

TUGAS AKHIR - TF181801

**PENGEMBANGAN SISTEM TERINTEGRASI
IDENTIFIKASI IUU *FISHING* DAN *TRANSSHIPMENT*
MENGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY
INFERENCE SYSTEM (ANFIS)* BERBASIS DATA
AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) PADA
KONDISI ANOMALI TRAYEKTORI**

HANIFAH RASBINI PUTRI

NRP. 02311840000057

Dosen Pembimbing

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

NIP. 19711113 199512 1 002

Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

NIP. 19660116 198903 2 001

Program Studi S-1 Teknik Fisika

Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan



TUGAS AKHIR - TF181801

**PENGEMBANGAN SISTEM TERINTEGRASI
IDENTIFIKASI IUU *FISHING* DAN *TRANSSHIPMENT*
MENGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY
INFERENCE SYSTEM* (ANFIS) BERBASIS DATA
AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) PADA
KONDISI ANOMALI TRAYEKTORI**

HANIFAH RASBINI PUTRI

NRP. 02311840000057

Dosen Pembimbing

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

NIP. 19711113 199512 1 002

Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

NIP. 19660116 198903 2 001

Program Studi S-1 Teknik Fisika

Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - TF181801

**DEVELOPMENT OF INTEGRATED IDENTIFICATION
SYSTEM OF IUU FISHING AND TRANSSHIPMENT
USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE
SYSTEM (ANFIS) BASED ON AUTOMATIC
IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA IN ANOMALY
TRAJECTORY CONDITION**

HANIFAH RASBINI PUTRI

NRP 02311840000057

Advisor

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

NIP. 19711113 199512 1 002

Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

NIP. 19660116 198903 2 001

Study Program S-1 Engineering Physics

Department of Engineering Physics

Faculty of Industrial Technology and System Engineering

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2022

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Hanifah Rasbini Putri
NRP : 02311840000057
Departemen / Prodi : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FTIRS)
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**PENGEMBANGAN SISTEM TERINTEGRASI IDENTIFIKASI IUU FISHING DAN TRANSSHIPMENT MENGGUNAKAN ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) BERBASIS DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) PADA KONDISI ANOMALI TRAYEKTORI**" 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, 6 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Hanifah Rasbini Putri

NRP. 02311840000057

Halaman ini sengaja dikosongkan

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGEMBANGAN SISTEM TERINTEGRASI IDENTIFIKASI IUU *FISHING*
DAN *TRANSSHIPMENT* MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY*
INFERENCE SYSTEM (ANFIS) BERBASIS DATA *AUTOMATIC*
IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) PADA KONDISI ANOMALI TRAYEKTORI**

Oleh:

Hanifah Rasbini Putri
NRP. 0231184000057

Surabaya,


Menyetujui,
Pembimbing I



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

NIP. 19711113 199512 1 002

Menyetujui,
Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

NIP. 19660116 198903 2 001

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 SISTEM TERINTEGRASI IDENTIFIKASI IUU *FISHING* DAN
TRANSSHIPMENT MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE*
SYSTEM (ANFIS) BERBASIS DATA *AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM* (AIS)
PADA KONDISI ANOMALI TRAYEKTORI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Progam Studi S-1 Departemen Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FTIRS)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HANIFAH RASBINI PUTRI

NRP. 0231184000057

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

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

..... (Pembimbing I)

2. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

..... (Pembimbing II)

3. Dr. Ir. Syamsul Arifin, M.T.

..... (Ketua Penguji)

4. Moh Kamalul Wafi, S.T., MSc.DIC

..... (Penguji I)

SURABAYA

2022

xi

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PENGEMBANGAN SISTEM TERINTEGRASI IDENTIFIKASI IUU
FISHING DAN TRANSSHIPMENT MENGGUNAKAN ADAPTIVE
NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) BERBASIS DATA
AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) PADA KONDISI
ANOMALI TRAYEKTORI**

Nama : Hanifah Rasbini Putri
NRP : 0231184000057
Departemen : Teknik Fisika FTIRS – ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Suyanto, S.T., M.T.
Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

ABSTRAK

Luasnya wilayah laut Indonesia belum diimbangi dengan upaya pemerintah yang optimal terutama dalam segi teknologi dan pengawasan secara otomatis, sehingga perbuatan *illegal* mengenai pencurian ikan dan pemindahan muatan di wilayah laut Indonesia masih banyak terjadi. IUU *fishing* dan *transshipment* sering terjadi di perairan Indonesia dikarenakan ketidakmampuan perkembangan teknologi pemerintah dalam melacak pelaku IUU *fishing* dan *transshipment*. Kondisi anomali adalah keadaan terjadinya keganjilan pada pergerakan kapal yang keluar dari jalur referensinya. Kapal berlayar memiliki rute tersendiri dengan tujuan menghindari tabrakan antara kapal, meminimalisir kehabisan bahan bakar, dan menghindari kecelakaan lainnya. Rute kapal ini akan mempermudah kapal tetap dapat dipantau dan menjaga dari penjarahan yang terjadi di laut. Penelitian ini mengusulkan sebuah rancangan sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* menggunakan ANFIS berbasis data AIS pada kondisi anomali trayektori. ANFIS merupakan sebuah *fuzzy inference system* yang diimplementasikan dalam kerangka jaringan adaptif. ANFIS berfungsi sebagai dasar untuk membangun seperangkat aturan *fuzzy if-then* dengan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk menghasilkan pasangan *input-output* yang ditentukan. Data penelitian didapatkan dari situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory*, dan penelitian sebelumnya. Sub-sistem anomali dirancang menggunakan *iForest*, sub-sistem *selection* dan *decision* dirancang menggunakan ANFIS. Hasil validasi menunjukkan bahwa hasil sub-sistem anomali dapat

digunakan sebagai masukan sistem identifikasi dan akurasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* sebesar 81.2605%.

Kata Kunci: *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), Automatic Identification System (AIS), Isolation Forest, IUU Fishing dan Transshipment, Kondisi Anomali*

DEVELOPMENT OF INTEGRATED IDENTIFICATION SYSTEM OF IUU FISHING AND TRANSSHIPMENT USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) BASED ON AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA IN ANOMALY TRAJECTORY CONDITION

Name : Hanifah Rasbini Putri
NRP : 02311840000057
Department : Engineering Physics FTIRS – ITS
Supervisors : Dr. Suyanto, S.T., M.T.
Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T.

ABSTRACT

The vastness of Indonesia's marine area has not been matched by optimal government efforts, especially in terms of technology and automatic supervision, so that illegal acts regarding theft of fish and transfer of cargo in Indonesian marine areas are still common. IUU fishing and transshipment often occur in Indonesian waters due to the inability of the government to develop technology in tracking IUU fishing and transshipment actors. Anomaly conditions are conditions where there is an oddity in the movement of the ship that is out of its reference path. Sailing ships have their own routes with the aim of avoiding collisions between ships, minimizing running out of fuel, and avoiding other accidents. The ship route will make it easier for ships to be monitored and guard against looting that occurs at sea. The study proposes an integrated system identification for IUU fishing and transshipment using ANFIS based on AIS data in trajectory anomaly conditions. ANFIS is a fuzzy inference system which is implemented in an adaptive network framework. ANFIS serves as the basis for constructing a set of fuzzy if-then rules with appropriate membership functions to generate a specified input-output pair. The research data was obtained from the marinetraffic.com website, the Marine Reliability and Safety Laboratory, and previous research. Anomaly sub- system was designed using iForest, selection and decision sub- system was designed using ANFIS. The validation results show that the results of the anomaly sub- system can be used as input for the identification system and the identification accuracy of IUU fishing and transshipment is 81.2605%.

Keywords: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), Anomaly Conditions, Automatic Identification System (AIS), Isolation Forest, IUU Fishing and Transshipment

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pengembangan Sistem Terintegrasi Identifikasi IUU Fishing dan Transshipment menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) berbasis Data Automatic Identification System (AIS) pada Kondisi Anomali Trayektori**”. Penulis menyadari bahwa dalam proses Tugas Akhir 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. Keluarga, terutama kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan semangat kepada penulis.
3. Dr. Suyanto, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Fisika yang telah memfasilitasi penelitian ini serta selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak membantu, memberikan ilmu, saran, masukan serta bimbingannya dalam penyusunan laporan ini.
4. Prof. Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, M.T. selaku Dosen pembimbing 2 yang telah banyak membantu, memberikan ilmu, saran, masukan serta bimbingannya dalam penyusunan laporan ini.
5. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng., D.Eng. selaku Dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, memberikan ilmu, saran, dan memberikan masukan dalam penyusunan laporan ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Fisika yang memberikan masukan, saran, dan koreksi pada pelaksanaan progress serta ujian Tugas Akhir.
7. Rekan satu topik bimbingan, Maidatul Khasanah, Putri Nurfiana Nabilah, Farah Feba Fortuna, Norisa Nurfadilah, dan Brillianti Rosamund L. A. yang sudah memberikan semangat dan membantu dalam mengerjakan penelitian.
8. Sahabat penulis yang selalu memberikan masukan, menemani proses pengerjaan penelitian dengan sangat sabar.
9. Teman-teman angkatan 2018 yang telah menemani dan membantu serta memberi masukan dalam proses pengerjaan penelitian ini.

10. Teman-teman asisten Laboratorium Pengukuran, Keandalan, Resiko, dan Keselamatan (LPKRRK) ITS yang senantiasa memberikan izin dalam mengerjakan Tugas Akhir di Laboratorium.
11. Diri sendiri yaitu Hanifah Rasbini Putri yang mampu dan mau untuk berjuang menyelesaikan penelitian dengan penuh tangis dan Bahagia.
12. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Semoga laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

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.

Surabaya, 6 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
LEMBAR PENGESAHAN.....	xi
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR NOTASI	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah (Lingkup Penelitian).....	4
1.5 Sistematika Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1 Identifikasi IUU <i>Fishing</i> dan <i>Transshipment</i> berbasis Data <i>Automatic Identification System</i> (AIS).....	7
2.2 Identifikasi pada Kondisi Anomali Data Trayektori.....	8
2.3 Sistem Identifikasi menggunakan <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> (ANFIS).....	8
2.4 <i>Automatic Identification System</i> (AIS)	9
2.5 <i>Illegal, Unreported and Unregulated</i> (IUU) <i>Fishing</i> dan <i>Transshipment</i>	13
2.6 Peraturan Tabrakan	15
2.7 <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i> (ANFIS)	16
2.8 <i>Isolation Forest</i>	18
2.9 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23

3.1	Identifikasi Masalah	25
3.2	Studi Literatur.....	27
3.3	Pengumpulan Data <i>Automatic Identification System</i> (AIS) dan Jalur Kapal	27
3.4	Perancangan Integrasi Sistem Identifikasi menggunakan ANFIS	29
3.5	Simulasi dan Uji Sistem Perancangan Sistem Identifikasi.....	53
3.6	Validasi Integrasi Sistem Identifikasi.....	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		71
4.1	Hasil Pengujian Data Sub-sistem Anomali	71
4.2	Hasil Pengujian Data Sub-sistem <i>Selection</i>	81
4.3	Hasil Pengujian Data Sub-sistem IUU <i>Transshipment Decision</i>	83
4.4	Hasil Pengujian Data Sub-sistem IUU <i>Fishing Decision</i>	85
4.5	Analisa Akurasi Sistem	88
4.6	Hasil Validasi Sistem Identifikasi menggunakan Data <i>Real Kapal</i>	90
4.7	Hasil Nilai Keputusan Sistem.....	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		97
5.1	Kesimpulan.....	97
5.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN.....		103
BIODATA PENULIS		173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja AIS (Koscielski & Miller, 2007)	10
Gambar 2. 2 IUU <i>Fishing</i> (Camilleri, 2016).....	13
Gambar 2. 3 <i>Illegal Transshipment</i> (Widjaja et al., 2020)	14
Gambar 2. 4 Situasi Pertemuan Umum dalam Peraturan Internasional untuk Mencegah Tabrakan di Laut (COLREGs) (a) <i>Head-on</i> , (b) <i>Crossing Stand on</i> , (c) <i>Crossing Give yaw</i> , (d) <i>Overtaking</i> , (e) <i>Overtaken</i> (Zhou et al., 2020).....	15
Gambar 2. 5 Sistem Arsitektur ANFIS (Jang, 1993).....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	23
Gambar 3. 2 Diagram Blok Integrasi Sistem IUU <i>Fishing</i> dan <i>Transshipment</i> menggunakan ANFIS (Farahdiba et al., 2018).....	25
Gambar 3. 3 Diagram Blok Integrasi Sistem IUU <i>Transshipment</i> dengan Kondisi Anomali menggunakan JST (Pradenta et al., 2021).....	26
Gambar 3. 4 Diagram Masukan dan Keluaran Sistem Identifikasi IUU <i>Fishing</i> dan <i>Transshipment</i>	30
Gambar 3. 5 Diagram Sistem Identifikasi IUU <i>Fishing</i> dan <i>Transshipment</i>	31
Gambar 3. 6 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem Anomali.....	32
Gambar 3. 7 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem <i>Selection</i>	34
Gambar 3. 8 Arsitektur ANFIS Sub-sistem <i>Selection</i>	35
Gambar 3. 9 Fungsi Keanggotaan Jarak Kapal.....	36
Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan <i>Heading</i> Kapal	37
Gambar 3. 11 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem <i>Decision</i>	40
Gambar 3. 12 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem IUU <i>Transshipment Decision</i>	40
Gambar 3. 13 Arsitektur ANFIS Sub-sistem IUU <i>Transshipment Decision</i>	41
Gambar 3. 14 Fungsi Keanggotaan Jarak Kedua Kapal	42
Gambar 3. 15 Fungsi Keanggotaan Selisih <i>Heading</i> Kapal	42
Gambar 3. 16 Fungsi Keanggotaan Selisih Kecepatan Kedua Kapal	43
Gambar 3. 17 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem IUU <i>Fishing Decision</i>	46
Gambar 3. 18 Arsitektur ANFIS Sub-sistem IUU <i>Fishing Decision</i>	47
Gambar 3. 19 Fungsi Keanggotaan Kecepatan <i>Casting</i>	49
Gambar 3. 20 Fungsi Keanggotaan Kecepatan <i>Towing</i>	49
Gambar 3. 21 Fungsi Keanggotaan Kecepatan <i>Hauling</i>	50

Gambar 3. 22 Fungsi Keanggotaan Laju Perubahan Posisi <i>Latitude</i>	50
Gambar 3. 23 Fungsi Keanggotaan Laju Perubahan Posisi <i>Longitude</i>	51
Gambar 3. 24 Fungsi Keanggotaan Jenis Kapal.....	51
Gambar 3. 25 Perairan Laut Arafura (<i>earth.google.com</i>)	54
Gambar 4. 1 Pola pergerakan 1 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	71
Gambar 4. 2 Pola pergerakan 2 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	72
Gambar 4. 3 Pola pergerakan 3 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	73
Gambar 4. 4 Pola pergerakan 4 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	74
Gambar 4. 5 Pola pergerakan 5 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	74
Gambar 4. 6 Pola pergerakan 6 IUU <i>fishing</i> anomali kapal.....	75
Gambar 4. 7 Pola pergerakan 1 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 1	76
Gambar 4. 8 Pola pergerakan 1 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 2	77
Gambar 4. 9 Pola pergerakan 2 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 1	77
Gambar 4. 10 Pola pergerakan 2 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 2	78
Gambar 4. 11 Pola pergerakan 3 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 1	79
Gambar 4. 12 Pola pergerakan 3 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 2	79
Gambar 4. 13 Pola pergerakan 4 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 1	80
Gambar 4. 14 Pola pergerakan 4 IUU <i>transshipment</i> anomali kapal 2	81
Gambar 4. 15 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>transshipment</i>	83
Gambar 4. 16 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>transshipment</i>	84
Gambar 4. 17 Pola 1 Pergerakan Kapal 1 IUU <i>Fishing</i>	86
Gambar 4. 18 Pola 2 Pergerakan Kapal 1 IUU <i>Fishing</i>	87
Gambar 4. 19 Pola 3 Pergerakan Kapal 1 IUU <i>Fishing</i>	88
Gambar 4. 20 Data <i>Real</i> Kapal Validasi Anomali IUU <i>Transshipment</i>	91
Gambar 4. 21 Data <i>Real</i> Kapal Validasi Anomali IUU <i>Fishing</i>	91
Gambar 4. 22 Pola Pergerakan Kapal IUU <i>transshipment</i> data validasi.....	93
Gambar 4. 23 Pola Validasi Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Informasi dari AIS (Aisjah et al., 2011)	11
Tabel 3. 1 Pengumpulan data pola IUU <i>Fishing</i>	28
Tabel 3. 2 Pengumpulan data pola IUU <i>Transshipment</i>	28
Tabel 3. 3 Variabel Masukan Sub-sistem Anomali	33
Tabel 3. 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem <i>Selection</i>	35
Tabel 3. 5 Nilai MAPE Sub-sistem <i>Selection</i>	38
Tabel 3. 6 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem IUU <i>Transshipment Decision</i> ...	41
Tabel 3. 7 Nilai MAPE Sub-sistem IUU <i>Transshipment Decision</i>	45
Tabel 3. 8 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem IUU <i>Fishing Decision</i>	48
Tabel 3. 9 Nilai MAPE Sub-sistem IUU <i>Fishing Decision</i>	52
Tabel 3. 10 Data Jalur Referensi Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	55
Tabel 3. 11 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	55
Tabel 3. 12 Data Jalur Referensi Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	56
Tabel 3. 13 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	57
Tabel 3. 14 Data Jalur Referensi Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	57
Tabel 3. 15 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	58
Tabel 3. 16 Data Jalur Referensi Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	58
Tabel 3. 17 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	59
Tabel 3. 18 Data Jalur Referensi Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	59
Tabel 3. 19 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	60
Tabel 3. 20 Data Jalur Referensi Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	61
Tabel 3. 21 Data Jalur <i>Real</i> Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU <i>Fishing</i>	61
Tabel 3. 22 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	62
Tabel 3. 23 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	62
Tabel 3. 24 Data Jalur <i>Real</i> Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	63
Tabel 3. 25 Data Jalur <i>Real</i> Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	63
Tabel 3. 26 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	64
Tabel 3. 27 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	64
Tabel 3. 28 Data Jalur <i>Real</i> Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	65
Tabel 3. 29 Data Jalur <i>Real</i> Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	65
Tabel 3. 30 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	66

Tabel 3. 31	Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	67
Tabel 3. 32	Data Jalur <i>Real</i> Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	67
Tabel 3. 33	Data Jalur <i>Real</i> Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	68
Tabel 3. 34	Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	68
Tabel 3. 35	Data Jalur Referensi 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	69
Tabel 3. 36	Data Jalur <i>Real</i> Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	69
Tabel 3. 37	Data Jalur <i>Real</i> Kapal 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU <i>Transshipment</i>	70
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Data Sub-sistem <i>Selection</i>	82
Tabel 4. 2	Perbandingan Nilai Keputusan.....	89
Tabel 4. 3	Hasil Validasi Data Real Kapal Sub-sistem <i>Selection</i>	92
Tabel 4. 4	Data Validasi Kapal 1 diduga melakukan IUU <i>transshipment</i>	93
Tabel 4. 5	Data Validasi Kapal 2 diduga melakukan IUU <i>transshipment</i>	94
Tabel 4. 6	Data Validasi IUU <i>Fishing</i>	95
Tabel 4. 7	Nilai Keputusan IUU <i>Fishing</i>	96
Tabel 4. 8	Nilai Keputusan IUU <i>Transshipment</i>	96

