45
223.2727	260	-0.11407	123.9781	4.81053	12:50
224.1636	260	-0.11665	123.9635	4.81053	12:55
225.0545	260	-0.11924	123.9489	4.81053	13:00
225.9455	260	-0.12183	123.9344	4.81053	13:05
226.8364	260	-0.12442	123.9198	4.81053	13:10

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
227.7273	260	-0.12701	123.9052	4.81053	13:15
228.6182	260	-0.1296	123.8906	4.81053	13:20
229.5091	260	-0.13219	123.8761	4.81053	13:25
230.4	260	-0.13478	123.8615	4.81053	13:30
231.2909	260	-0.13736	123.8469	4.81053	13:35
232.1818	260	-0.13995	123.8323	4.81053	13:40
233.0727	260	-0.14254	123.8178	4.81053	13:45
233.9636	260	-0.14513	123.8032	4.81053	13:50
234.8545	260	-0.14772	123.7886	4.81053	13:55
235.7455	260	-0.15031	123.774	4.81053	14:00
236.6364	260	-0.1529	123.7595	4.81053	14:05
237.5273	260	-0.15548	123.7449	4.81053	14:10
238.4182	260	-0.15807	123.7303	4.81053	14:15
239.3091	260	-0.16066	123.7157	4.81053	14:20
240.2	260	-0.16325	123.7012	4.81053	14:25
241.0909	260	-0.16584	123.6866	4.81053	14:30
241.9818	260	-0.16843	123.672	4.81053	14:35
242.8727	260	-0.17102	123.6575	4.81053	14:40
243.7636	260	-0.1736	123.6429	4.81053	14:45
244.6545	260	-0.17619	123.6283	4.81053	14:50
245.5455	260	-0.17878	123.6137	4.81053	14:55
246.4364	260	-0.18137	123.5992	4.81053	15:00
247.3273	260	-0.18396	123.5846	4.81053	15:05
248.2182	260	-0.18655	123.57	4.81053	15:10
249.1091	260	-0.18914	123.5554	4.81053	15:15
250	260	-0.19173	123.5409	4.81053	15:20
250.8909	260	-0.19431	123.5263	4.81053	15:25
251.7818	260	-0.1969	123.5117	4.81053	15:30
252.6727	260	-0.19949	123.4971	4.81053	15:35
253.5636	260	-0.20208	123.4826	4.81053	15:40
254.4545	260	-0.20467	123.468	4.81053	15:45
255.3455	260	-0.20726	123.4534	4.81053	15:50
256.2364	260	-0.20985	123.4388	4.81053	15:55
257.1273	260	-0.21243	123.4243	4.81053	16:00
258.0182	260	-0.21502	123.4097	4.81053	16:05
258.9091	260	-0.21761	123.3951	4.81053	16:10
259.8	260	-0.2202	123.3806	4.81053	16:15
260.6909	260	-0.22279	123.366	4.81053	16:20
261.5818	260	-0.22538	123.3514	4.81053	16:25
262.4727	260	-0.22797	123.3368	4.81053	16:30
263.3636	260	-0.23055	123.3223	4.81053	16:35
264.2545	260	-0.23314	123.3077	4.81053	16:40
265.1455	260	-0.23573	123.2931	4.81053	16:45
266.0364	260	-0.23832	123.2785	4.81053	16:50