DAFTAR NOTASI

$x_{ref,1}$	= Posisi referensi kapal 1 (<i>longitude</i>) (°)
$y_{ref,1}$	= Posisi referensi kapal 1 (<i>latitude</i>) (°)
$\Psi_{ref,1}$	= <i>Heading</i> referensi kapal 1 (°)
$v_{ref,1}$	= Kecepatan referensi kapal 1 (knot)
$x_{ref,2}$	= Posisi referensi kapal 2 (<i>longitude</i>) (°)
$y_{ref,2}$	= Posisi referensi kapal 2 (<i>latitude</i>) (°)
$\Psi_{ref,2}$	= <i>Heading</i> referensi kapal 2 (°)
$v_{ref,2}$	= Kecepatan referensi kapal 2 (knot)
x_1	= Posisi kapal 1 (<i>longitude</i>) (°)
x_2	= Posisi kapal 2 (<i>longitude</i>) (°)
y_1	= Posisi kapal 1 (<i>latitude</i>) (°)
y_2	= Posisi kapal 2 (<i>latitude</i>) (°)
v_1	= Kecepatan kapal 1 (knot)
v_2	= Kecepatan kapal 2 (knot)
Ψ_1	= <i>Heading</i> kapal 1 (°)
Ψ_2	= <i>Heading</i> kapal 2 (°)
<i>MMSI</i>	= <i>Maritime Mobile Service Identity</i>
Δe	= Selisih jarak posisi jalur referensi kapal dengan jarak <i>real</i> kapal (°)
d_x	= Laju perubahan posisi kapal (<i>longitude</i>) (°)
d_y	= Laju perubahan posisi kapal (<i>latitude</i>) (°)
v_c	= Kecepatan kapal ketika melakukan <i>casting</i> (knot)
v_h	= Kecepatan kapal ketika melakukan <i>hauling</i> (knot)
v_t	= Kecepatan kapal ketika melakukan <i>towing</i> (knot)
j	= Jenis kapal
Δd	= Selisih jarak awal antar kapal (°)
$\Delta v_{1,2}$	= Selisih kecepatan antar kedua kapal (knot)
$\Delta \Psi$	= Selisih <i>heading</i> kapal (°)
Ka	= Nilai keputusan sub-sistem anomali (%)
Ks	= Nilai keputusan sub-sistem <i>selection</i> (%)

- Kd* = Nilai keputusan sub-sistem *decision* (%)
- Kf* = Nilai keputusan sub-sistem *decision* IUU *fishing* (%)
- Kt* = Nilai keputusan sub-sistem *decision* IUU *transshipment* (%)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aturan Internasional di UNCLOS (*United Nations Convention on the Law of the Sea*) 1982 dan Indonesia telah meratifikasi UU No. 17 Tahun 1985, bahwa Indonesia sudah berstatus sebagai Negara Maritim. Sehingga, Indonesia mempunyai kedaulatan dan kewenangan untuk menjaga dan memelihara keutuhan wilayah maritimnya, termasuk mengatur dan mengelola aktifitas orang dan barang antar negara melalui laut, dengan tidak mengabaikan hak-hak negara lain sesuai dengan ketentuan hukum Internasional (Fauzan et al., 2019). Luasnya wilayah laut Indonesia belum diimbangi dengan upaya pemerintah yang optimal terutama dalam segi teknologi dan pengawasan secara otomatis, sehingga perbuatan *illegal* mengenai pencurian ikan dan pemindahan muatan di wilayah laut Indonesia masih banyak terjadi.

Kondisi anomali adalah keadaan terjadinya keganjilan pada pergerakan kapal yang keluar dari jalur referensinya sehingga dicurigai melakukan tindakan IUU *fishing* dan *transshipment*. Terindikasinya kapal melakukan anomali trayektori dijadikan sebagai akar permasalahan dari terjadinya tindakan IUU *fishing* maupun *transshipment*. *Vessel Traffic System* (VTS) yang terletak di Pelabuhan memiliki semua informasi kapal termasuk rute yang akan digunakan kapal untuk berlayar. Kapal berlayar memiliki rute tersendiri dengan tujuan menghindari tabrakan antara kapal, meminimalisir kehabisan bahan bakar, dan menghindari kecelakaan lainnya. Rute kapal ini akan mempermudah kapal tetap dapat dipantau dan menjaga dari penjarahan yang sering terjadi di laut.

Illegal, unreported, and unregulated (IUU) *fishing* dan *transshipment* tetap menjadi salah satu ancaman terbesar bagi ekosistem laut, karena dapat secara serius merusak upaya nasional dan regional untuk pengelolaan perikanan berkelanjutan dan upaya untuk melestarikan keanekaragaman hayati laut (Camilleri, 2016). IUU *fishing* dan *transshipment* sering terjadi di perairan Indonesia dikarenakan ketidakmampuan perkembangan teknologi pemerintah dalam melacak pelaku IUU *fishing* dan *transshipment*. Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2015 tentang Satuan Tugas Pemberantasan Penangkapan Ikan secara Ilegal (*Illegal Fishing*) serta Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 24/PERMEN-KP/2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Satuan Tugas Pemberantasan Penangkapan Ikan secara Ilegal (*Illegal Fishing*), perikanan sebagai sumber

potensial perekonomian Indonesia, perlu dikelola secara efektif, efisien, dan berkelanjutan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Praktik penangkapan ikan secara ilegal yang terjadi di Indonesia telah mengakibatkan kerugian negara yang besar, baik secara ekonomi maupun sosial, ekosistem sumber daya perikanan, serta mengancam tercapainya tujuan pengelolaan perikanan. Pemberantasan penangkapan ikan secara ilegal memerlukan upaya penegakan hukum luar biasa yang mengintegrasikan kekuatan antarlembaga pemerintah terkait dengan strategi yang tepat, memanfaatkan teknologi terkini agar dapat berjalan efektif dan efisien, mampu menimbulkan efek jera, serta mampu mengembalikan kerugian negara. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas serta Penataan Andon Penangkapan Ikan, Alat Penangkapan Ikan yang dinyatakan dapat mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan adalah yang menggunakan bahan peledak, racun, listrik, dan/atau alat atau bahan berbahaya lainnya yang dapat mengancam kepunahan biota, mengakibatkan kehancuran habitat, dan/atau membahayakan keselamatan. Penangkapan kapal yang melakukan *destructive fishing* dalam 67 kejadian dan pada umumnya mayoritas penangkapan ikan dengan menggunakan bom ikan dan bahan peledak lain (Setiawan, 2021).

Illegal transshipment merupakan kegiatan pemindahan muatan ikan yang terjadi di tengah laut lepas dari satu kapal ke kapal lain tanpa melaporkan hasil tangkapannya (Puspoayu et al., 2019). Kegiatan *transshipment* ini banyak dilakukan oleh kapal ikan Indonesia (KII) sejak beroperasinya kapal pengangkut ikan. Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari *Global Fishing Watch Carrier Portal* pada periode 2017 hingga 2020, sebaran potensi *transshipment* yang terjadi di seluruh Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI). Kejadian potensi *transshipment* paling besar terjadi di wilayah perairan timur Indonesia di Laut Sulawesi (WPPNRI716), Laut Arafura (WPPNRI718) dan Samudera Pasifik utara Papua (WPPNRI717). Kejadian potensi *transshipment* tersebut dilakukan oleh 77 kapal-kapal pengangkut ikan dengan berbagai bendera negara. Dampak dari kegiatan *transshipment* di tengah laut yang berlebihan di suatu wilayah perairan dapat mengancam kelangsungan sumber daya ikan di wilayah tersebut karena terjadi penangkapan ikan yang eksploitatif (Ocean Justice Initiative, 2021).

Pemantauan kegiatan *illegal fishing* dan *transshipment* di Indonesia dilakukan oleh *Vessel Traffic System* (VTS) di Kantor Pusat Kementerian Kelautan atau di pelabuhan terdekat dengan zona maritim, pemantauan dilakukan dengan data *Automatic Identification System* (AIS).

Penggunaan data AIS dilakukan karena data AIS mampu memberikan informasi kepadatan transportasi laut, dan mampu mendukung teknologi dalam *e-navigasi* dan berbagai kegunaan untuk keamanan dan keselamatan dalam transportasi laut (Masroeri et al., 2021). Penggunaan AIS memiliki keuntungan bagi pelaku transportasi laut yaitu peningkatan keselamatan, peningkatan manajemen armada serta navigasi, perlindungan lingkungan laut, dan mengurangi frekuensi kecelakaan polusi yang terkait dengan navigasi. Penggunaan AIS untuk tujuan komunikasi radio antar kapal yang digunakan untuk menyepakati manuver guna menghindari tabrakan (Serry, 2017), AIS juga akan memungkinkan untuk mengidentifikasi, melacak dan mengawasi kapal dari pantai dengan akurasi yang jauh lebih tinggi dan lebih berkelanjutan dibandingkan dengan radar berbasis pantai (Westerberg, 2006).

Penelitian dilakukan sebelumnya mengenai penggunaan teknologi AIS untuk mengidentifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* dengan metode logika *fuzzy*. Fatmawati et al. (2018) melakukan perancangan integrasi sistem pengambilan keputusan untuk identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* berbasis data AIS dengan menggunakan metode logika *fuzzy* yang dibagi menjadi dua sub-sistem yaitu sub-sistem *fuzzy selection* dan sub-sistem *fuzzy decision*. Nilai akurasi yang dihasilkan 81,2% untuk *illegal fishing* dan 83,6% untuk *illegal transshipment*, dengan nilai akurasi yang dihasilkan kurang dari 95% (Fatmawati et al., 2018). Farahdiba et al. (2018) melakukan perancangan integrasi sistem pengambilan keputusan berbasis data AIS untuk pemodelan IUU *fishing* dan *transshipment* dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang dibagi menjadi tiga buah sub-sistem yakni sub-sistem *selection*, sub-sistem IUU *fishing decision*, sub-sistem IUU *transshipment decision*. Nilai akurasi yang dihasilkan 89,3% untuk IUU *fishing* dan 87,4% untuk IUU *transshipment*, penelitian tersebut tidak meninjau kondisi anomali trayektori (Farahdiba et al., 2018). Pradenta et al. (2021) melakukan pengembangan sistem pengambilan keputusan berbasis data AIS untuk identifikasi IUU *transshipment* yang mengakomodasi kondisi anomali data trayektori dengan menggunakan JST dibagi menjadi tiga sub-sistem yaitu sub-sistem anomali, sub-sistem *selection*, dan sub-sistem *decision*, 1 – 10 – 1 dengan fungsi aktivasi *ReLU* dan *optimizer Adam*; 2 – 25 – 1 dengan fungsi aktivasi *Tanh*, *optimizer RMSprop*; 3 – 25 – 1 dengan fungsi aktivasi *ReLU*, *optimizer Adam*. Nilai akurasi yang dihasilkan 100% untuk IUU *transshipment*, pada penelitian ini tidak meninjau kondisi anomali trayektori (Pradenta et al., 2021).

Pengembangan pada penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang merupakan gabungan dari metode JST

dan logika *fuzzy*, serta penambahan sub-sistem anomali data AIS. Kondisi anomali perancangan sub-sistem akan dilakukan dengan menggunakan metode *Isolation Forest*, dan perancangan sub-sistem *selection* serta, sub-sistem *decision* akan dilakukan dengan menggunakan metode ANFIS. Perancangan sistem dengan metode ANFIS, diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan identifikasi tindakan IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori. ANFIS adalah sebuah *fuzzy inference system* yang diimplementasikan dalam kerangka jaringan adaptif (Jang, 1993). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* menggunakan ANFIS berbasis data AIS pada kondisi anomali trayektori.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini di antaranya:

- a) Bagaimana arsitektur ANFIS untuk sistem identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori?
- b) Bagaimana performansi sistem identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori menggunakan ANFIS?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan pada penelitian ini di antaranya:

- a) Merancang arsitektur ANFIS untuk sistem identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori.
- b) Menganalisis performansi sistem identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori menggunakan ANFIS.

1.4 Batasan Masalah (Lingkup Penelitian)

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini di antaranya:

- a) Data yang digunakan didapat dari situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory* – ITS dan penelitian sebelumnya.
- b) Semua kapal diasumsikan sudah terpasang *Automatic Identification System* (AIS) dengan baik.

- c) Sistem identifikasi pada kondisi anomali dirancang menggunakan *Isolation Forest*.
- d) Data referensi pada kondisi anomali dengan mempelajari pola dan tingkah laku historis data AIS kapal pelaku IUU *fishing* dan *transshipment*.
- e) Objek yang diteliti pada kapal IUU *Fishing* dengan alat tangkap cantrang, *purse seine*, dan *trawl*.
- f) Objek yang diteliti pada kapal IUU *Transshipment* dengan jenis kapal *cargo* dan *fishing*.
- g) Sistem identifikasi menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS).
- h) Perancangan model *Isolation Forest* untuk identifikasi pada kondisi anomali ditulis dalam Bahasa pemrograman *Python* dan perancangan model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk identifikasi ditulis dalam Bahasa pemrograman *Python* dan *MATLAB*.
- i) Variabel yang digunakan sebagai variabel masukan dalam sistem identifikasi merupakan data statis dan dinamis yang diperoleh dari AIS.

1.5 Sistematika Laporan

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika laporan penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori menjelaskan mengenai teori-teori penunjang yang berkaitan dalam penelitian meliputi *Automatic Identification System* (AIS), Identifikasi IUU *Transshipment* dan *Fishing*, Identifikasi terjadinya Anomali, *Isolation Forest*, dan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS).

BAB III Metodologi Penelitian menjelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan identifikasi anomali dan integrasi sistem untuk identifikasi kapal pelaku IUU *Transshipment* dan IUU *Fishing*.

BAB IV Hasil dan Pembahasan menjelaskan hasil dan pembahasan dari perancangan identifikasi anomali dan integrasi sistem untuk identifikasi kapal pelaku IUU *Transshipment* dan IUU *Fishing*.

BAB V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dan saran dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA berisi semua referensi yang digunakan pada penelitian.

LAMPIRAN berisi informasi program yang digunakan dalam perancangan, data-data perancangan dan pengujian secara lengkap yang telah dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Identifikasi IUU *Fishing* dan *Transshipment* berbasis Data *Automatic Identification System* (AIS)

Automatic Identification System (AIS) adalah sistem pelacakan otomatis yang digunakan di kapal dan oleh *Vessel Traffic System* (VTS) untuk mengidentifikasi dan menemukan kapal dengan bertukar data secara elektronik dengan kapal terdekat lainnya dan stasiun pangkalan AIS. Penelitian mengenai pemanfaatan data AIS untuk identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* telah dilakukan sebelumnya. Aisjah et al. (2017) melakukan penelitian mengenai identifikasi IUU *transshipment* menggunakan metode *fuzzy*, rancang bangun sistem logika *fuzzy* memprediksi pergerakan kapal, dengan pola berdasarkan empat pasangan data yaitu posisi lintang, posisi bujur, kecepatan, dan arah kapal. Merancang sistem logika *fuzzy* IUU *decision*, dugaan pola gerak kapal dalam kegiatan *illegal transshipment* didasarkan pada pola gerak peraturan COLREGs untuk anti tabrakan. Hasil berdasarkan empat nilai variabel memberikan keluaran numerik dari *fuzzy decision* adalah 83,4%. Validasi menghasil perhitungan selisih pos dan jarak antara Lurongyuanyu 105 (kapal induk) dan Eagle Seville (kapal anak) diperoleh Selisih Posisi sebesar 1160 (Menyeberang), jaraknya 648,06 meter (Sedang). Kedua nilai tersebut digunakan sebagai variabel masukan *fuzzy selection*. Keluaran dari *fuzzy selection* adalah 80,5%. Nilai ini mendukung proses selanjutnya dalam *fuzzy decision*, dan memberikan keluaran numerik sebesar 80,6%. Nilai ini menunjukkan bahwa kedua kapal tersebut melakukan *illegal transshipment* (Aisjah et al., 2017).

Masroeri et al. (2020) juga melakukan penelitian pada identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* dengan menggunakan metode *Neural Network*. Pengumpulan data AIS untuk memprediksi posisi bujur dan lintang, posisi, dan kecepatan kapal. Pengkategorian kecepatan kapal pada saat *casting*, *towing*, *houlung*, dan posisi kapal *longitude* dan *latitude* digunakan untuk identifikasi IUU *fishing*. Sub-sistem 2 pemilihan JST menggunakan teknik *k-fold cross-validation*. Unit identifikasi untuk penangkapan ikan IUU dan *transshipment* menggunakan *Recurrent Neural Networks* (RNN) dan integrasi sistem dirancang menggunakan *Artificial Neural Networks* (ANN). Hasil menunjukkan bahwa prediktor dapat digunakan sebagai masukan untuk integrasi sistem serta memiliki akurasi yang tinggi. Akurasi tinggi yaitu mencapai 90,3% IUU *transshipment* dan 89,9% IUU *fishing* (Masroeri et al., 2021).

2.2 Identifikasi pada Kondisi Anomali Data Trayektori

Klasifikasi pergerakan kapal berbasis data AIS menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dilakukan oleh Chen et al. (2020). Jaringan CNN dibangun menggunakan TensorFlow yang didukung dengan Keras, masukan dalam sistem adalah citra lintasan yang berisi 3 kanal RGB. Arsitektur CNN-SMMC berisi urutan lapisan (seperti lapisan *convolutional*, lapisan *pooling*, lapisan padat dan lapisan *dropout*) yang setiap lapisan mengubah *input* menjadi *output* berdasarkan serangkaian operasi. *Training* CNN dapat divariasikan dengan menyesuaikan nilai parameter seperti jumlah lapisan dalam jaringan saraf, jumlah filter di setiap lapisan konvolusi dan urutan lapisan. Hasil klasifikasi tiga jenis pergerakan kapal dan presisi untuk setiap mode pergerakan kapal bervariasi sekitar 90%. Data untuk perbandingan dilatih dan diuji sama dengan model CNN-SMMC. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa keunggulan model CNN-SMMC, dengan nilai akurasi pengujian pada dataset pengujian lebih tinggi 6% dari pada SVM (X. Chen et al., 2020).

Hanapiah et al. (2010) melakukan penelitian mengenai deteksi anomali trayektori menggunakan metode *fuzzy rule* dan *local regression analysis*. Deteksi dan pelacakan objek seluruh sistem mencakup komponen meliputi model latar belakang campuran *Gaussian*, deteksi gerakan dari pengurangan latar belakang dan algoritma pelacakan berbasis *manifold* tampilan untuk mengekstrak jejak setiap objek. Model regresi digunakan untuk meringkas sejumlah besar data dan untuk membuat kesimpulan tentang hubungan antara variabel dalam suatu populasi. Estimasi parameter regresi terhadap data yang terkumpul menggunakan metode kuadrat terkecil. Kemudian mendeteksi anomali dengan aturan *fuzzy*. Akurasi hingga 89,7% tergantung pada ukuran jendela yang digunakan. Pilihan ukuran jendela T dipilih secara empiris. Hasil dianggap baik dibandingkan dengan pendekatan lain yang membutuhkan kumpulan data pelatihan yang ekstensif dan proses pembelajaran offline yang mahal secara komputasi (Hanapiah et al., 2010).