Total Distance (Km)	Heading (°)	Latitude (°)	Longitude (°)	Kecepatan (m/s)	Waktu
266.9273	260	-0.24091	123.264	4.81053	16:55
267.8182	260	-0.2435	123.2494	4.81053	17:00
268.7091	260	-0.24609	123.2348	4.81053	17:05
269.6	260	-0.24868	123.2202	4.81053	17:10
270.4909	260	-0.25126	123.2057	4.81053	17:15
271.3818	260	-0.25385	123.1911	4.81053	17:20
272.2727	260	-0.25644	123.1765	4.81053	17:25
273.1636	260	-0.25903	123.1619	4.81053	17:30
274.0545	260	-0.26162	123.1474	4.81053	17:35
274.9455	260	-0.26421	123.1328	4.81053	17:40
275.8364	260	-0.2668	123.1182	4.81053	17:45
276.7273	260	-0.26938	123.1036	4.81053	17:50
277.6182	260	-0.27197	123.0891	4.81053	17:55
278.5091	260	-0.27456	123.0745	4.81053	18:00
279.4	260	-0.27715	123.0599	4.81053	18:05
280.2909	260	-0.27974	123.0454	4.81053	18:10
281.1818	260	-0.28233	123.0308	4.81053	18:15
282.0727	260	-0.28492	123.0162	4.81053	18:20
282.9636	260	-0.2875	123.0016	4.81053	18:25
283.8545	260	-0.29009	122.9871	4.81053	18:30
284.7455	260	-0.29268	122.9725	4.81053	18:35
285.6364	260	-0.29527	122.9579	4.81053	18:40
286.5273	260	-0.29786	122.9433	4.81053	18:45
287.4182	260	-0.30045	122.9288	4.81053	18:50
288.3091	260	-0.30304	122.9142	4.81053	18:55
289.2	260	-0.30563	122.8996	4.81053	19:00
290.0909	260	-0.30821	122.885	4.81053	19:05
290.9818	260	-0.3108	122.8705	4.81053	19:10
291.8727	260	-0.31339	122.8559	4.81053	19:15
292.7636	260	-0.31598	122.8413	4.81053	19:20
293.6545	260	-0.31857	122.8267	4.81053	19:25
294.5455	260	-0.32116	122.8122	4.81053	19:30
295.4364	260	-0.32375	122.7976	4.81053	19:35
296.3273	260	-0.32633	122.783	4.81053	19:40
297.2182	260	-0.32892	122.7684	4.81053	19:45
298.1091	260	-0.33151	122.7539	4.81053	19:50
299	260	-0.3341	122.7393	4.81053	19:55
303.3	265	-0.3446	122.6678	23.2182	20:00
308	267	-0.3487	122.5903	25.378	20:05
312.7	269	-0.3507	122.5107	25.378	20:10

B. *Rules Fuzzy Type 2*

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Long)], [("Result", Trans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", long)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C),("delV", Small),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C),("delV", Small),("delT", Long)], [("Result", Trans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Long)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT", Long)], [("Result", Trans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT", Long)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Medium), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Medium), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Long)], [("Result", Trans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Medium), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
```

```
myIT2FLS.add_rule([("delD", Medium), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", Long)], [("Result", NonTrans)])
```

```

myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C),("delV", Small),("delT",
Short)], [{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C),("delV", Small),("delT",
Long)], [{"Result", Trans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Long)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT",
Short)], [{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT",
Long)], [{"Result", Trans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT",
Short)], [{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT",
Long)], [{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT),("delV", Small),("delT", Long)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT),("delV", Big),("delT", Long)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C),("delV", Small),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C),("delV", Small),("delT", Long)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C),("delV", Big),("delT", Long)],
[{"Result", NonTrans}])
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT", Short)],
[{"Result", NonTrans}])

```

```

myIT2FLS.add_rule([("delID", Far), ("delHead", HO),("delV", Small),("delT", Long)],
[("Result", NonTrans)])
myIT2FLS.add_rule([("delID", Far), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT", Short)],
[("Result", NonTrans)])
myIT2FLS.add_rule([("delID", Far), ("delHead", HO),("delV", Big),("delT", Long)],
[("Result", NonTrans)])

```

C. Source Code Python

g. Source code Sub-sistem Losses data

```

import numpy as np
import pandas as pd

from datetime import datetime

from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

df = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/datanor/banggail.csv'
)
total_rows=len(df.axes[0]) #Axes of 0 is for a row
total_cols=len(df.axes[1]) #Axes of 0 is for a column
print("Jumlah data AIS tercatat : "+str(total_rows))

dataraw = df
dataraw = dataraw.values
dataraw

isLost = False
for i in range(len(dataraw) - 1):
    nowDate = datetime.strptime(dataraw[i][12], "%H:%M:%S")
    nextDate = datetime.strptime(dataraw[i + 1][12], "%H:%M:%S")
    span = nextDate - nowDate
    if int(span.total_seconds()) >= 7200:
        print(f"Lost contact in {int(span.total_seconds())} second
s, Data index at : {i} - {i + 1}")
        isLost = True

if isLost == False:
    print("There is No Lost Contact Detected")

```

h. Source code Sub-sistem Prediktor

```

# Recurrent Neural network
# Prediktor for predicting missing longitude and latitude
position data of illegal transshipment ships

# Part 1 - Data Preprocessing
# Importing the libraries

```

```
import numpy as np
import pandas as pd
import random
import tensorflow as tf
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

# Fix random seed for reproducibility
seed = 1
np.random.seed = seed
random.seed = seed
tf.random.set_seed = seed

# Importing the training set
dataset_train = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/datanor/halimaherafull.csv')
training_set = dataset_train.iloc[0:round(len(dataset_train) * 0.75) - 1, 1:5].values

# Feature Scaling with Normalization
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
sc = MinMaxScaler(feature_range = (0, 1))
training_set_scaled = sc.fit_transform(training_set)

# Creating a data structure with 5 timesteps and 2 output
X_train = []
y_train = []
for i in range(5, round(len(dataset_train) * 0.75) - 1):
    X_train.append(training_set_scaled[i-5:i, 0:4])
    y_train.append(training_set_scaled[i, 0:4])
X_train, y_train = np.array(X_train), np.array(y_train)
#print(X_train)

# Reshaping
X_train = np.reshape(X_train, (X_train.shape[0], X_train.shape[1], 4))

# Part 2 - Building the RNN
```



```
# Importing the Keras libraries and packages
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
from keras.layers import LSTM
from keras.layers import Dropout
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Initialising the RNN
regressor = Sequential()

# Adding the input layer, the first LSTM layer and some Dropout
# regularisation
regressor.add(LSTM(units = 25, return_sequences = False,
input_shape = (X_train.shape[1], 4)))
regressor.add(Dropout(0.2))

# Adding the output layer
regressor.add(Dense(units = 4))

# Compiling the RNN
opt = Adam(learning_rate = 0.005)
regressor.compile(optimizer = opt, loss = 'mean_squared_error'
)

# Fitting the RNN to the Training set
history = regressor.fit(X_train, y_train, epochs = 1000, batch
_size = 5)

# Part 3 - Making the predictions and validating the results
dataset_test = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/datanor/sis
kal2.csv')
actual_data = dataset_test.iloc[round(len(dataset_train) * 0.7
5) + 1:len(dataset_train), 1:5].values

# Input Data
inputs = dataset_test.iloc[round(len(dataset_train) * 0.75) -
4 : len(dataset_train), 1:5].values
inputs = sc.transform(inputs)
```

```

X_test = []
for i in range(5, (len(dataset_train) - (round(len(dataset_train) * 0.75) + 1) + 5)):
    X_test.append(inputs[i-5:i, 0:4])
X_test = np.array(X_test)
X_test = np.reshape(X_test, (X_test.shape[0], X_test.shape[1],
    4))
predicted_longlat_trans = regressor.predict(X_test)
predicted_longlat_trans = sc.inverse_transform(predicted_longlat_trans)

predictedRNN = regressor.predict(X_test)
predictedRNN = sc.inverse_transform(predictedRNN)
predictedLati = predictedRNN[0:, 0:1]
predictedLongi = predictedRNN[0:, 1:2]
predictedSOG = predictedRNN[0:, 2:3]
predictedCOG = predictedRNN[0:, 3:4]
#print(predictedLati)

# Evaluating
import math
from sklearn.metrics import mean_squared_error
rmselati = math.sqrt(mean_squared_error(actual_data[0:, 0:1],
predictedLati))
rmselongi = math.sqrt(mean_squared_error(actual_data[0:, 1:2],
predictedLongi))
rmseSOG = math.sqrt(mean_squared_error(actual_data[0:, 2:3],
redictedSOG))
rmseCOG = math.sqrt(mean_squared_error(actual_data[0:, 3:4],
redictedCOG))
mape_longlat = np.abs((actual_data - predictedRNN) / actual_data).mean(axis=0) * 100
print(mape_longlat)
print('RMSE Latitude =', rmselati)
print('RMSE Longitude =', rmselongi)
print('RMSE Speed =', rmseSOG)
print('RMSE Heading =', rmseCOG)

```

```

# Create a xlsx
!pip install XlsxWriter
import xlsxwriter
workbook = xlsxwriter.Workbook('HasilPredikvar6_siskall.xlsx')

worksheet = workbook.add_worksheet()

row=0
col=0

for Long, Lat, SOG, COG in (predicted_longlat_trans):
    worksheet.write(row,col, Long)
    worksheet.write(row,col+1, Lat)
    worksheet.write(row,col+2, SOG)
    worksheet.write(row,col+3, COG)
    row += 1

workbook.close()

```

i. *Source code Sub-sistem Identifikasi*

```

!pip install pyit2fls
from pyit2fls import Mamdani, rtri_mf, ltri_mf, IT2FS ,IT2FLS,
trapezoid_mf, tri_mf, IT2FS_plot, min_t_norm, max_s_norm,
TR_plot, crisp
from numpy import linspace, meshgrid, zeros
from mpl_toolkits import mplot3d
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
from matplotlib.ticker import LinearLocator,
FormatStrFormatter
import pandas as pd

from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

# delD Membership function

```

```

domain_delD = linspace(-
1, 100, 5500) # Domain is defined as discrete space in the Int
erval [0, 55] divided to 5500 parts.