2.3 Sistem Identifikasi menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)

Identifikasi kebakaran hutan menggunakan Klasifikasi ANFIS yang dioptimalkan diteliti dilakukan oleh Ashwin & Thumma, (2018). *Preprocessing* pada citra *input*, agar citra tersebut ditransformasi menjadi signifikan untuk diproses lebih lanjut. Gambar *input* diambil dari database citra satelit kebakaran hutan dan diproses sebelumnya menggunakan *median filter* dan *linear contrast stretching*. Modifikasi *Fuzzy C-Means Clustering*, gambar dikelompokkan menggunakan algoritma pengelompokan MFCM. Fitur Ekstraksi yang efisien, misalnya,

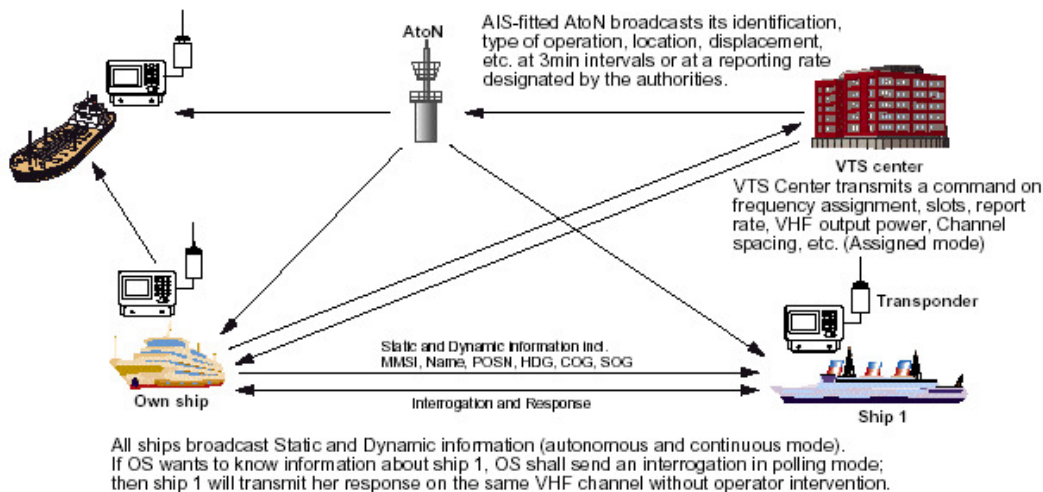
LGXP, Fitur Warna, fitur entropi, fitur Homogenitas, fitur momen kedua sudut diekstraksi dari gambar yang dikelompokkan. Fitur Optimasi Menggunakan Algoritma *Cuckoo Search*, CS berdiri sebagai algoritma pencarian heuristik. Klasifikasi Gambar Api Menggunakan ANFIS dan Identifikasi Area Kebakaran dari citra kebakaran yang diklasifikasikan menggunakan nilai pita merah. Perbandingan pengklasifikasi yang ada, *Support Vector Machine* (SVM), *Naïve Bayes*, *Neural Network* (NN) dan ANFIS dan ANFIS yang dioptimalkan. Pada pemeriksaan perbandingan, presisi, *recall*, akurasi, spesifisitas dan juga *F-measure* untuk ANFIS yang dioptimalkan adalah 69, 72, 75, 78 dan 70 secara individual, yang merupakan nilai yang lebih menonjol jika dibandingkan dengan pengklasifikasi lain yang ada (Ashwin & Thumma, 2018).

Truong et al. (2021) melakukan penelitian untuk identifikasi *bearing fault* menggunakan ANFIS, metode yang digunakan memfilter kebisingan berdasarkan SSA, metode penyaringan kebisingan frekuensi tinggi untuk memproses kumpulan data. Membangun multi-fitur untuk identifikasi kerusakan. Algoritma yang diusulkan untuk obsm, fase online melakukan OBSM selama proses operasi sistem mekanis berdasarkan kemampuan interpolasi ANFISopt. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem OBSM yang dibangun oleh AfOBSM dapat melacak status kesalahan nyata bantalan dengan akurasi lebih tinggi daripada yang dipertimbangkan lainnya. Nilai fit N terkait SDS dan TDS adalah 100.000, sedangkan N terkait FhDS adalah 150.000. Untuk melemahkan biaya penghitungan, karena dipilih dua nilai P0 yaitu 2.500 untuk kumpulan FhDS dan 3.000 untuk kumpulan data lainnya FtDS, SDS, TDS (Truong et al., 2021).

2.4 Automatic Identification System (AIS)

Automatic Identification System (AIS) adalah sistem pelacakan otomatis yang digunakan di kapal dan oleh *Vessel Traffic System* (VTS) untuk mengidentifikasi dan menemukan kapal dengan bertukar data secara elektronik dengan kapal terdekat lainnya dan stasiun pangkalan AIS. Informasi AIS melengkapi radar laut, yang terus menjadi metode utama penghindaran tabrakan untuk transportasi air. Koordinator lalu lintas laut menggunakan AIS dan radar untuk mengatur lalu lintas kapal. AIS diperkenalkan oleh *International Maritime Organization* (IMO) untuk meningkatkan keselamatan kapal dan lingkungan, dan untuk meningkatkan pemantauan lalu lintas dan layanan lalu lintas maritim (Kos et al., 2013). Memperingatkan kapal lain dan stasiun pantai dengan penerima AIS mengenai keberadaan kapal. Informasi posisi dilengkapi dengan informasi tambahan tentang kapal. Sinyal dan informasi yang menyertainya dapat diterima oleh setiap kapal, stasiun darat atau satelit yang dilengkapi dengan penerima AIS dan

kemudian ditampilkan di layar, biasanya dengan perangkat lunak plotting interaktif. AIS dikembangkan sebagai sistem intensitas tinggi jarak pendek dengan garis pandang 10-20 mil antara transponder dan penerima terestrial (berbasis lepas pantai dan kapal). Tujuan utamanya adalah untuk memungkinkan kapal melihat siapa yang sedang beroperasi di sekitarnya untuk menghindari tabrakan (Geosystems, 2001). Prinsip kerja teknologi AIS ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja AIS (Koscielski & Miller, 2007)

Transponder AIS memiliki dua kelas, yaitu kelas A dan kelas B. Umumnya, kelas spesifikasi yang lebih tinggi diperlukan untuk kapal komersial, sedangkan kelas spesifikasi yang lebih rendah ditujukan untuk kapal yang lebih kecil, sebagian besar untuk rekreasi. Transponder Kelas A diwajibkan oleh peraturan SOLAS Internasional untuk semua kapal pengangkut internasional dengan tonase kotor 300 ton atau lebih dan pada semua kapal penumpang tanpa memandang ukurannya. Semua kapal penumpang, kapal barang (kapal dagang pengangkut barang) dengan ukuran 300 gros tonase atau lebih dan kapal penangkap ikan yang panjangnya lebih dari 15 meter harus dilengkapi dengan AIS. Pengecualian dapat dibuat dalam kondisi tertentu untuk kapal barang dengan tonase kotor kurang dari 500 yang digunakan untuk *cabotage* nasional, dan untuk kapal penumpang dengan panjang kurang dari 15 meter atau 300 tonase kotor yang digunakan untuk pelayaran domestik. Mentransmisikan terus menerus pada 12,5 watt dan memiliki jangkauan horizontal hingga 40 nm. Menggunakan teknologi SOTDMA (*Self Organized TDMA*) sehingga masing-masing secara otomatis menyesuaikan transmisinya untuk menghindari gangguan dengan yang lain dalam jangkauan. Area dengan kepadatan pengiriman tinggi, sistem juga mengurangi area cakupan jika perlu

untuk memastikan bahwa sistem tidak kelebihan material. Transponder Kelas B dikembangkan untuk memberikan akses sukarela kepada kapal yang lebih kecil untuk memanfaatkan sistem AIS. Menransmisikan pada 2 watt setiap 30 detik dan rentang horizontal adalah garis pandang. Menggunakan teknologi Carrier Sense TDMA (CSTDMA) yang memverifikasi transmisi Kelas A sebelum mengirim sinyal itu sendiri. Oleh karena itu, informasi kelas B hanya dikirim jika ada cukup ruang pada saluran AIS (Geosystems, 2001).

Tabel 2. 1 Jenis Informasi dari AIS (Aisjah et al., 2011)

Data Statis	Data Dinamis	Data Perjalanan
1. Nomor IMO 2. <i>Call sign</i> dan nama kapal 3. Dimensi kapal 4. Tipe kapal 5. Lokasi dari posisi antenna pemancar	1. Posisi kapal dengan indikasi keakuratan dan status integritas 2. Waktu dalam <i>Universal Time Coordinate</i> (UTC) 3. Arah kapal 4. Kecepatan kapal 5. <i>Heading</i> 6. Status navigasional sudut putar 7. <i>Course over ground</i> (COG) 8. <i>Rate of turn</i> (ROT)	1. Surat kapal 2. Kargo berbahaya 3. Tujuan dan ETA (sesuai kebijakan perwira kapal)

Transponder Kelas A menyediakan tiga jenis informasi yaitu informasi tetap atau statis, informasi dinamis, dan informasi terkait perjalanan. Informasi tetap, atau statis, yang dimasukkan ke dalam 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 (Fiorini et al., 2016):

- 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 (Fiorini et al., 2016):

- a. *Ship's position with accuracy indication and integrity status*
- b. *Position Time stamp in Universal Time Coordinate (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 (Fiorini et al., 2016):

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

Transponder Kelas B hanya mengirimkan informasi statis setiap enam menit, diantaranya (Fiorini et al., 2016):

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

AIS digunakan untuk pertukaran data secara elektronik, meliputi: identifikasi, posisi, aktivitas atau kondisi kapal dan kecepatan dengan kapal lain yang berdekatan dan stasiun *Vessel Traffic Services (VTS)*. Posisi dan data lainnya secara otomatis ditransmisikan dari sensor kapal ke sistem AIS, diformat di sana dan ditransmisikan dalam data singkat dan cepat pada saluran VHF. Data AIS juga dapat disimpan di *VDR (Voyage Data Recorder)* kapal untuk analisis rekaman di masa mendatang (Aisjah et al., 2011). Secara lebih singkat jenis informasi dari AIS ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Kondisi anomali adalah keadaan terjadinya keganjilan pada pergerakan kapal yang terdeteksi dalam data AIS keluar dari jalur referensinya. Data anomali mengandung *noise* yang cenderung merupakan anomali aktual sehingga sulit untuk dipisahkan.

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

Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) fishing adalah istilah luas yang mencakup penangkapan ikan dan kegiatan terkait penangkapan ikan yang melanggar hukum nasional, regional, dan internasional. Unreported, pelaporan yang tidak benar atau informasi yang kurang dilaporkan tentang kegiatan penangkapan ikan dan tangkapan. Penangkapan ikan dengan kapal “Tanpa Kewarganegaraan”. Penangkapan ikan di *Regional Fisheries Management Organizations* (RFMOs) oleh kapal yang non-pihak. Kegiatan penangkapan ikan yang tidak diatur oleh negara dan tidak mudah diawasi dan dipertanggungjawabkan (Camilleri, 2016). IUU *fishing* dengan menggunakan jaring yang dapat merusak lingkungan ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 IUU *Fishing* (Camilleri, 2016)

Menurut *International Plan of Action (IPOA)*, suatu kegiatan dianggap *illegal fishing* apabila dilakukan oleh suatu negara atau asing di perairan di bawah 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 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).

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 dengan tidak ada tindakan konservasi atau pengelolaan dan dengan 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).



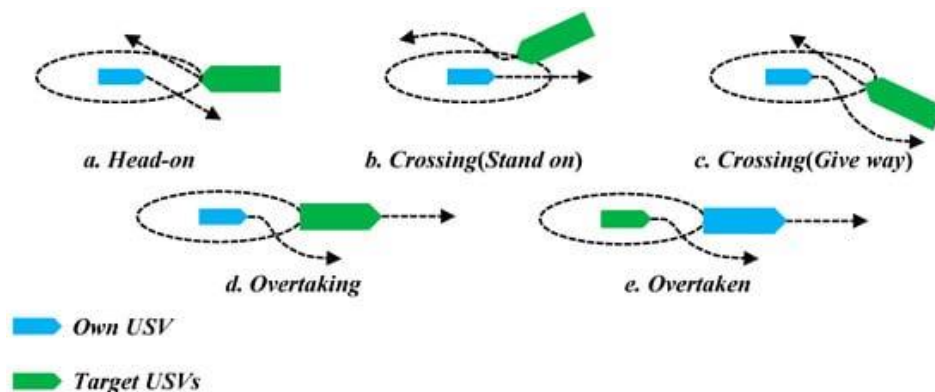
Gambar 2. 3 *Illegal Transshipment* (Widjaja et al., 2020)

Illegal transshipment adalah praktik pemindahan ikan dari satu kapal ke kapal yang lain, di laut atau di pelabuhan. *Transshipment* di laut memfasilitasi pengiriman ikan yang efisien ke pelabuhan dan memungkinkan kapal penangkap ikan untuk terus menangkap ikan tanpa harus berlabuh di pelabuhan. *Transshipment* menyebar di perikanan laut lepas. Kapal kargo yang berpendingin maupun kapal penangkap ikan yang lebih besar memindahkan tangkapan segar dari ribuan kapal penangkap ikan dan membawanya ke titik pendaratan pertama untuk diproses

di darat. Memindahkan hasil tangkapan dari satu kapal ke kapal lain mungkin tampak tidak berbahaya, tetapi kurangnya pemantauan yang efektif memungkinkan pelaku jahat untuk mengaburkan atau memanipulasi data tentang praktik penangkapan ikan mereka, spesies atau jumlah yang ditangkap dan lokasi tangkapan, sehingga sangat mendistorsi rantai pasokan dan upaya untuk menargetkannya (Widjaja, et al., 2020). *Illegal transshipment* dengan menggunakan jaring yang dapat merusak lingkungan ditunjukkan pada Gambar 2.3.

2.6 Peraturan Tabrakan

Aturan Konvensi tentang Peraturan Internasional untuk Mencegah Tabrakan di Laut, 1972 (biasa disebut 72 COLREGS (*Collision Regulation*)) adalah bagian dari Konvensi, dan kapal-kapal yang menerbangkan bendera negara yang meratifikasi perjanjian terikat pada Aturan. Amerika Serikat telah meratifikasi perjanjian ini dan semua kapal berbendera Amerika Serikat harus mematuhi Aturan ini jika berlaku. 72 COLREGS dikembangkan oleh International Maritime Organization (IMO) pada Mei 1982. November 1981, Majelis IMO mengadopsi 55 amandemen terhadap 72 COLREGS yang berlaku efektif pada 1 Juni 1983. IMO juga mengadopsi 9 amandemen lagi yang berlaku efektif pada 19 November 1989. Peraturan ini berlaku di perairan di luar garis demarkasi navigasi yang telah ditetapkan. Garis-garis tersebut disebut Garis Demarkasi COLREGS dan menggambarkan perairan dengan para pelaut harus mematuhi Peraturan Dalam Negeri dan Internasional (NNeely, 2021).



Gambar 2. 4 Situasi Pertemuan Umum dalam Peraturan Internasional untuk Mencegah Tabrakan di Laut (COLREGs) (a) *Head-on*, (b) *Crossing Stand on*, (c) *Crossing Give yaw*, (d) *Overtaking*, (e) *Overtaken* (Zhou et al., 2020)

COLREG mencakup 41 aturan yang dibagi menjadi enam bagian: Bagian A - Umum; Bagian B - Kemudi dan Berlayar; Bagian C - Lampu dan Bentuk; Bagian D - Sinyal Suara dan

Cahaya; Bagian E - Pengecualian; dan Bagian F - Verifikasi kepatuhan terhadap ketentuan Konvensi. Persyaratan teknis tentang lampu dan bentuk dan posisinya memiliki empat Lampiran yang berisi; peralatan sinyal suara; sinyal tambahan untuk kapal penangkap ikan saat beroperasi dalam jarak dekat, dan sinyal bahaya internasional (NNeely, 2021).

Situasi pertemuan diilustrasikan menurut COLREG ditunjukkan pada Gambar 2.4. Dalam COLREG, situasi pertemuan antar kapal ditentukan, termasuk *head-on*, *crossing*, dan *overtaking*. (i) *Head-on*: berdasarkan *Rule 14*, *head-on* mengacu pada saat dua USV (Unmanned Surface Vehicles) bertemu di jalur timbal balik atau hampir timbal balik (dalam jarak 5° dari arah haluan ke pelabuhan dan kanan). (ii) *Crossing*: berdasarkan *Rule 15–17*, *crossing* mengacu pada saat dua USV bertemu satu sama lain antara sudut yang disertakan dari 5° hingga $112,5^\circ$ (port dan kanan). (iii) *Overtaking*: berdasarkan *Rule 13*, sebuah USV akan dianggap menyalip ketika datang dengan kendaraan lain dari bantalan lebih dari $22,5^\circ$ di belakang balok. (iv) *Overtaken*: sebuah USV dianggap disalip ketika datang oleh kendaraan lain dari bantalan lebih dari $22,5^\circ$ di belakang balok (Zhou et al., 2020).

2.7 Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

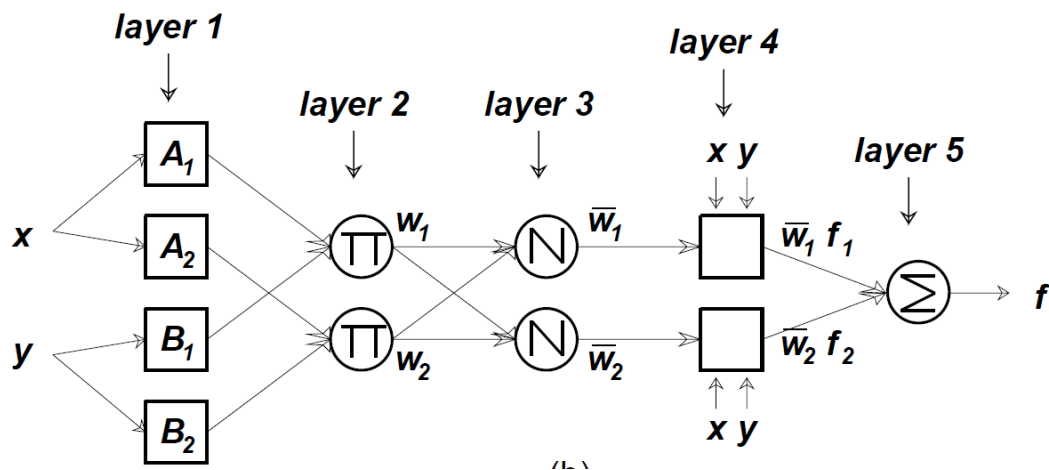
Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah teknik *hybrid artificial intelligence* yang merupakan kombinasi dari logika *fuzzy* dan jaringan saraf tiruan (JST), dengan kata lain ANFIS adalah sebuah *fuzzy inference system* yang diimplementasikan dalam kerangka jaringan adaptif. ANFIS dapat berfungsi sebagai dasar untuk membangun seperangkat aturan *fuzzy if-then* dengan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk menghasilkan pasangan *input-output* yang ditentukan. Jang (1993) merupakan yang mengusulkan ANFIS pertama kali yang paling populer. Dalam ANFIS, hubungan antara kemampuan pembelajaran dan struktur relasional JST digabungkan dengan mekanisme pengambilan keputusan logika *fuzzy* (Jang, 1993). Logika *fuzzy* memiliki keunggulan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (*rules*). JST memiliki keunggulan dalam mengenali pola, mempelajari, dan mempraktekkan suatu pemecahan masalah tanpa memerlukan pemodelan matematika. Berdasarkan keunggulan masing-masing sistem tersebut, maka logika *fuzzy* dan JST saling melengkapi dan unggul. JST memiliki kemampuan mempelajari, tetapi tidak dapat melakukan proses berpikir atau penalaran. Sistem *fuzzy*, di sisi lain, bekerja sebaliknya yaitu tidak memiliki keterampilan mempelajari, tetapi dapat menjelaskan proses berpikir atau penalaran (Farahdiba et al., 2018).

Secara lebih mudah, dengan mengasumsikan *fuzzy inference system* yang memiliki dua input x dan y dan satu output z . Misalkan basis aturan berisi dua aturan *fuzzy if-then* tipe Takagi dan Sugeno (Jang, 1993):

$$\text{Rules 1: If } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_1, \text{ then } f_1 = p_1x + q_1y + r_1$$

$$\text{Rules 2: If } x \text{ is } A_2 \text{ and } y \text{ is } B_2, \text{ then } f_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

dengan $p_1, q_1, r_1, p_2, q_2,$ dan r_1 adalah parameter dari bagian *then*. Penggunaan kumpulan *input* dan *output* pada ANFIS bekerja berdasarkan algoritma untuk adaptasi otomatis *Fuzzy Inference System* (FIS) Sugeno (Takagi-Sugeno-Kang) dari data pelatihan (Valčić et al., 2011). Logika *fuzzy* Sugeno didasarkan pada masukan linguistik dan keluaran numerik yang dapat berupa konstanta atau persamaan linear.