Near = IT2FS(domain_delD,
             trapezoid_mf, [-1, 0.5, 13, 15, 1],
             trapezoid_mf, [1, 1.5, 11, 13, 0.8])
Medium = IT2FS(domain_delD,
               tri_mf, [13, 16, 19, 1],
               tri_mf, [15, 16, 17, 0.8])
Far = IT2FS(domain_delD,
            trapezoid_mf, [17, 19, 2499, 2500, 1],
            trapezoid_mf, [19, 21, 2100, 2200, 0.8])
IT2FS_plot(Near, Medium, Far, legends=["Near", "Medium", "Far"
], filename="delD")

# delHead Membership function

domain_delHead = linspace(-6, 191, 19200)

OT = IT2FS(domain_delHead,
           trapezoid_mf, [-6, -5, 5, 6, 1],
           tri_mf, [-3, 0, 3, 1])
C = IT2FS(domain_delHead,
          trapezoid_mf, [6, 7, 173, 174, 1],
          trapezoid_mf, [9, 10, 170, 171, 1])
HO = IT2FS(domain_delHead,
           trapezoid_mf, [174, 175, 185, 191, 1],
           tri_mf, [177, 180, 183, 1])
IT2FS_plot(OT, C, HO, legends=["OT", "C", "HO"], filename="del
Head")

# delV Membership function

domain_delV = linspace(0, 6, 500)

Small = IT2FS(domain_delV,
              trapezoid_mf, [0, 0.1, 0.5, 0.6, 1],
              tri_mf, [0.1, 0.3, 0.5, 1])

```

```

Big = IT2FS(domain_delV,
            trapezoid_mf, [0.5, 4, 5.99, 6, 1],
            tri_mf, [0.55, 5, 5.5, 1])
IT2FS_plot(Small, Big, legends=["Small", "Big"], filename="del
V")

# delT Membership function

domain_delT = linspace(0, 120, 30000)

Short = IT2FS(domain_delT,
              trapezoid_mf, [0, 0.1, 59.9, 60, 1],
              tri_mf, [20, 30, 40, 1])
Long = IT2FS(domain_delT,
             trapezoid_mf, [59.5, 90, 119.9, 120, 1],
             tri_mf, [70, 100, 110, 1])
IT2FS_plot(Short, Long, legends=["Short", "Long"], filename="d
elT")

# IdentificationResult Membership function

domain_IdentificationResult = linspace(0, 100,10000)

NonTrans = IT2FS(domain_IdentificationResult,
                 tri_mf, [0, 0.01, 50, 1],
                 tri_mf, [0, 0.01, 40, 1])
Trans = IT2FS(domain_IdentificationResult,
              tri_mf, [50, 99.99, 100, 1],
              tri_mf, [60, 99.99, 99, 1])
IT2FS_plot(NonTrans, Trans, legends=["NonTrans", "Trans"], fil
ename="IdentificationResult")

# An Interval Type 2 Fuzzy Logic System is created. The variab
les and output variables are defined. As it can be seen, the s
ystem has 3 input and 1 output
myIT2FLS = IT2FLS()
myIT2FLS.add_input_variable("delD")
myIT2FLS.add_input_variable("delHead")

```

```

myIT2FLS.add_input_variable("delV")
myIT2FLS.add_input_variable("delT")
myIT2FLS.add_output_variable("Result")
# Now we are going to add the fuzzy IF-THEN rules.
# There are some rules to add:
#1
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT), ("delV", Small), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
#2
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT), ("delV", Small), ("delT", Long)], [("Result", Trans)])
#3
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT), ("delV", Big), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
#4
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", OT), ("delV", Big), ("delT", Long)], [("Result", NonTrans)])
#5
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C), ("delV", Small), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
#6
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C), ("delV", Small), ("delT", Long)], [("Result", Trans)])
#7
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C), ("delV", Big), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
#8
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", C), ("delV", Big), ("delT", Long)], [("Result", NonTrans)])
#9
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO), ("delV", Small), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])
#10
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO), ("delV", Small), ("delT", Long)], [("Result", Trans)])
#11
myIT2FLS.add_rule([("delD", Near), ("delHead", HO), ("delV", Big), ("delT", Short)], [("Result", NonTrans)])

```