Gambar 2. 5 Sistem Arsitektur ANFIS (Jang, 1993)

Struktur ANFIS terdiri dari lima lapisan, seperti terlihat pada Gambar 2.5. Pada gambar tersebut, struktur ANFIS memiliki dua input dan satu output yang diberikan dan terdiri dari empat fungsi keanggotaan dan empat aturan. Berikut adalah fungsi *node* dari setiap lapisan (Jang, 1993):

- a. Lapisan pertama disebut sebagai lapisan fuzzifikasi. Lapisan fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan untuk mendapatkan cluster *fuzzy* dari nilai *input*. Parameter seperti menentukan bentuk fungsi keanggotaan dan parameter ini disebut sebagai parameter premis. $\{a, b, c\}$ adalah himpunan parameter premis. Derajat keanggotaan dari setiap fungsi keanggotaan dihitung dengan menggunakan parameter ini, seperti yang diberikan pada persamaan 2.1 dan 2.2. Derajat keanggotaan yang diperoleh dari lapisan ini ditunjukkan dengan μ_x dan μ_y .

$$\mu_{A_i}(x) = gbellmf(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (2.1)$$

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \quad (2.2)$$

- b. Lapisan kedua disebut sebagai lapisan aturan (*rules*). *Firing strengths* (w_i) untuk aturan dihasilkan dengan menggunakan nilai keanggotaan yang dihitung dalam lapisan fuzzifikasi. Nilai w_i ditemukan dengan mengalikan nilai keanggotaan, seperti yang diberikan pada persamaan 2.3.

$$O_i^2 = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(y), \quad i = 1,2 \quad (2.3)$$

- c. Lapisan ketiga disebut sebagai lapisan normalisasi. *Firing strengths* dihitung dengan dinormalisasi milik setiap aturan. Nilai yang dinormalisasi adalah rasio *firing strengths* dari aturan ke- i dengan total semua *firing strengths*, seperti yang diberikan pada persamaan 2.4.

$$O_i^3 = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i \in \{1,2\} \quad (2.4)$$

- d. Lapisan keempat disebut sebagai lapisan defuzzifikasi. Nilai berbobot aturan dihitung di setiap *node* dari lapisan, seperti yang diberikan dalam persamaan 2.5. Nilai ini ditentukan dengan menggunakan polinomial orde pertama.

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (2.5)$$

dengan \bar{w}_i adalah output dari lapisan normalisasi dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ adalah *set* parameter. Ini disebut parameter konsekuensi. Jumlah parameter konsekuensi dari setiap aturan adalah satu lebih banyak dari jumlah input.

- e. Lapisan kelima disebut sebagai lapisan penjumlahan. Keluaran sebenarnya dari ANFIS diperoleh dengan menjumlahkan keluaran yang diperoleh untuk setiap aturan pada lapisan defuzzifikasi, seperti yang diberikan dalam persamaan 2.6.

$$O_i^5 = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (2.6)$$

2.8 Isolation Forest

Deteksi anomali adalah proses mengidentifikasi item atau peristiwa yang tidak terduga dalam kumpulan data, yang berbeda dari norma. Dan deteksi anomali sering diterapkan pada data yang tidak berlabel yang dikenal sebagai deteksi anomali tanpa pengawasan. Deteksi anomali memiliki dua asumsi dasar: (1) Anomali hanya terjadi sangat jarang dalam data. (2)

Fitur yang berbeda dari contoh normal secara signifikan. *Isolation Forest* adalah algoritma untuk mendeteksi *outlier* yang mengembalikan skor anomali setiap sampel menggunakan algoritma *Isolation Forest* yang didasarkan pada fakta bahwa anomali adalah titik data yang sedikit dan berbeda. *Isolation Forest* adalah model berbasis pohon (*tree*). Dalam pohon-pohon ini, partisi dibuat dengan terlebih dahulu memilih fitur secara acak dan kemudian memilih nilai pemisahan acak antara nilai minimum dan maksimum dari fitur yang dipilih (Li, 2020). Deteksi anomali menggunakan iForest adalah proses dua tahap. Tahap pertama (*training*) membangun *isolation tree* menggunakan sub-sampel dari set *training*. Tahap kedua (*test*) melewati contoh uji melalui *isolation tree* untuk mendapatkan skor anomali untuk setiap contoh (Tony Liu et al., 2009). Sehingga algoritma *Isolation Forest* digunakan untuk deteksi anomali, mengisolasi titik anomali yang ada dalam dataset dibandingkan dengan titik normal. Algoritma ini mengikuti partisi rekursif menggunakan struktur pohon yang disebut Isolation Tree (Klouda et al., 2019).

Sebagai ansambel pohon yang menggunakan pohon isolasi, iForest a) mengidentifikasi anomali sebagai titik yang memiliki panjang jalur lebih pendek, dan b) memiliki beberapa pohon yang bertindak sebagai 'ahli' untuk menargetkan anomali yang berbeda. Karena iForest tidak perlu mengisolasi semua instance normal – sebagian besar sampel pelatihan, iForest dapat bekerja dengan baik dengan model parsial tanpa mengisolasi semua titik normal dan membangun model menggunakan ukuran sampel kecil. Berlawanan dengan metode yang ada dengan ukuran pengambilan sampel yang besar lebih diinginkan, metode isolasi bekerja paling baik ketika ukuran pengambilan sampel tetap kecil. Ukuran pengambilan sampel yang besar mengurangi kemampuan iForest untuk mengisolasi anomali karena instance normal dapat mengganggu proses isolasi dan oleh karena itu mengurangi kemampuannya untuk mengisolasi anomali dengan jelas. Dengan demikian, sub-sampling menyediakan lingkungan yang menguntungkan bagi iForest untuk bekerja dengan baik. Sepanjang makalah ini, sub-sampling dilakukan dengan pemilihan contoh secara acak tanpa penggantian (Tony Liu et al., 2009).

Output dari algoritma iForest adalah skor anomali. Mempertimbangkan ambang batas yang ditentukan pengguna, algoritme iForest memberi label masing-masing poin sebagai normal atau sebagai anomali. Singkatnya, skor anomali adalah rata-rata $h(x)$ di iForest yang dinormalisasi oleh jalur rata-rata pencarian yang gagal di Binary Search Tree (BST). Pada bagian berikut, komponen individual dari rumus skor anomali disajikan (Klouda et al., 2019).

Rata-rata $h(x)$ dari pencarian yang gagal di BST untuk kumpulan data ukuran i :

$$c(i) = \begin{cases} 2H(i-1) - \frac{2(i-1)}{i} & \text{untuk } i > 2 \\ 1 & \text{untuk } i = 2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.7)$$

dengan $H(\cdot)$ = bilangan harmonik yang diperkirakan sebagai $\ln(\cdot) + 0,5772156649$ (Konstanta Euler) (Klouda et al., 2019).

Persamaan 2.7 digunakan untuk mengestimasi tinggi pohon pada kasus dengan *iTree* tidak dapat mengisolasi titik tersebut. Ini dilakukan terutama untuk kumpulan titik-titik normal yang padat.

Rumus skor anomali adalah (Klouda et al., 2019):

$$s(x, N) = 2 \frac{-E(h(x))}{c(N)} \quad (2.8)$$

dengan,

x = setiap baris dalam data

N = jumlah baris dalam data

$E(h(x))$ = *mean* $h(x)$ dalam ansambel

Skor anomali diinterpretasikan sebagai berikut (Klouda et al., 2019):

- Jika instance mengembalikan s sangat dekat dengan 1, maka itu pasti anomali,
- Jika instance memiliki s jauh lebih kecil dari 0,5, maka mereka dapat dianggap cukup aman sebagai instance normal,
- Jika semua instance mengembalikan s sekitar 0,5, maka seluruh sampel tidak memiliki anomali yang berbeda.

2.9 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean absolute percentage error (MAPE) adalah nilai rata-rata perbedaan *absolute* yang ada diantara nilai dari prediksi dan nilai actual yang disebutkan sebagai hasil persentase dari nilai actual. Penggunaan MAPE pada evaluasi dari hasil prediksi dapat melihat tingkat akurasi terhadap nilai akurasi dan nilai actual (Nabillah & Ranggadara, 2020). Aturan apabila semakin rendah kesalahan persentase MAPE, semakin akurat nilai prediksi. Interpretasi Lewis (1982) tentang hasil MAPE adalah sarana untuk menilai keakuratan nilai prediksi yang kurang dari 10% adalah ramalan yang sangat akurat, 11% hingga 20% adalah ramalan yang baik, 21% hingga 50% adalah ramalan yang masuk akal, dan 51% atau lebih adalah perkiraan yang tidak akurat (R. J. C. Chen et al., 2003). Persamaan (2.9) merupakan perhitungan MAPE sebagai berikut (Nabillah & Ranggadara, 2020).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - y_t}{x_t} \right| \quad (2.9)$$

dengan,

n = jumlah data

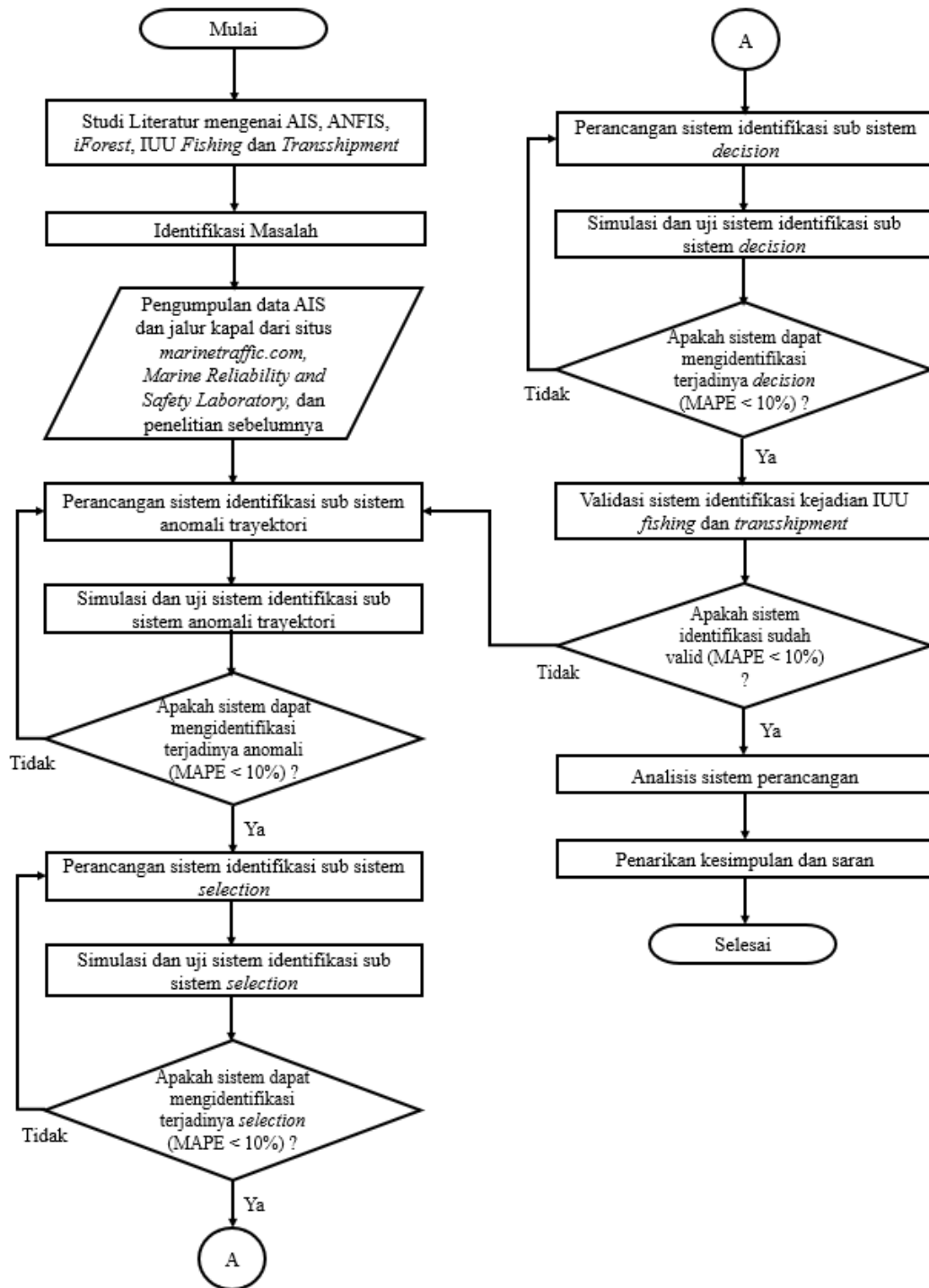
x_t = nilai actual

y_t = nilai prediksi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan penelitian yang ditunjukkan pada diagram alir metodologi penelitian Gambar 3.1.



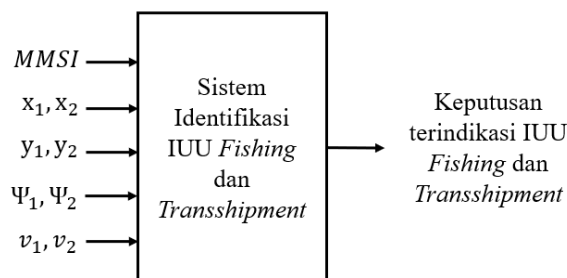
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti pada diagram alir metode penelitian Gambar 3.1. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah. Identifikasi dilakukan melalui kajian literatur, menganalisis hasil atau performansi dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, untuk dapat menemukan solusi terbaik bagi kelemahan dari penelitian sebelumnya. Tahap kedua yakni studi literatur dilakukan mengenai data AIS yang merupakan sistem pelacakan otomatis yang digunakan di kapal dan oleh *Vessel Traffic System (VTS)* untuk mengidentifikasi dan menemukan kapal dengan bertukar data secara elektronik dengan kapal terdekat lainnya dan stasiun pangkalan AIS. Studi literatur dilakukan pada ANFIS yang berfungsi sebagai dasar untuk membangun seperangkat aturan *fuzzy if-then* dengan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk menghasilkan pasangan *input-output* yang ditentukan. Studi literatur pada IUU *fishing* dan *transshipment*, ANFIS, serta *Isolation Forest*. Tahap ketiga dilakukan pengumpulan data AIS dan jalur kapal yang didapatkan dari situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory*, dan penelitian sebelumnya. Tahap keempat yaitu perancangan sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali trayektori berisikan penentuan variabel, perancangan model arsitektur ANFIS, dan pengolahan data.

Simulasi dan uji sistem rancangan sistem identifikasi dilakukan dengan menggunakan *Python* dan *MATLAB*. Sistem dapat mengidentifikasi terjadinya praktik IUU *fishing* dan *transshipment* dengan menunjukkan nilai MAPE kurang dari 10% akan dilakukan validasi sistem identifikasi, namun apabila sistem tidak dapat mengidentifikasi terjadinya praktik IUU *fishing* dan *transshipment* dengan menunjukkan nilai MAPE lebih dari 10%, maka akan dilakukan evaluasi atau perbaikan pada perancangan integrasi sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment*. Validasi sistem identifikasi menggunakan data *real* kapal yang telah terbukti melakukan IUU *fishing* dan *transshipment* ataupun tidak melakukan keduanya. Sistem identifikasi terbukti valid dengan menunjukkan nilai MAPE kurang dari 10%, maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan dan saran, dan apabila sistem identifikasi terbukti tidak valid dengan menunjukkan nilai MAPE lebih dari 10%, maka akan dilakukan evaluasi atau perbaikan pada perancangan integrasi sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment*. Analisis sistem identifikasi dilakukan untuk menganalisa sistem yang telah dirancang dari *Python* dan *MATLAB* sehingga menunjukkan sistem yang valid dan dapat digunakan pada data yang sejenis Tahap terakhir dapat dilakukan penarikan kesimpulan serta saran penelitian.

3.1 Identifikasi Masalah

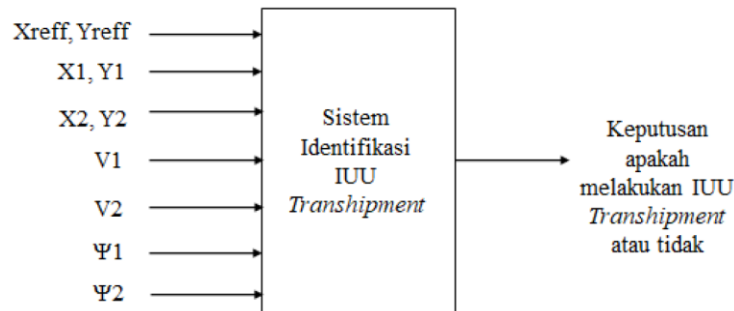
Penelitian sebelumnya dilakukan perancangan integrasi sistem identifikasi berbasis data *Automatic Identification System* (AIS) untuk pemodelan IUU *fishing* dan *transshipment* menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Gambar 3.2 sistem dirancang dengan memiliki 3 sub-sistem yaitu *selection*, IUU *fishing decision*, dan IUU *transshipment decision*. Sub-sistem *selection* dengan masukan adalah selisih jarak dan selisih *heading* antar kapal, hasil yang menunjukkan diduga IUU *transshipment* akan diproses ke sub-sistem IUU *transshipment decision* dan yang tidak diduga IUU *transshipment* akan diproses ke sub-sistem IUU *fishing decision* dan IUU *transshipment decision*. Sub-sistem IUU *fishing decision* dengan masukan adalah jenis kapal, kecepatan *casting*, *hauling*, perubahan posisi *longitude* dan *latitude*. Sub-sistem IUU *transshipment decision* dengan masukan adalah selisih jarak saat *transshipment*, perubahan kecepatan 1 dan 2, selisih *heading* kapal saat *transshipment*. Akurasi dihasilkan IUU *fishing* 89,3% dan IUU *transshipment* 87,4%. Sub-sistem *selection* nilai RMSE $2,92 \times 10^{-7}$, sub-sistem IUU *fishing decision* nilai RMSE $5,63 \times 10^{-8}$, sub-sistem IUU *transshipment decision* nilai RMSE $4,36 \times 10^{-7}$ (Farahdiba et al., 2018).



Gambar 3. 2 Diagram Blok Integrasi Sistem IUU *Fishing* dan *Transshipment* menggunakan ANFIS (Farahdiba et al., 2018)

Sistem identifikasi IUU *transshipment* yang mengakomodasi kondisi anomali data trayektori dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) telah dilakukan. Gambar 3.3 perancangan sistem identifikasi IUU *transshipment* terdiri dari tiga sub-sistem (anomaly, *selection*, *decision*). Sub-sistem anomaly untuk mengidentifikasi kapal yang keluar jalur pelayaran, dengan masukan adalah selisih posisi *real* kapal dengan posisi jalur yang seharusnya. Sub-sistem *selection* untuk menseleksi kapal yang diduga melakukan IUU *transshipment*, dengan masukan adalah jarak kedua kapal dan selisih posisi *heading* kedua kapal. Sub-sistem *decision* dengan masukan adalah jarak antar kedua kapal, selisih *heading* kedua kapal, selisih

kecepatan kedua kapal, dan keluaran berupa keputusan hasil dugaan. Arsitektur terbaik dari sistem identifikasi IUU adalah 1-10-1 untuk sub-sistem anomali, 2-25-1 untuk sub-sistem *selection*, 3-25-1 untuk sub-sistem *decision*. Model arsitektur tersebut menghasilkan nilai akurasi sebesar 100% (Pradenta et al., 2021).



Gambar 3. 3 Diagram Blok Integrasi Sistem IUU *Transshipment* dengan Kondisi Anomali menggunakan JST (Pradenta et al., 2021)

Sistem identifikasi pada penelitian sebelumnya menggunakan metode logika *fuzzy* tipe 1 dan tipe 2 dengan hasil menunjukkan pada metode logika *fuzzy* 1 keakuratan lebih tinggi dari pada logika *fuzzy* tipe 2. Selain itu, metode yang digunakan dalam sistem identifikasi sebelumnya adalah logika *fuzzy* sehingga perlu digunakan metode lain untuk membandingkan hasil identifikasi. Pada penelitian sebelumnya, telah terdapat penelitian menggunakan metode ANFIS namun masih tidak memperhatikan kondisi anomali data trayektori dari kapal. Penelitian dengan adanya kondisi anomali data trayektori telah dilakukan dengan menggunakan metode RNN namun masih tidak adanya integrasi sehingga hanya membahas *illegal transshipment*. Pengembangan pada penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) yang merupakan gabungan dari metode JST dan logika *fuzzy*, serta penambahan sub-sistem anomali data AIS. Pada kondisi anomali perancangan sub-sistem akan dilakukan dengan menggunakan metode RNN, dan perancangan sub-sistem *selection*, IUU *fishing decision*, IUU *transshipment decision* akan dilakukan dengan menggunakan metode ANFIS. Dengan dibuatnya perancangan sistem dengan metode ANFIS, diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan identifikasi tindakan IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk membangun pemahaman awal hingga detail mengenai topik penelitian, yakni *Automatic Identification System (AIS)*, *Isolation Forest*, *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*, dan *IUU fishing* dan *transshipment*. Penentuan metode yang akan dilakukan pada kondisi anomali adalah dengan melakukan kajian pada beberapa journal dan buku hingga mendapatkan hasil bahwa metode *Isolation Forest* yang akan digunakan. Model arsitektur integrasi sistem identifikasi berbasis data *Automatic Identification System (AIS)* untuk mendeteksi terjadinya *IUU fishing* dan *transshipment*, serta menemukan validasi data untuk kriteria *IUU fishing* dan *transshipment*. Referensi yang digunakan berasal dari jurnal dan buku pendukung yang membahas penelitian *IUU fishing* dan *transshipment*.

Pengembangan integrasi sistem dilakukan dengan menambahkan variabel masukan serta membangun kembali *rules* pada metode ANFIS. Ancaman *illegal fishing* dan *illegal transshipment* keduanya saling berkaitan, oleh karena itu pada penelitian ini mengembangkan perancangan integrasi sistem identifikasi berbasis data AIS terjadinya *IUU fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori menggunakan ANFIS. Pengujian dilakukan dengan melihat anomali gerakan kapal dan membandingkan dengan standar gerakan kapal normal (dalam lalu lintas pelayaran).

3.3 Pengumpulan Data *Automatic Identification System (AIS)* dan Jalur Kapal

Data AIS yang digunakan adalah data dinamis kapal dan sebagian memakai data statis, serta data validasi untuk kriteria *IUU fishing* dan *transshipment* didapatkan dari situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory*, dan penelitian sebelumnya. Data yang digunakan pada sub-sistem anomali adalah data jalur kapal, posisi *latitude* dan posisi *longitude*, kecepatan, dan *heading* kapal. Data yang digunakan untuk menseleksi kapal adalah data AIS berupa posisi dan *heading* kapal. Data yang digunakan untuk identifikasi *IUU transshipment* diantaranya adalah posisi *longitude* dan *latitude*, kecepatan, dan *heading* kapal. Data yang didapatkan untuk identifikasi *IUU fishing* antara lain, kecepatan kapal ketika melakukan *casting*, kecepatan kapal ketika melakukan *towing*, kecepatan kapal ketika melakukan *hauling*, laju perubahan posisi kapal (*longitude* dan *latitude*), serta jenis kapal.

Data AIS yang didapatkan menjadi acuan standar untuk pengumpulan data AIS kapal. Data yang didapatkan diolah akan membentuk berbagai pola pergerakan kapal, yang digunakan untuk menentukan kapal termasuk *IUU fishing* atau *IUU transshipment*. Pola kapal disini digunakan untuk mempermudah pencarian kapal yang melakukan *illegal fishing* dan

transshipment, baik yang sedang terjadi maupun yang sudah terjadi dengan menggunakan database AIS kapal tersebut.

Pengumpulan data pola IUU *fishing* dan *transshipment* dilakukan di Perairan Arafura dengan koordinat posisi 8.7763° S, 136.2092° E. Pengumpulan data dilakukan selama 21 hari pada bulan Februari dan Maret. Pengumpulan pada 3 pola kapal yang diduga melakukan IUU *Fishing*, 3 pola kapal yang tidak diduga melakukan IUU *Fishing*, 2 pola kapal yang diduga melakukan IUU *Transshipment*, dan 2 pola kapal yang diduga melakukan IUU *Transshipment*. Pola pergerakan kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* cenderung melingkar karena pola kapal ikan berjenis cantrang dan *purse seine* cenderung melingkar saat menangkap ikan dan kecepatan kapal menjadi rendah saat melakukan *casting* karena ukuran jaring sangat luas (Matsumoto et al., 2015).

Tabel 3. 1 Pengumpulan data pola IUU *Fishing*

Pola	Nomor Kapal	Jenis Kapal	Alat Tangkap	Panjang Kapal (meter)	Kecepatan Maksimum Kapal (knot)
1	574560843	<i>Fishing</i>	Cantrang	30	7.5
2	7640225	<i>Fishing</i>	<i>Purse seine</i>	46	6.5
3	525301748	<i>Fishing</i>	<i>Trawl</i>	20	9.7

Tabel 3.1 menunjukkan data detail kapal yang digunakan untuk simulasi dan uji sistem identifikasi IUU *Fishing*. Data detail kapal untuk pola pergerakan IUU *Fishing* didapatkan dari *marinetraffic.com* selama 21 hari.

Tabel 3. 2 Pengumpulan data pola IUU *Transshipment*

Pola	Kapal	Nomor Kapal	Jenis Kapal	Bentuk Heading	Jarak Kedua Kapal (meter)	Panjang Kapal (meter)	Kecepatan Maksimum Kapal (knot)
1	1	525005246	<i>Cargo</i>	<i>Crossing</i>	11	71	7
	2	7640225	<i>Fishing</i>			46	6
2	1	525004385	<i>Fishing</i>	<i>Overtake</i>	6	15	5.7
	2	525800063	<i>Fishing</i>			15	5.5

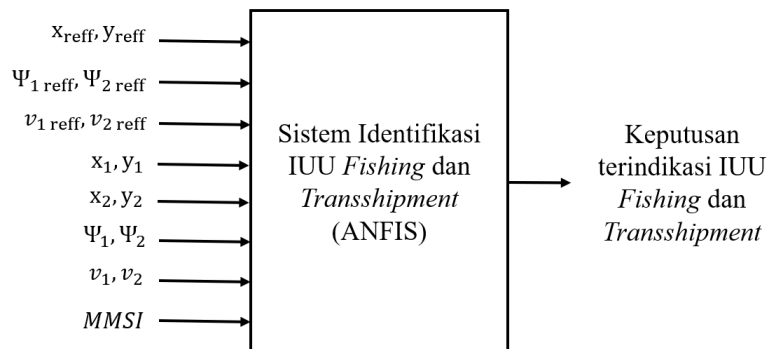
Tabel 3.2 menunjukkan data detail kapal yang digunakan untuk simulasi dan uji sistem identifikasi IUU *Transshipment*. Data detail kapal untuk pola pergerakan IUU *Transshipment* didapatkan dari *marinetraffic.com* selama 21 hari.

3.4 Perancangan Integrasi Sistem Identifikasi menggunakan ANFIS

Diagram masukan dan keluaran yang digunakan dalam sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4. Masukan sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* adalah posisi referensi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, posisi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, *heading* referensi kapal 1 dan 2, *heading* kapal 1 dan 2, kecepatan referensi kapal 1 dan 2, kecepatan kapal 1 dan 2, serta nomor kapal. MMSI atau *Maritime Mobile Service Identity* adalah nomor sembilan digit, mirip dengan nomor ponsel, yang mengidentifikasi kapal. MMSI akan digunakan untuk mengetahui identitas kapal terutama pada jenis kapal yang akan menyatakan kapal ikan atau non kapal ikan. ANFIS digunakan untuk system identifikasi, sehingga keluaran sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* adalah keputusan sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment*.

Perancangan integrasi sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori menggunakan metode ANFIS dan *iForest* dilakukan pada *Python* dan *MATLAB*. Diagram blok arsitektur sistem identifikasi secara menyeluruh ditunjukkan pada Gambar 3.5. Diagram blok sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* Gambar 3.5 memperlihatkan 3 buah sub-sistem yang digunakan yaitu sub-sistem anomali, sub-sistem *selection*, dan sub-sistem *decision*. Sub-sistem anomali digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang keluar dari jalur referensinya. Kemudian sub-sistem *selection* digunakan untuk menyeleksi kapal-kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*. Selanjutnya, sub-sistem *decision* digunakan untuk melakukan identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment*. Berawal dari dua Data AIS kapal dengan variabel masukan untuk sub-sistem anomali yaitu posisi referensi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, posisi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, *heading* referensi kapal 1 dan 2, *heading* kapal 1 dan 2, kecepatan referensi kapal 1 dan 2, serta kecepatan kapal 1 dan 2. Metode *iForest* digunakan pada sub-sistem anomali, apabila nilai keputusan anomali didapatkan lebih dari sama dengan 50% maka akan dilakukan identifikasi pada sub-sistem *selection*, dan apabila nilai keputusan anomali didapatkan kurang dari 50% maka kapal diduga tidak melakukan anomali (Klouda et al., 2019). Kemudian, pada sub-sistem *selection* dengan menggunakan ANFIS variabel masukan berupa posisi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, serta *heading* kapal 1 dan 2. Apabila nilai

keputusan sub-sistem *selection* didapatkan lebih dari sama dengan 50% maka akan dilakukan identifikasi pada sub-sistem IUU *Transshipment Decision* dan apabila nilai keputusan sub-sistem *selection* didapatkan kurang dari 50% maka akan dilakukan identifikasi pada sub-sistem IUU *Fishing Decision* (Aisjah et al., 2017). Sub-sistem *decision* menggunakan ANFIS dengan variabel masukan posisi kapal 1 dan 2 pada *longitude* dan *latitude*, kecepatan kapal 1 dan 2, serta *heading* kapal 1 dan 2. Nilai keluaran sub-sistem *decision* dibagi menjadi 2 yaitu untuk IUU *fishing* dan *transshipment*.

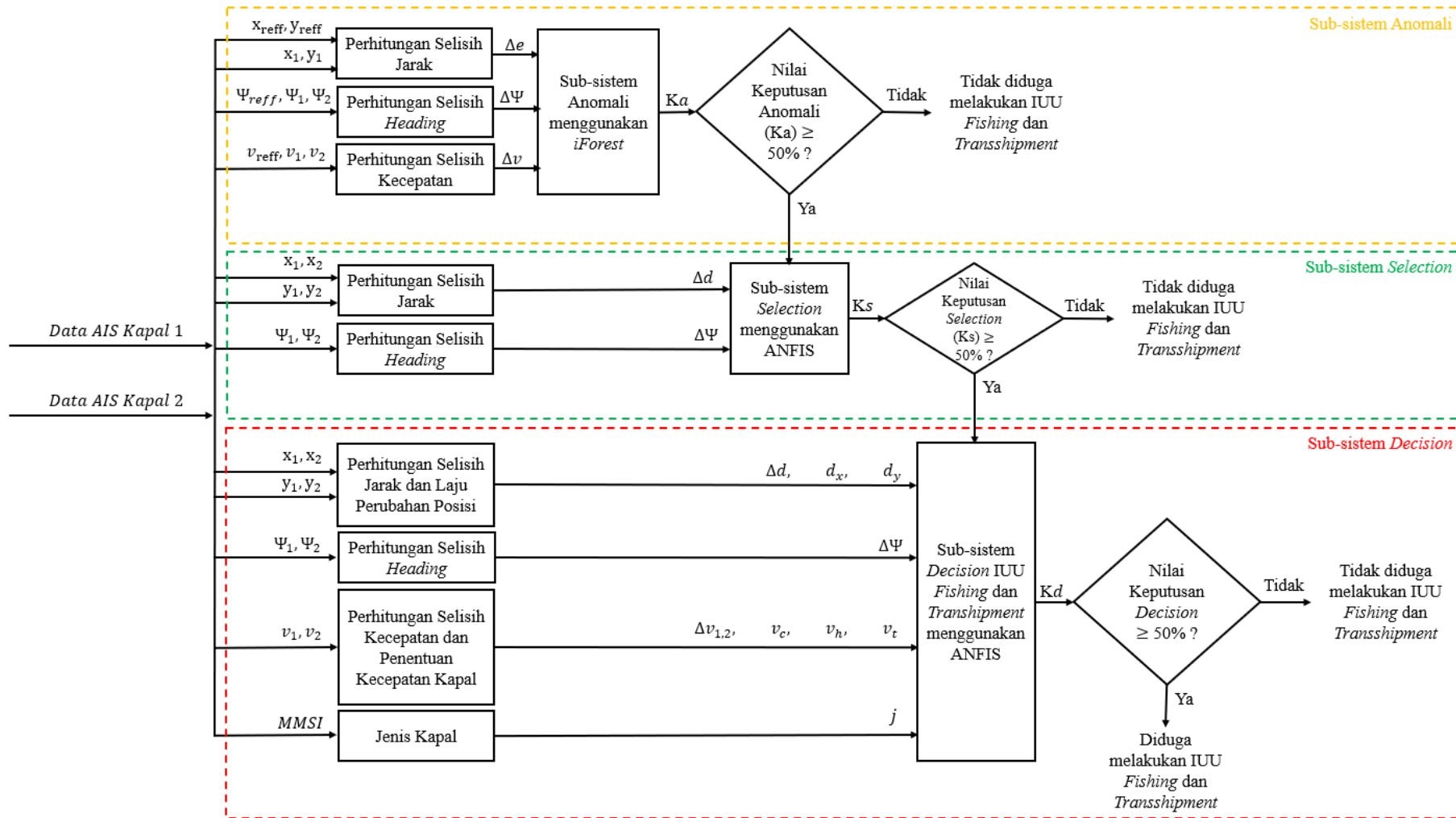


Gambar 3. 4 Diagram Masukan dan Keluaran Sistem Identifikasi IUU *Fishing* dan *Transshipment*

3.4.1 Perancangan Sub-sistem Anomali

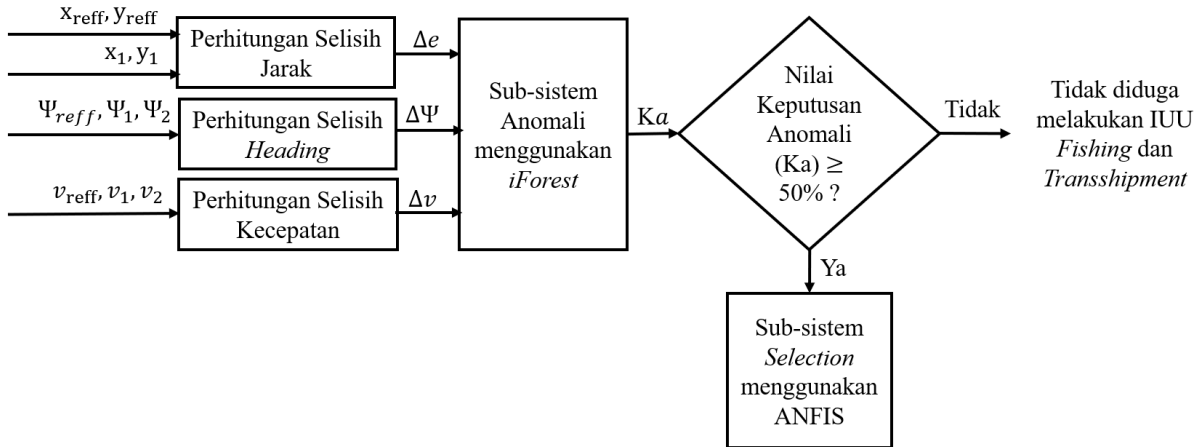
Perancangan sub-sistem identifikasi anomali digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang berlayar diluar jalur referensinya. Pada umumnya, saat kapal akan berjalan atau melakukan pelayaran harus memberikan laporan pada jalur yang akan dilewati. Jalur dengan jarak terpendek dari titik asal ke titik tujuan adalah jalur yang akan dipilih, dikarenakan akan berpengaruh pada penggunaan bahan bakar apabila jalur yang digunakan semakin panjang. Oleh karena itu, apabila kapal berlayar keluar dari jalur referensinya yang sudah ditentukan, maka kapal tersebut akan diduga sedang melakukan pelanggaran.

Diagram blok sub-sistem anomali pada Gambar 3.6 dengan masukan adalah posisi kapal *real*, posisi referensi kapal, kecepatan *real* kapal, kecepatan referensi kapal, *heading real* kapal dan *heading* referensi kapal. Kemudian, data akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan selisih jarak posisi jalur referensi kapal dengan jarak *real* kapal, selisih *heading*, dan selisih kecepatan. Penentuan identifikasi pada sub-sistem *selection* dengan menggunakan *iForest*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan identifikasi sub-sistem anomali, nilai keputusan (K_a) apabila lebih dari sama dengan 50% maka kapal diduga melakukan anomali dan sistem identi-



Gambar 3. 5 Diagram Sistem Identifikasi IUU Fishing dan Transshipment

fikasi akan melanjutkan ke identifikasi sub-sistem *selection*, serta apabila dihasilkan nilai keputusan sebaliknya, atau kurang dari 50% maka sudah menunjukkan bahwa kapal sedang berlayar di jalur referensinya.



Gambar 3. 6 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem Anomali

Tabel 3.3 menunjukkan data masukan untuk sub-sistem anomali. Rentang nilai yang digunakan yaitu berdasarkan data yang diperoleh serta penelitian sebelumnya. Variabel selisih posisi kedua kapal memiliki kategori *near* dengan rentang nilai 0 - 100 meter dan kategori *far* dengan rentang nilai 101 - 200 meter. Variabel selisih kecepatan kedua kapal memiliki kategori *small* dengan rentang nilai 0 - 0.8 knot, kategori *medium* dengan rentang nilai 0.81-4.1 knot, dan kategori *big* dengan rentang nilai 4.2 - 8 knot. Variabel selisih *heading* antar kedua kapal memiliki kategori *small* dengan rentang nilai -6° - 6° , kategori *medium* dengan rentang nilai 7 - 174° , dan kategori *big* dengan rentang nilai 175 - 186° .