```
#12
myIT2FLS.add_rule(["delD", Near), ("delHead", HO), ("delV", Bi
g), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#13
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", OT), ("delV",
Small), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#14
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", OT), ("delV",
Small), ("delT", Long)], [{"Result", Trans}])
#15
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", OT), ("delV",
Big), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#16
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", OT), ("delV",
Big), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#17
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C), ("delV", S
mall), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#18
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C), ("delV", S
mall), ("delT", Long)], [{"Result", Trans}])
#19
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C), ("delV", B
ig), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#20
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", C), ("delV", B
ig), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#21
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO), ("delV",
Small), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#22
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO), ("delV",
Small), ("delT", Long)], [{"Result", Trans}])
#23
myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO), ("delV",
Big), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#24
```

```

myIT2FLS.add_rule(["delD", Medium), ("delHead", HO), ("delV",
Big), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#25
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT), ("delV", Sma
ll), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#26
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT), ("delV", Sma
ll), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#27
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT), ("delV", Big
), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#28
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", OT), ("delV", Big
), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#29
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C), ("delV", Smal
l), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#30
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C), ("delV", Smal
l), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#31
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C), ("delV", Big)
, ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#32
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", C), ("delV", Big)
, ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#33
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", HO), ("delV", Sma
ll), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#34
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", HO), ("delV", Sma
ll), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])
#35
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", HO), ("delV", Big
), ("delT", Short)], [{"Result", NonTrans}])
#36
myIT2FLS.add_rule(["delD", Far), ("delHead", HO), ("delV", Big
), ("delT", Long)], [{"Result", NonTrans}])

```



```
it2out, tr = myIT2FLS.evaluate({"delD":13.51661, "delHead": 1,
    "delV": 0.413779, "delT": 65}, min_t_norm, max_s_norm, domain
    _IdentificationResult, method= "Centroid", algorithm= "EKM")

# Here the output IT2FS and their type reduced versions are pl
otted.

# The crisp output is also calculated and printed.
it2out["Result"].plot(filename="Data 1")
TR_plot(domain_IdentificationResult, tr["Result"], filename="D
ata 1")
print((crisp(tr["Result"])))
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Nama penulis Norisa Nurfadila, dilahirkan di Tangerang, 15 November 1999. Penulis adalah anak ketiga dari Bambang S dan Wahyuningsih. Penulis telah menyelesaikan pendidikan SD di SDN Sukadamai 3 Kota Bogor pada tahun 2012, pendidikan SMP di SMPN 5 Kota Bogor pada tahun 2005, pendidikan SMA di SMAN 2 Kota Bogor pada tahun 2018, dan telah menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya pada tahun 2022. Penulis menjadi mahasiswa ITS melalui jalur SNMPTN yang disertai dengan beberapa sertifikat kejuaraan yaitu Juara 1, Best Poster, dan Best Maket di lomba *Smart Innovation of Writing, Engineering Physics Week 2017* yang penulis raih saat masih kelas 2 SMA. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan termasuk diantaranya organisasi-organisasi mahasiswa seperti asisten di Laboratorium Instrumentasi, Kontrol, dan Optimisasi, anggota Dewan Perwakilan Angkatan, serta ITS *Digital Marketing Camp II*. Penulis juga aktif dalam kegiatan pengembangan bakat mahasiswa seperti menuntaskan seluruh kegiatan latihan keterampilan dasar yang wajib dari ITS, Sekolah Kepemimpinan HMTF, LKMM-TD, dan menjadi pembicara pada LKMW-TD 2020. Selain aktif dalam kegiatan di dalam kampus, penulis juga merupakan seorang santri di Pondok Pesantren Pelajar dan Mahasiswa Subulussalam selama masa perkuliahan. Bidang minat yang diambil oleh penulis untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir yaitu bidang minat Sistem Tertanam dan Siber-Fisik. Pada Juli 2022, penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"Pengembangan Integrasi Sistem Pengambilan Keputusan Berbasis Data AIS untuk Pemodelan Pelanggaran Transshipment pada Kapal Menggunakan Fuzzy Tipe 2"**. Penulis sangat terbuka pada kritik dan saran dari pembaca. Pembaca dapat menghubungi penulis melalui email: norisadifasa@gmail.com.