Aturan COLREGs mengenai anti tabrakan digunakan sebagai acuan arah dari kedua kapal atau *heading* kapal dengan kategori *overtake*, *crossing*, atau *head on*. Variabel masukan selisih *heading* didapatkan dari nilai posisi *heading* kapal 1 dan kapal 2 menggunakan persamaan 3.1.

$$\Delta\Psi = \Psi_2 - \Psi_1 \quad (3.1)$$

dengan,

$\Delta\Psi$ = selisih *heading* kapal ($^{\circ}$)

Ψ_1 = *heading* kapal 1 ($^{\circ}$)

Ψ_2 = *heading* kapal 2 ($^{\circ}$)

Formula Harversine pada persamaan 3.2 digunakan untuk menentukan jarak berdasarkan nilai posisi *latitude* dan *longitude* dalam satuan meter (Mellyssa, 2017).

$$d = R \cdot c \quad (3.2)$$

dengan,

$$a = \sin^2 \left(\frac{x_1 \left(\frac{\pi}{180} \right) - x_{reff} \left(\frac{\pi}{180} \right)}{2} \right) + \cos \left(x_{reff} \left(\frac{\pi}{180} \right) \right) \cdot \cos \left(x_1 \left(\frac{\pi}{180} \right) \right) \\ \cdot \sin^2 \left(\frac{y_1 \left(\frac{\pi}{180} \right) - y_{reff} \left(\frac{\pi}{180} \right)}{2} \right)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a} \cdot \sqrt{1-a})$$

dengan,

d = jarak perpindahan kapal (meter)

R = radius bumi $\approx 6.371.000$ meter

x_1 = posisi *latitude* kapal ($^\circ$)

y_1 = posisi *longitude* kapal ($^\circ$)

x_{reff} = posisi *latitude* kapal jalur referensi ($^\circ$)

y_{reff} = posisi *longitude* kapal jalur referensi ($^\circ$)

Tabel 3. 3 Variabel Masukan Sub-sistem Anomali

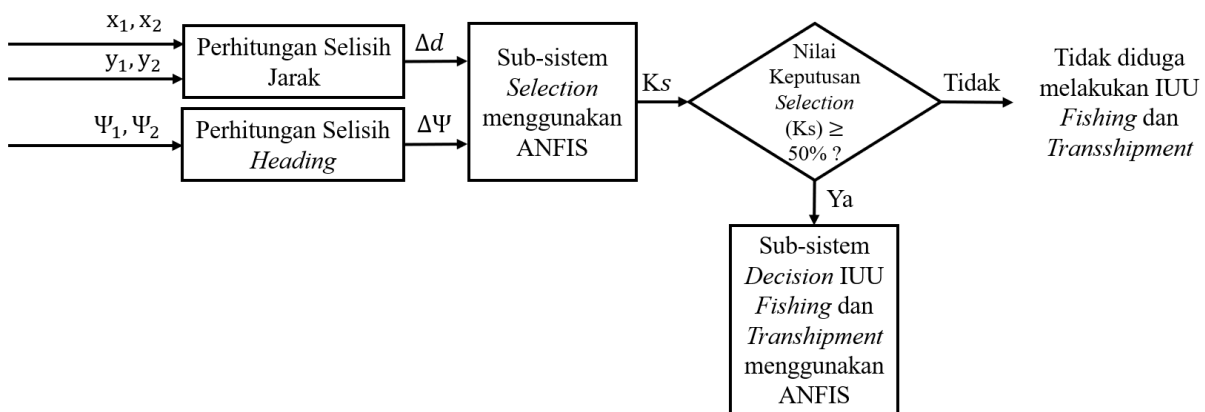
Variabel Masukan	Kategori	Rentang Nilai
Selisih Posisi Kapal (meter)	<i>Near</i>	0 – 100
	<i>Far</i>	101 – 200
Selisih Kecepatan Kapal (knot)	<i>Small</i>	0 – 0.8
	<i>Medium</i>	0.81 – 4.1
	<i>Big</i>	4.2 – 8
Selisih <i>Heading</i> Kapal ($^\circ$)	<i>Small</i>	-6 – 6
	<i>Medium</i>	7 – 174
	<i>Big</i>	175 – 186

Pelatihan sub-sistem anomali menggunakan data AIS yang telah tersedia dengan pembagian wilayah perairan dan perikanan (WPP). *Isolation Forest* adalah algoritma untuk mendeteksi *outlier* yang mengembalikan skor anomali setiap sampel menggunakan algoritma *Isolation Forest* yang didasarkan pada fakta bahwa anomali adalah titik data yang sedikit dan berbeda (Li, 2020). *Isolation Forest (iForest)* digunakan untuk deteksi anomali, mengisolasi titik anomali yang ada dalam dataset dibandingkan dengan titik normal. Output dari algoritma

iForest adalah skor anomali yang akan digunakan sebagai nilai keputusan. Mempertimbangkan ambang batas yang ditentukan pengguna, algoritme *iForest* memberi label masing-masing poin sebagai normal atau sebagai anomali.

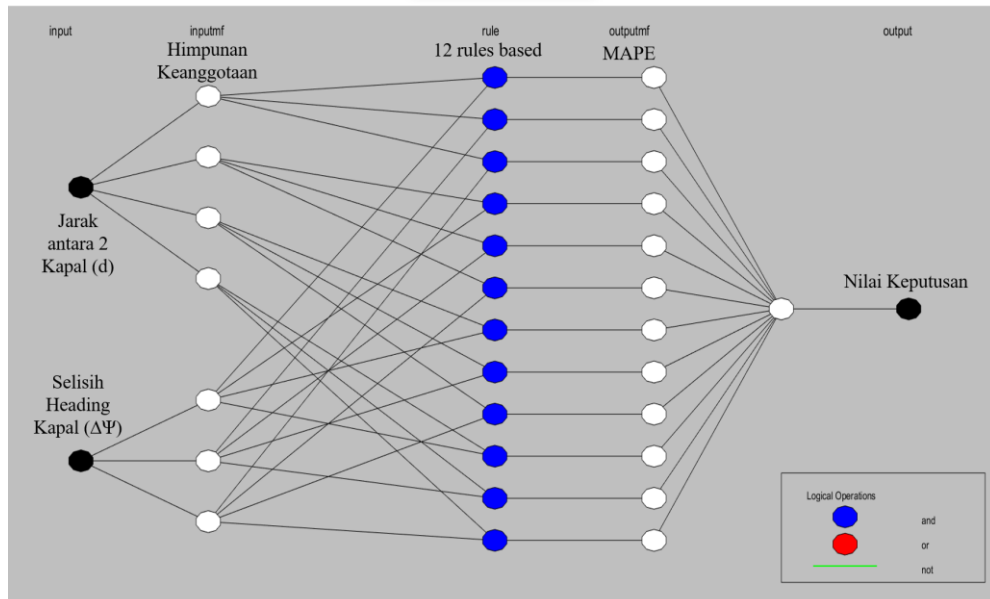
3.4.2 Perancangan Sub-sistem *Selection*

Perancangan sub-sistem identifikasi *selection* digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* atau *transshipment*. Sub-sistem *selection* hasil keluarannya akan melakukan seleksi terhadap kapal yang berada di tengah laut. Apabila masuk dalam kategori jarak aman maka akan diolah menjadi masukan sistem identifikasi IUU *fishing*. Dan apabila masuk dalam kategori jarak tidak aman maka diduga melakukan IUU *transshipment* sehingga akan diolah menjadi masukan sistem identifikasi IUU *transshipment*.



Gambar 3. 7 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem *Selection*

Diagram sistem identifikasi sub-sistem *selection* pada Gambar 3.7 dengan masukan adalah posisi kapal (*latitude* dan *longitude*) dan *heading* kapal. Kemudian, data akan diolah kembali menjadi jarak antar kedua kapal dan selisih *heading* awal kapal. Penentuan identifikasi pada sub-sistem *selection* dengan menggunakan ANFIS. Selanjutnya dilakukan perhitungan identifikasi sub-sistem *selection*, nilai keputusan (K_s) apabila lebih dari sama dengan 50% maka kapal diduga melakukan pelanggaran dan sistem identifikasi akan melanjutkan ke identifikasi sub-sistem IUU *transshipment decision*, serta apabila hasilnya sebaliknya, atau kurang dari 50% maka kapal diduga melakukan pelanggaran dan akan melakukan identifikasi sub-sistem IUU *fishing decision*.



Gambar 3. 8 Arsitektur ANFIS Sub-sistem *Selection*

Arsitektur ANFIS sub-sistem *selection* ditunjukkan pada Gambar 3.8 yang memiliki 5 lapisan. Lapisan pertama adalah variabel masukan pada sub-sistem *selection* berupa jarak antar kedua kapal dan selisih *heading* antar kedua kapal. Lapisan kedua adalah *membership function* variabel masukan jarak yang terdiri dari *Very Near*, *Near*, *Far*, dan *Very Far*, serta *membership function* variabel masukan selisih *heading* yang terdiri dari *Overtake*, *Crossing*, dan *Head On*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

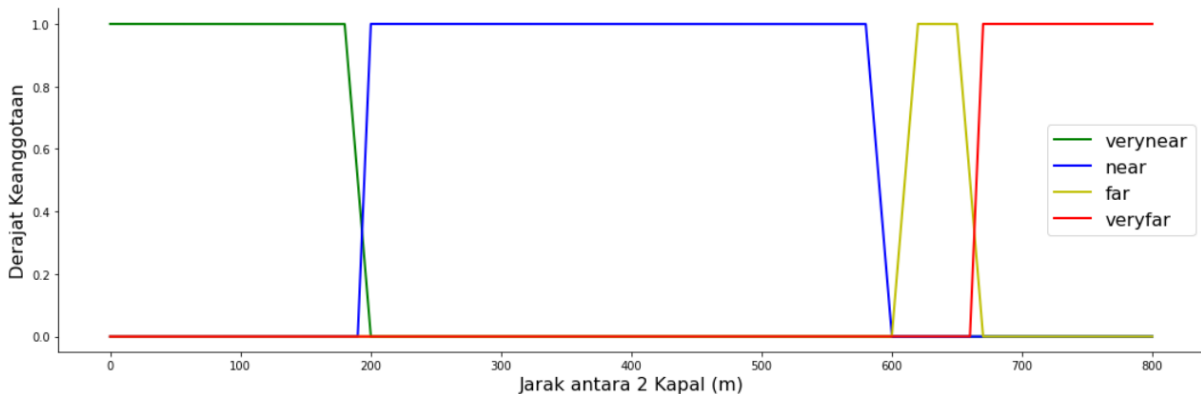
Tabel 3. 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem *Selection*

Variabel Masukan	Himpunan Keanggotaan	Domain	Fungsi Keanggotaan
Jarak antara 2 Kapal (meter)	<i>Very Near</i>	[0 0 180 200]	<i>Trapmf</i>
	<i>Near</i>	[190 200 580 600]	<i>Trapmf</i>
	<i>Far</i>	[600 620 650 670]	<i>Trapmf</i>
	<i>Very Far</i>	[660 670 800 800]	<i>Trapmf</i>
Selisih <i>Heading</i> Kapal (°)	<i>Overtake (OT)</i>	[-6 -5 5 6]	<i>Trapmf</i>
	<i>Crossing (C)</i>	[6 7 173 174]	<i>Trapmf</i>
	<i>Head on (HO)</i>	[174 175 185 186]	<i>Trapmf</i>

Tabel 3.4 menunjukkan data masukan sub-sistem *selection*, dengan domain dan fungsi keanggotaan yang digunakan berdasarkan data yang diperoleh dan penelitian sebelumnya.

Variabel masukan jarak antara dua kapal memiliki empat himpunan keanggotaan yaitu *Very Near*, *Near*, *Far*, *Very Far* dengan domain memiliki rentang 0-600 untuk jarak dengan himpunan keanggotaan dekat atau jarak waspada dan rentang 600-800 untuk jarak dengan himpunan keanggotaan jauh atau jarak aman. Variabel masukan selisih *heading* antara dua kapal memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Overtake (OT)*, *Crossing (C)*, *Head on (HO)* dengan domain memiliki rentang masing-masing sesuai dengan peraturan anti tabrakan. Fungsi keanggotaan pada masukan jarak dan selisih *heading* antara dua kapal adalah *trapezium*.

Tabel 3.4 menunjukkan data masukan sub-sistem *selection*, dengan domain dan fungsi keanggotaan yang digunakan berdasarkan data yang diperoleh dan penelitian sebelumnya. Variabel masukan jarak antara dua kapal memiliki empat himpunan keanggotaan yaitu *Very Near*, *Near*, *Far*, *Very Far* dengan domain memiliki rentang 0-600 untuk jarak dengan himpunan keanggotaan dekat atau jarak waspada dan rentang 600-800 untuk jarak dengan himpunan keanggotaan jauh atau jarak aman. Variabel masukan selisih *heading* antara dua kapal memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Overtake (OT)*, *Crossing (C)*, *Head on (HO)* dengan domain memiliki rentang masing-masing sesuai dengan peraturan anti tabrakan. Fungsi keanggotaan pada masukan jarak dan selisih *heading* antara dua kapal adalah *trapezium*.



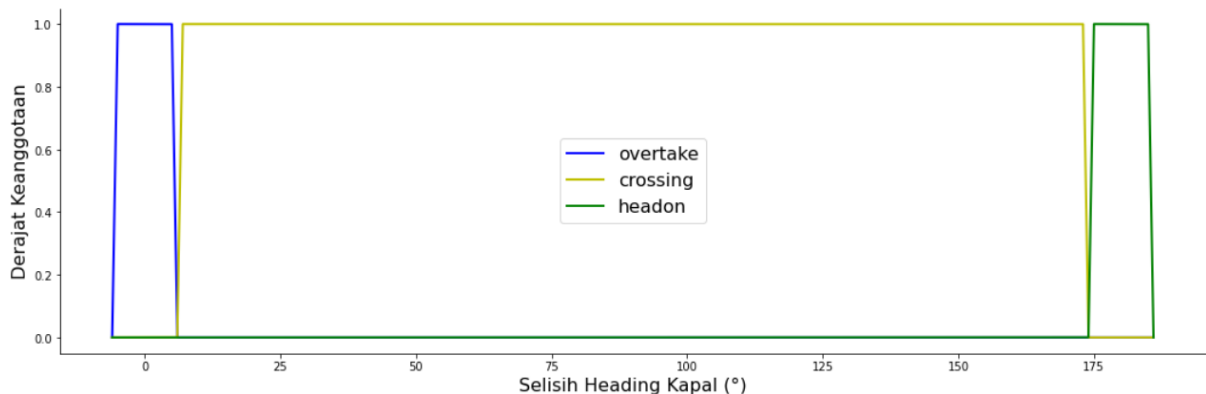
Gambar 3. 9 Fungsi Keanggotaan Jarak Kapal

Gambar 3.9 merupakan fungsi keanggotaan variabel masukan jarak antara kedua kapal, fungsi keanggotaan tersebut dibagi menjadi 4 himpunan keanggotaan. Himpunan keanggotaan tersebut terdiri himpunan keanggotaan *Very Near*, *Near*, *Far*, dan *Very Far* dengan didasarkan pada data yang digunakan. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *trapezium* (*trapmf*), dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Setiap kapal memiliki suatu rentang jarak aman dengan radius L_{pp} 50-250 meter, sehingga jika jarak aman antara dua kapal

bersinggungan maka akan diduga melakukan *illegal fishing* atau *transshipment* (Nuryahya et al., 2003). Panjang kapal pada pola kapal IUU *transshipment* adalah 150 meter, dan panjang kapal pada pola kapal IUU *fishing* adalah 100 meter.

Variabel masukan jarak kapal diperoleh dari perhitungan Formula Harversine pada persamaan 3.2 yang digunakan untuk menentukan nilai posisi *latitude* dan *longitude* dalam satuan meter (Mellyssa, 2017).

Variabel masukan *heading* kapal didapatkan sesuai dengan aturan COLREGs mengenai aturan tabrakan. Aturan COLREGs mengenai anti tabrakan digunakan sebagai acuan arah dari kedua kapal atau *heading* kapal dengan kategori *overtake*, *crossing*, atau *head on*. Gambar 3.10 merupakan fungsi keanggotaan variabel masukan *heading* kapal, fungsi keanggotaan tersebut dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan sesuai dengan aturan Colregs. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah trapezium (*trapmf*), dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan selisih *heading* didapatkan dari nilai posisi *heading* kapal 1 dan kapal 2 menggunakan persamaan 3.1.



Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan *Heading* Kapal

Lapisan ketiga adalah penentuan *rules* yang digunakan dalam sub-sistem *selection*, semua *rules* atau aturan akan dijadikan sebagai acuan dalam tahap pembuatan aturan untuk menguji bobot fungsi *fuzzy*. Berdasarkan variabel dan parameter pada sub-sistem *selection* dapat diketahui pola pergerakan kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* atau *transshipment*. *Rules* dibuat berdasarkan aturan *if-then* dengan jumlah 12 aturan. Berikut merupakan aturan pada sub-sistem *Selection*.

R(1) : If (d is VERYNEAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(2) : If (d is VERYNEAR) and ($\Delta\Psi$ is C) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(3) : If (d is VERYNEAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(4) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(5) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is C) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(6) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUT)

R(7) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

R(8) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is C) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

R(9) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

R(10) : If (d is VERYFAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

R(11) : If (d is VERYFAR) and ($\Delta\Psi$ is C) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

R(12) : If (d is VERYFAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) then (IUUT/IUUF? is ALLEGEDLY_IUUF)

Lapisan keempat adalah menentukan nilai keluaran dari *rules* yang dinyatakan sebagai *degree of membership function output (outputmf)*. Perolehan nilai akan digunakan untuk mendapatkan *crisp output* yang didapatkan dari *Center of Gravity*. Lapisan kelima adalah lapisan total keluaran dari sistem dan juga mendapatkan nilai MAPE yang dihasilkan.

Tabel 3. 5 Nilai MAPE Sub-sistem *Selection*

Fungsi	MAPE (%)			
	<i>Epoch 10</i>	<i>Epoch 20</i>	<i>Epoch 50</i>	<i>Epoch 350</i>
<i>Gaussmf</i>	17.7314	27.4452	27.4098	3.4309
<i>Trimf</i>	19.2821	27.0942	27.0794	0.6103
<i>Trapmf</i>	16.1879	30.0864	30.0334	1.4582
<i>Gbellmf</i>	16.9656	27.8901	25.7486	20.4050
<i>Gauss2mf</i>	16.1640	29.9176	29.8305	0.1357
<i>Pimf</i>	16.2275	31.3978	31.3640	8.0878
<i>Dsigmf</i>	16.0984	14.8721	14.6347	14.4833
<i>Psigmf</i>	16.0984	14.8290	14.5800	14.5480

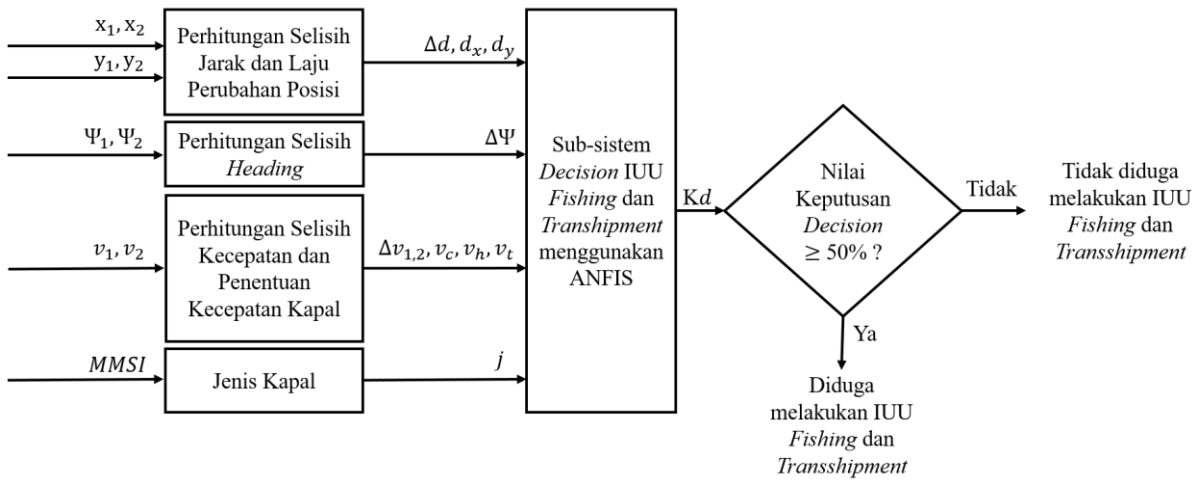
Sub-sistem *Selection* menggunakan data *training* (data pelatihan) dengan jumlah 1030 data, 925 data untuk data *training* (data pelatihan) dan 105 data untuk data *testing*. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil dengan menggunakan variasi *epoch* yaitu 10, 20, 50, dan 350, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Hasil simulasi pada berbagai variasi *membership function* Tabel 3.5 didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *trimf* atau *triangular membership function* dengan jumlah 4 fungsi keanggotaan masukan jarak kapal dan 3 fungsi keanggotaan masukan selisih *heading* yang bernilai 0.6103% pada *epoch* 350. Nilai ini menunjukkan kompetensi nilai prediksi sangat baik. Sehingga, *triangular membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem *selection*.

3.4.3 Perancangan Sub-sistem *Decision*

Perancangan sub-sistem *decision* digunakan untuk mengolah data dengan masukan dari sub-sistem *selection* untuk menentukan apakah kapal diduga melakukan IUU *fishing* ataupun IUU *transshipment*. Pola pergerakan kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* cenderung melingkar karena pola kapal ikan berjenis *cantrang* dan *purse seine* cenderung melingkar saat menangkap ikan dan kecepatan kapal menjadi rendah saat melakukan *casting* karena ukuran jaring sangat luas (Matsumoto et al., 2015). Jenis kapal dapat ditentukan melalui perubahan posisi kapal. Selisih jarak kapal dapat dijadikan sebagai variabel masukan untuk IUU *transshipment* pada saat 15 meter antar kapal. Apabila jarak antar kapal kurang dari 15 meter maka kedua kapal terindikasi melakukan IUU *transshipment* (Farahdiba et al., 2018).

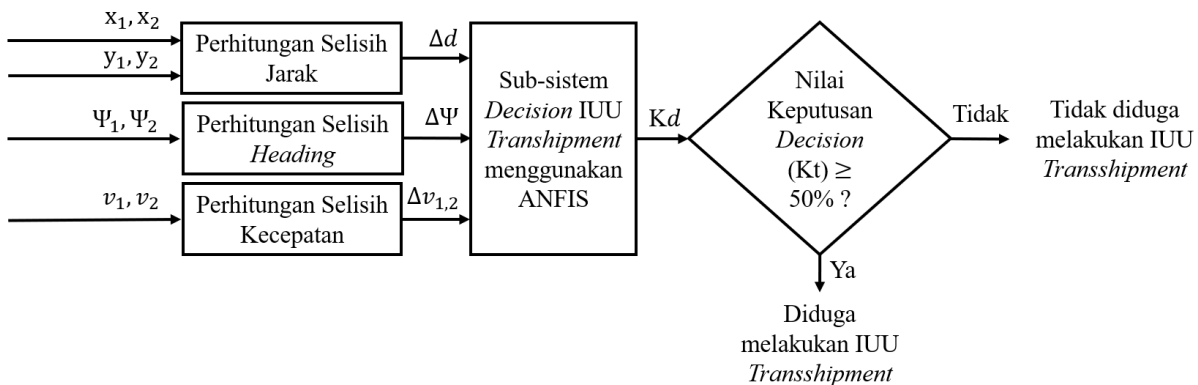
Diagram blok sub-sistem *decision* pada Gambar 3.11 dengan masukan adalah posisi kapal (*latitude* dan *longitude*), kecepatan kapal, *heading* kapal, dan nomor kapal. Kemudian, data akan diolah kembali menjadi jenis kapal, kecepatan kapal saat *casting* dan *hauling*, laju perpindahan posisi *longitude* dan *latitude*, dan jenis kapal. Penentuan identifikasi pada sub-sistem *decision* dengan menggunakan ANFIS. Selanjutnya dilakukan perhitungan identifikasi sub-sistem IUU *fishing decision*, nilai keputusan (K_f) apabila lebih dari sama dengan 50% maka kapal diduga melakukan IUU *fishing*, serta apabila hasilnya sebaliknya, atau kurang dari 50% maka kapal tidak diduga melakukan IUU *fishing*. Selanjutnya dilakukan perhitungan identifikasi sub-sistem IUU *transshipment decision*, nilai keputusan (K_t) apabila lebih dari sama dengan 50% maka kapal diduga melakukan IUU *transshipment*, serta apabila hasilnya sebaliknya, atau kurang dari 50% maka kapal tidak diduga melakukan IUU *transshipment*.



Gambar 3. 11 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem *Decision*

3.4.3.1 Perancangan Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

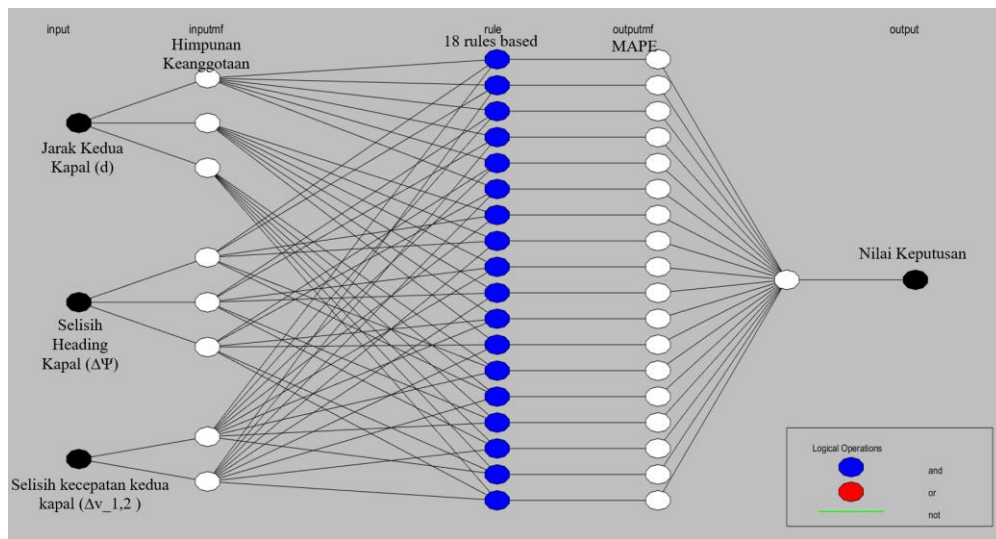
Sub-sistem IUU *Transshipment Decision* memiliki variabel masukan yaitu posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kedua kapal dari kapal yang sudah terseleksi dari sub-sistem *selection*, seperti ditunjukkan pada gambar 3.12. Nilai keputusan sub-sistem IUU *transshipment decision* lebih dari dan sama dengan 50 % ($K_t \geq 50\%$) diduga melakukan IUU *Transshipment*.



Gambar 3. 12 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

Arsitektur ANFIS sub-sistem IUU *transshipment decision* ditunjukkan pada Gambar 3.13 yang memiliki 5 lapisan. Lapisan pertama adalah variabel masukan dalam sub-sistem IUU *transshipment decision* berupa selisih jarak kedua kapal, selisih *heading* kedua kapal, dan selisih kecepatan antar kedua kapal. Lapisan kedua adalah *membership function* variabel

masukan selisih selisih jarak kedua kapal yang terdiri dari *Near*, *Medium*, dan *Far*. *Membership function* variabel masukan selisih *heading* kedua kapal yang terdiri dari *Overtake*, *Crossing*, dan *Head On*. *Membership function* variabel masukan selisih kecepatan antar kedua kapal yang terdiri dari *Small* dan *Big*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5. Interval dari fungsi keanggotaan selisih kecepatan diperoleh dari penelitian sebelumnya serta penyesuaian dari data yang telah diperoleh.



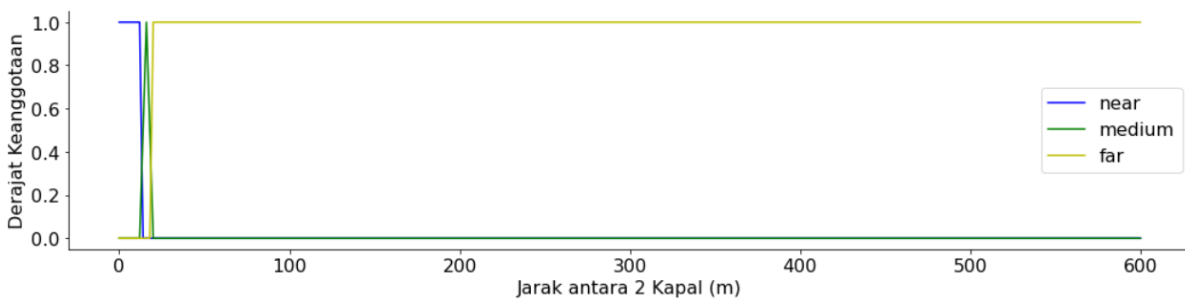
Gambar 3. 13 Arsitektur ANFIS Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

Tabel 3. 6 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

Variabel Masukan	Himpunan Keanggotaan	Domain	Fungsi Keanggotaan
Jarak Kedua Kapal (meter)	<i>Near</i>	[0 0 12 14]	<i>Trapmf</i>
	<i>Medium</i>	[12 16 20]	<i>Trimf</i>
	<i>Far</i>	[18 20 600 600]	<i>Trapmf</i>
Selisih <i>Heading</i> Kapal (°)	<i>Overtake (OT)</i>	[-6 -5 5 6]	<i>Trapmf</i>
	<i>Crossing (C)</i>	[6 7 173 174]	<i>Trapmf</i>
	<i>Head on (HO)</i>	[174 175 185 186]	<i>Trapmf</i>
Selisih kecepatan kedua kapal (knot)	<i>Small</i>	[0 0 0.45 0.5]	<i>Trapmf</i>
	<i>Big</i>	[0.45 10 10]	<i>Trimf</i>

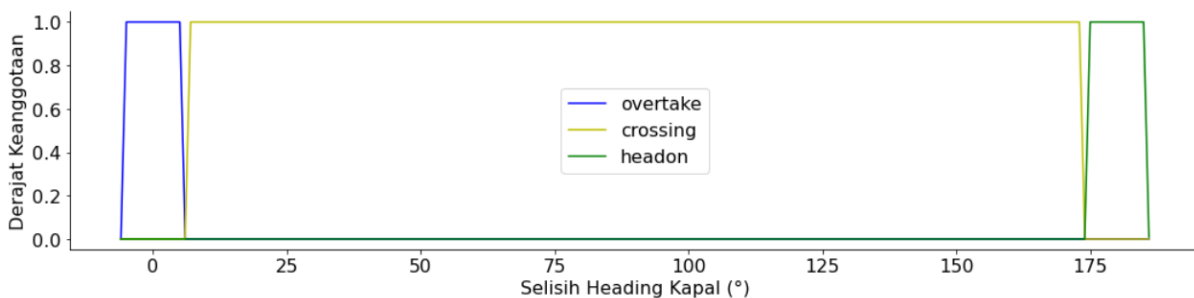
Tabel 3.6 menunjukkan data masukan sub-sistem IUU *transshipment decision*, dengan domain dan fungsi keanggotaan yang digunakan berdasarkan data yang diperoleh dan penelitian

sebelumnya. Variabel masukan jarak antara dua kapal memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Near*, *Medium*, *Far* dengan domain memiliki rentang 0-600 meter. Variabel masukan selisih *heading* antara dua kapal memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Overtake (OT)*, *Crossing (C)*, *Head on (HO)* dengan domain memiliki rentang masing-masing sesuai dengan peraturan anti tabrakan. Variabel masukan selisih kecepatan antara dua kapal memiliki dua himpunan keanggotaan yaitu *Small* dan *High* dengan domain memiliki rentang 0-10 knot. Fungsi keanggotaan pada masukan jarak dan selisih kecepatan antara dua kapal adalah segitiga dan *trapezium*, serta pada masukan selisih *heading* antara dua kapal adalah *trapezium*.



Gambar 3.14 Fungsi Keanggotaan Jarak Kedua Kapal

Variabel masukan selisih *heading* kapal didapatkan sesuai dengan aturan COLREGs mengenai aturan tabrakan. Aturan COLREGs mengenai anti tabrakan digunakan sebagai acuan arah dari kedua kapal atau *heading* kapal dengan kategori *overtake*, *crossing*, atau *head on*. Gambar 3.15 merupakan fungsi keanggotaan variabel masukan *heading* kapal, fungsi keanggotaan tersebut dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan sesuai dengan aturan COLREGs. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *trapezium (trapmf)*, dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan selisih *heading* didapatkan dari nilai posisi *heading* kapal 1 dan kapal 2 menggunakan persamaan 3.1.



Gambar 3.15 Fungsi Keanggotaan Selisih *Heading* Kapal

Fungsi keanggotaan variabel masukan selisih kecepatan kedua kapal dibagi menjadi 2 himpunan keanggotaan seperti pada Gambar 3.16. Himpunan keanggotaan tersebut terdiri dari himpunan keanggotaan *small* dan *big*. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *trapezium (trapmf)* dan *triangular (trimf)*, dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 3.3.

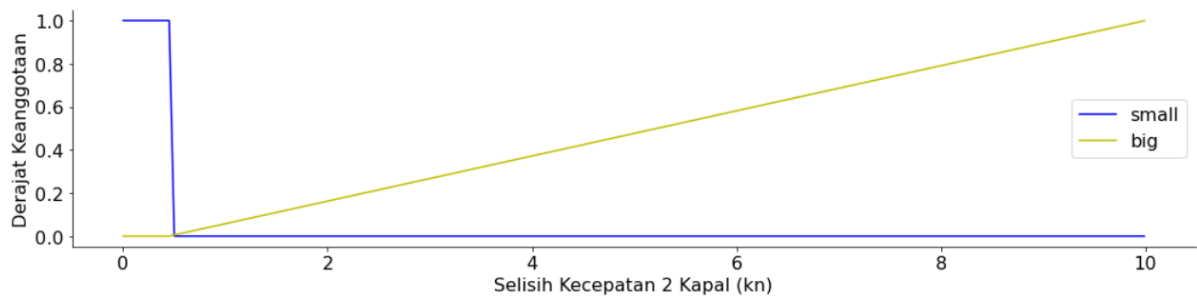
$$\Delta v_{1,2} = v_1 - v_2 \quad (3.3)$$

dengan:

$\Delta v_{1,2}$ = selisih kecepatan kedua kapal (knot)

v_1 = kecepatan kapal 1 (knot)

v_2 = kecepatan kapal 2 (knot)



Gambar 3. 16 Fungsi Keanggotaan Selisih Kecepatan Kedua Kapal

Lapisan ketiga adalah penentuan *rules* yang digunakan dalam sub-sistem IUU *transshipment decision*, semua *rules* akan dijadikan sebagai acuan dalam tahap pembuatan aturan untuk menguji bobot fungsi *fuzzy*. Berdasarkan variabel dan parameter pada sub-sistem *decision* IUU *transshipment* dapat diketahui pola pergerakan kapal yang diduga melakukan IUU *transshipment* ataupun tidak. *Rules* dibuat berdasarkan aturan *if-then* dengan jumlah 18 aturan, mengikuti basis aturan dari penelitian sebelumnya (Fatmawati et al., 2018). Berikut merupakan aturan pada sub-sistem IUU *transshipment decision*.

R(1) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then

(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

R(2) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

- R(3) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(4) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT is
NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(5) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(6) : If (d is NEAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT
is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(7) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(8) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then
(IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(9) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(10) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then
(IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(11) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(12) : If (d is MEDIUM) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then
(IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(13) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(14) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is OT) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT
is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)
- R(15) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then
(IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

R(16) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is C) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

R(17) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is SMALL) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

R(18) : If (d is FAR) and ($\Delta\Psi$ is HO) and ($\Delta v_{1,2}$ is BIG) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_TRANSSHIPMENT)

Lapisan keempat adalah menentukan nilai keluaran dari *rules* yang dinyatakan sebagai *degree of membership function output (outputmf)*. Perolehan nilai akan digunakan untuk mendapatkan *crisp output* yang didapatkan dari *Center of Gravity*. Lapisan kelima adalah lapisan total keluaran dari sistem dan juga mendapatkan nilai MAPE yang dihasilkan.

Tabel 3. 7 Nilai MAPE Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

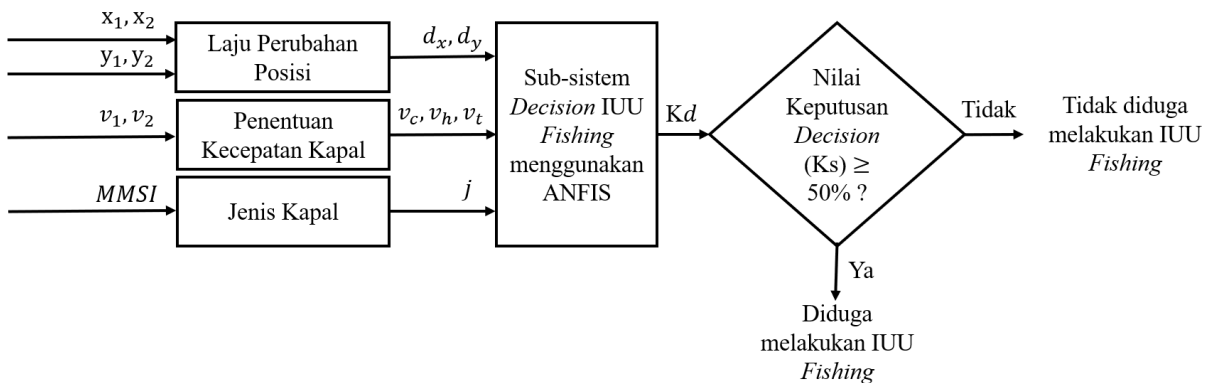
Fungsi	MAPE (%)			
	<i>Epoch 10</i>	<i>Epoch 20</i>	<i>Epoch 50</i>	<i>Epoch 500</i>
<i>Gaussmf</i>	35.3474	36.4598	31.9526	4.1312
<i>Trimf</i>	34.9707	34.7585	33.8851	9.9351
<i>Trapmf</i>	44.4153	44.4270	44.4830	42.0697
<i>Gbellmf</i>	33.9711	35.1611	37.3714	9.9446
<i>Gauss2mf</i>	29.7739	29.5527	10.6066	9.6442
<i>Pimf</i>	44.9150	44.9411	44.5056	40.9721
<i>Dsigmf</i>	35.4610	35.3626	34.8817	10.3088
<i>Psigmf</i>	35.4610	35.3634	34.8764	10.0725

Penentuan batas-batas nilai *membership function* tersebut digunakan sebagai acuan dalam dibentuknya data *training* untuk menetapkan nilai target. Sub-sistem *decision IUU transshipment* menggunakan data *training* (data pelatihan) dengan jumlah 990 data, 891 data untuk data *training* (data pelatihan) dan 99 data untuk data *testing*. Nilai target pada sub-sistem *decision IUU transshipment* berada dalam rentang 0% - 100%. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil dengan menggunakan variasi *epoch* yaitu 10, 20, 50, dan 500, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Hasil simulasi pada berbagai variasi *membership function* Tabel 3.7 didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *gaussmf* atau *gaussian membership function* dengan jumlah 3 fungsi keanggotaan masukan selisih jarak kapal, 3 fungsi keanggotaan masukan selisih *heading*, dan 2 fungsi keanggotaan masukan selisih kecepatan yang bernilai 4.1312% pada *epoch* 500. Nilai ini menunjukkan kompetensi nilai prediksi sangat baik. Sehingga, *gaussian membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem *decision IUU transshipment*.

3.4.3.2 Perancangan Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

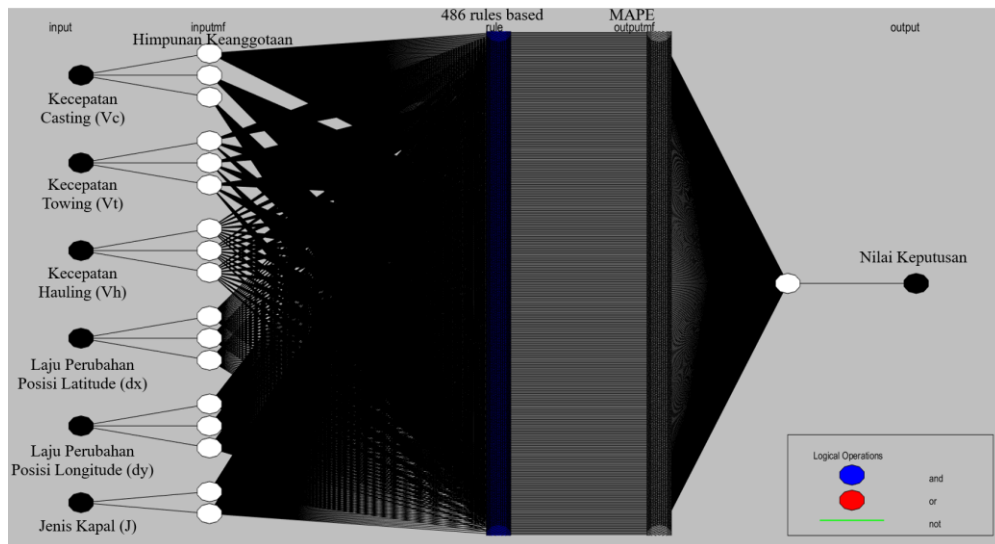
Sub-sistem IUU *Fishing Decision* berfungsi untuk mengidentifikasi terjadinya IUU *Fishing* dirancang dengan menggunakan ANFIS. Sub-sistem IUU *Fishing Decision* dirancang menggunakan 6 variabel masukan yaitu kecepatan kapal ikan sesuai dengan tahapan operasi penangkapan ikan (kecepatan saat *casting*, *hauling*, *towing*), laju perubahan posisi *latitude* dan *longitude*, serta jenis kapal dari kapal yang sudah terseleksi dari sub-sistem *selection*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.17. Nilai keputusan sub-sistem IUU *fishing decision* lebih dari sama dengan 50% ($K_f \geq 50\%$) diduga melakukan IUU *Fishing*.



Gambar 3. 17 Diagram Sistem Identifikasi Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Arsitektur ANFIS sub-sistem IUU *fishing decision* ditunjukkan pada Gambar 3.18 yang memiliki 5 lapisan. Lapisan pertama adalah variabel masukan dalam sub-sistem *decision IUU fishing* berupa kecepatan kapal saat *casting*, *towing*, dan *hauling*, serta laju perpindahan posisi *longitude* dan *latitude*, dan jenis kapal. Lapisan kedua adalah *membership function* variabel masukan kecepatan kapal saat *casting*, *towing*, dan *hauling*, serta laju perpindahan posisi *longitude* dan *latitude* yang terdiri dari *Low*, *Medium*, dan *High* didasarkan pada penelitian sebelumnya (Fatmawati et al., 2018) dengan tambahan *membership function* variabel masukan

jenis kapal yang terdiri dari *Kapal Ikan* dan *Non Kapal Ikan*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.8.



Gambar 3. 18 Arsitektur ANFIS Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Penggunaan jenis alat tangkap cantrang digunakan oleh kapal berukuran 30 GT bagi nelayan Indonesia. Pada kapal cantrang, memiliki 3 proses penangkapan ikan, yaitu saat *casting*, *towing*, dan *hauling*. Kapal saat *casting* adalah kapal ketika sedang menebar jaring selambar yang umumnya sejauh ± 1000 meter dengan kecepatan rendah di bawah 1 knot. Kecepatan rendah ini memudahkan kapal untuk membentuk pola sesuai dengan jaring kapal yang digunakan, dalam hal ini kapal cantrang yang akan membentuk pola melingkar karena penyebaran jaring kapal cantrang cenderung melingkar seperti kerucut. Kapal saat *towing* adalah kapal ketika melakukan proses penarikan jaring secara vertical setelah proses penyebaran jaring selesai dilakukan, dengan kecepatan 1 sampai 2 knot. Kapal saat *hauling* adalah kapal ketika melakukan proses pengangkatan hasil tangkapan ikan ke atas kapal, dilakukan dengan posisi kapal bertahhan atau mendekati 0 knot (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

Tabel 3.8 menunjukkan data masukan sub-sistem IUU *fishing decision*, dengan domain dan fungsi keanggotaan yang digunakan berdasarkan data yang diperoleh dan penelitian sebelumnya. Variabel masukan kecepatan kapal saat *casting* memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Low*, *Medium*, *High* dengan domain memiliki rentang 0-7 knot. Variabel masukan kecepatan kapal saat *towing* memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Low*, *Medium*, *High* dengan domain memiliki rentang 0-2.5 knot. Variabel masukan kecepatan kapal saat *hauling* memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Low*, *Medium*, *High* dengan domain

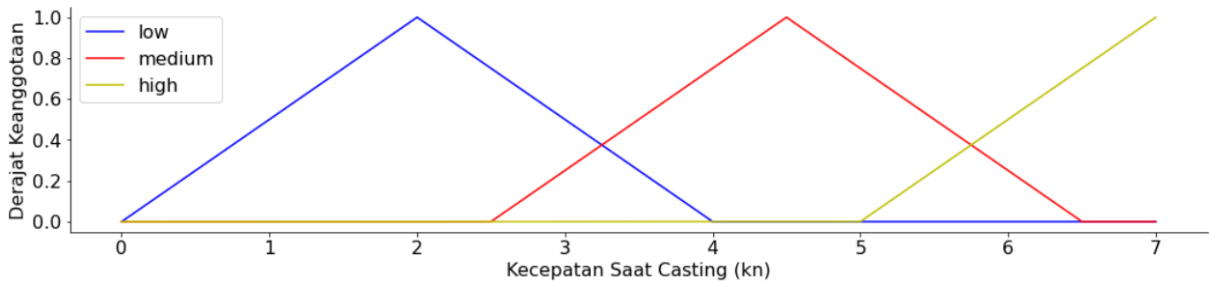
memiliki rentang 0-7 knot. Variabel masukan laju perubahan posisi *latitude* memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Low*, *Medium*, *High* dengan domain memiliki rentang 0-1°. Variabel masukan laju perubahan posisi *longitude* memiliki tiga himpunan keanggotaan yaitu *Low*, *Medium*, *High* dengan domain memiliki rentang 0-1°. Variabel masukan pada masukan jenis kapal memiliki dua himpunan keanggotaan yaitu Non Kapal Ikan yang dinyatakan dengan 0 dan Kapal Ikan yang dinyatakan dengan 1. Fungsi keanggotaan pada sub-sistem IUU *fishing decision* adalah segitiga.

Tabel 3. 8 Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Variabel Masukan	Himpunan Keanggotaan	Domain	Fungsi Keanggotaan
Kecepatan <i>Casting</i> (knot)	<i>Low</i>	[0 2 4]	<i>Trimf</i>
	<i>Medium</i>	[2.5 4.5 6.5]	<i>Trimf</i>
	<i>High</i>	[5 7 7]	<i>Trimf</i>
Kecepatan <i>Towing</i> (knot)	<i>Low</i>	[0 0.5 1]	<i>Trimf</i>
	<i>Medium</i>	[0.625 0.9375 1.25]	<i>Trimf</i>
	<i>High</i>	[1.125 1.5 2.5]	<i>Trimf</i>
Kecepatan <i>Hauling</i> (knot)	<i>Low</i>	[0 0 2.8]	<i>Trimf</i>
	<i>Medium</i>	[0.7 3.5 6.3]	<i>Trimf</i>
	<i>High</i>	[4.2 7 7]	<i>Trimf</i>
Laju Perubahan Posisi <i>Latitude</i> (°)	<i>Low</i>	[0 0 0.1]	<i>Trimf</i>
	<i>Medium</i>	[0.05 0.15 0.25]	<i>Trimf</i>
	<i>High</i>	[0.2 0.3 1]	<i>Trimf</i>
Laju Perubahan Posisi <i>Longitude</i> (°)	<i>Low</i>	[0 0 0.1]	<i>Trimf</i>
	<i>Medium</i>	[0.05 0.15 0.25]	<i>Trimf</i>
	<i>High</i>	[0.2 0.3 1]	<i>Trimf</i>
Jenis Kapal (J)	Non Kapal Ikan (NKI)	[0 0 0.5]	<i>Trimf</i>
	Kapal Ikan (KI)	[0.5 1 1]	<i>Trimf</i>

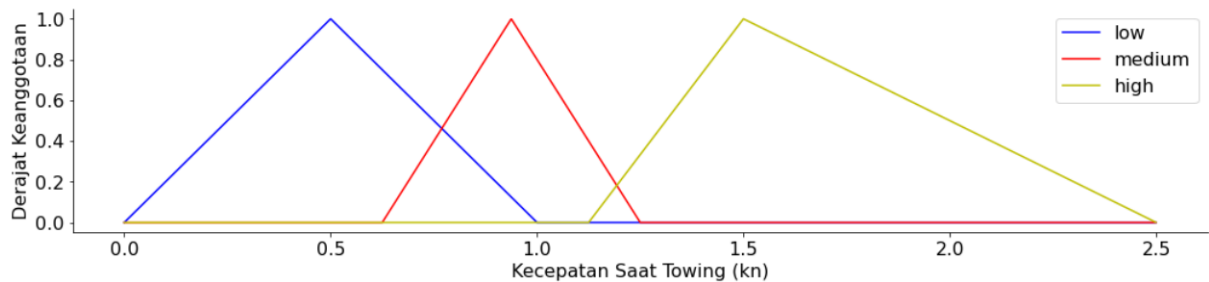
Gambar 3.19 merupakan fungsi keanggotaan variabel masukan kecepatan *casting*, fungsi keanggotaan tersebut dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan terdiri dari *Low* yang dinyatakan pada warna biru, *Medium* yang dinyatakan pada warna merah, dan *High* yang

dinyatakan pada warna kuning. Fungsi keanggotaan pada variabel masukan kecepatan *casting* adalah *triangular (trimf)* atau segitiga.



Gambar 3.19 Fungsi Keanggotaan Kecepatan *Casting*

Fungsi keanggotaan variabel masukan kecepatan *towing* dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan terdiri dari *Low* yang dinyatakan pada warna biru, *Medium* yang dinyatakan pada warna merah, dan *High* yang dinyatakan pada warna kuning ditunjukkan pada Gambar 3.20. Fungsi keanggotaan pada variabel masukan kecepatan *towing* adalah *triangular (trimf)* atau segitiga.

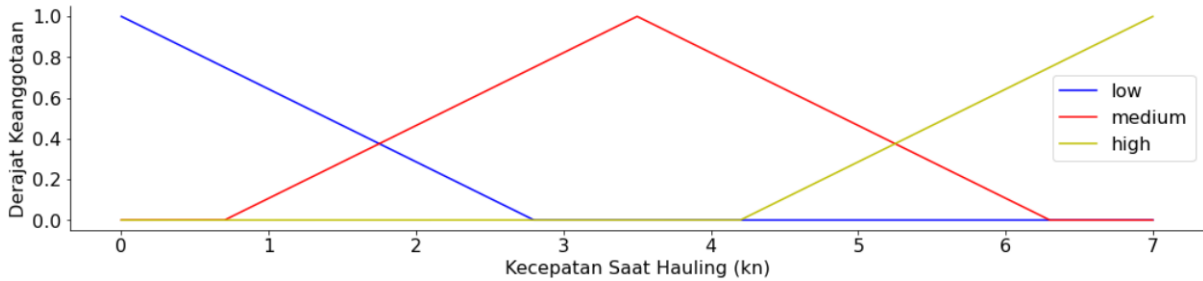


Gambar 3.20 Fungsi Keanggotaan Kecepatan *Towing*

Fungsi keanggotaan variabel masukan kecepatan *hauling* dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan terdiri dari *Low* yang dinyatakan pada warna biru, *Medium* yang dinyatakan pada warna merah, dan *High* yang dinyatakan pada warna kuning ditunjukkan pada Gambar 3.21. Fungsi keanggotaan pada variabel masukan kecepatan *hauling* adalah *triangular (trimf)* atau segitiga.

Fungsi keanggotaan variabel masukan laju perubahan posisi *latitude* dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan terdiri dari *Low* yang dinyatakan pada warna biru, *Medium* yang dinyatakan pada warna merah, dan *High* yang dinyatakan pada warna kuning ditunjukkan pada Gambar 3.22. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *triangular (trimf)* atau

segitiga, dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 3.4.



Gambar 3.21 Fungsi Keanggotaan Kecepatan *Hauling*

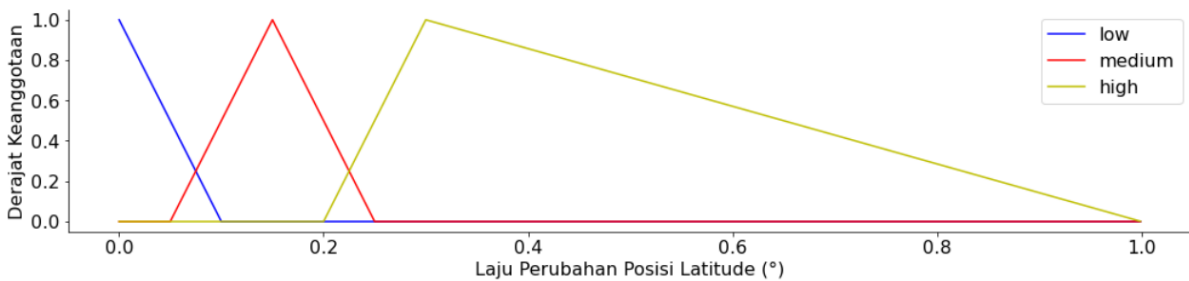
$$d_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_i) 60}{n} \quad (3.4)$$

dengan,

d_x = laju perubahan posisi *latitude* (°)

x_i = posisi kapal pada titik ke- i (°)

n = banyak titik (1, 2, 3, ...)



Gambar 3.22 Fungsi Keanggotaan Laju Perubahan Posisi *Latitude*

Fungsi keanggotaan variabel masukan laju perubahan posisi *longitude* dibagi menjadi 3 himpunan keanggotaan terdiri dari *Low* yang dinyatakan pada warna biru, *Medium* yang dinyatakan pada warna merah, dan *High* yang dinyatakan pada warna kuning ditunjukkan pada Gambar 3.23. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *triangular (trimf)* atau segitiga, dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 3.5.

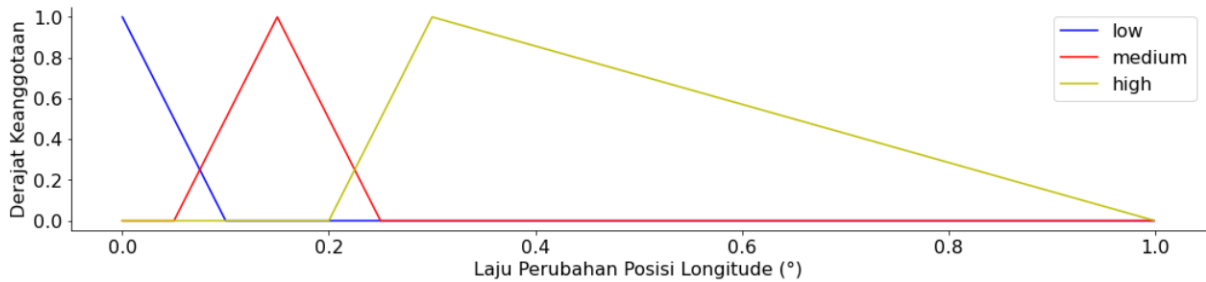
$$d_y = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i+1} - y_i) 60}{n} \quad (3.5)$$

dengan,

d_y = laju perubahan posisi *latitude* ($^{\circ}$)

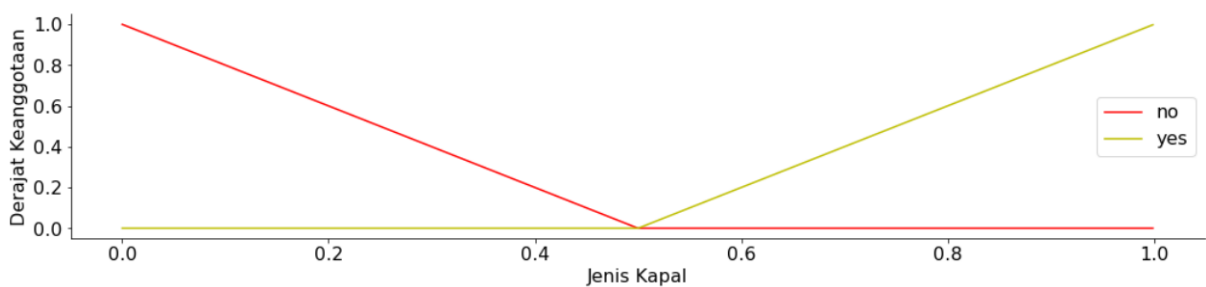
y_i = posisi kapal pada titik ke- i ($^{\circ}$)

n = banyak titik (1, 2, 3, ...)



Gambar 3. 23 Fungsi Keanggotaan Laju Perubahan Posisi *Longitude*

Fungsi keanggotaan variabel masukan jenis kapal dibagi menjadi 2 himpunan keanggotaan terdiri dari *Kapal Bukan Ikan*, dan *Kapal Ikan* ditunjukkan pada Gambar 3.24. Fungsi keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy adalah *triangular (trimf)* atau segitiga, dengan memiliki batas nilai yang berbeda. Variabel masukan ini didasarkan pada nomor MMSI kapal yang memuat jenis kapal. Kapal yang bukan termasuk kapal ikan tergolong dalam kategori Non Kapal Ikan yang bernilai 0, sedangkan kapal yang termasuk dalam kategori Kapal Ikan yang bernilai 1.



Gambar 3. 24 Fungsi Keanggotaan Jenis Kapal

Lapisan ketiga adalah penentuan *rules* yang digunakan dalam sub-sistem *decision* IUU *fishing*, semua *rules* akan dijadikan sebagai acuan dalam tahap pembuatan aturan untuk menguji bobot fungsi *fuzzy*. Berdasarkan variabel dan parameter pada sub-sistem *decision* IUU *fishing* dapat diketahui pola pergerakan kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* ataupun tidak. *Rules*

dibuat berdasarkan aturan *if-then* dengan jumlah 486 aturan. Berikut merupakan aturan pada sub-sistem *decision* IUU *fishing*.

R(1) : If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)

R(2) : If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)

R(3) : If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is MED) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)

...

R(484) : If (Vc is HIGH) and (Vt is HIGH) and (Vh is HIGH) and (dx is HIGH) and (dy is MED) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)

R(485) : If (Vc is HIGH) and (Vt is HIGH) and (Vh is HIGH) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)

R(486) : If (Vc is HIGH) and (Vt is HIGH) and (Vh is HIGH) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)

Tabel 3. 9 Nilai MAPE Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Fungsi	MAPE (%)			
	Epoch 10	Epoch 20	Epoch 50	Epoch 350
<i>Gaussmf</i>	7.0591	6.9956	7.4036	7.3875
<i>Trimf</i>	7.4089	7.4324	7.5096	7.9481
<i>Trapmf</i>	7.0684	6.9850	6.7551	6.7281
<i>Gbellmf</i>	6.5307	6.5562	7.2885	6.4281
<i>Gauss2mf</i>	6.4322	6.5359	7.2097	6.2582
<i>Pimf</i>	7.1933	7.1349	6.8459	6.8807
<i>Dsigmf</i>	6.6415	6.5936	6.9316	7.3145
<i>Psigmf</i>	6.6415	6.5936	6.9299	7.3560

Lapisan keempat adalah menentukan nilai keluaran dari *rules* yang dinyatakan sebagai *degree of membership function output (outputmf)*. Perolehan nilai akan digunakan untuk mendapatkan *crisp output* yang didapatkan dari *Center of Gravity*. Lapisan kelima adalah lapisan total keluaran dari sistem dan juga mendapatkan nilai MAPE yang dihasilkan.

Penentuan batas-batas nilai *membership function* tersebut digunakan sebagai acuan dalam dibentuknya data *training* untuk menetapkan nilai target. Sub-sistem IUU *fishing decision* menggunakan data *training* (data pelatihan) dengan jumlah 1536 data, 1386 data untuk data *training* (data pelatihan) dan 150 data untuk data *testing*. Nilai target pada sub-sistem *decision* IUU *transshipment* berada dalam rentang 0% - 100%. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil dengan menggunakan variasi *epoch* yaitu 10, 20, 50, dan 350, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.9.

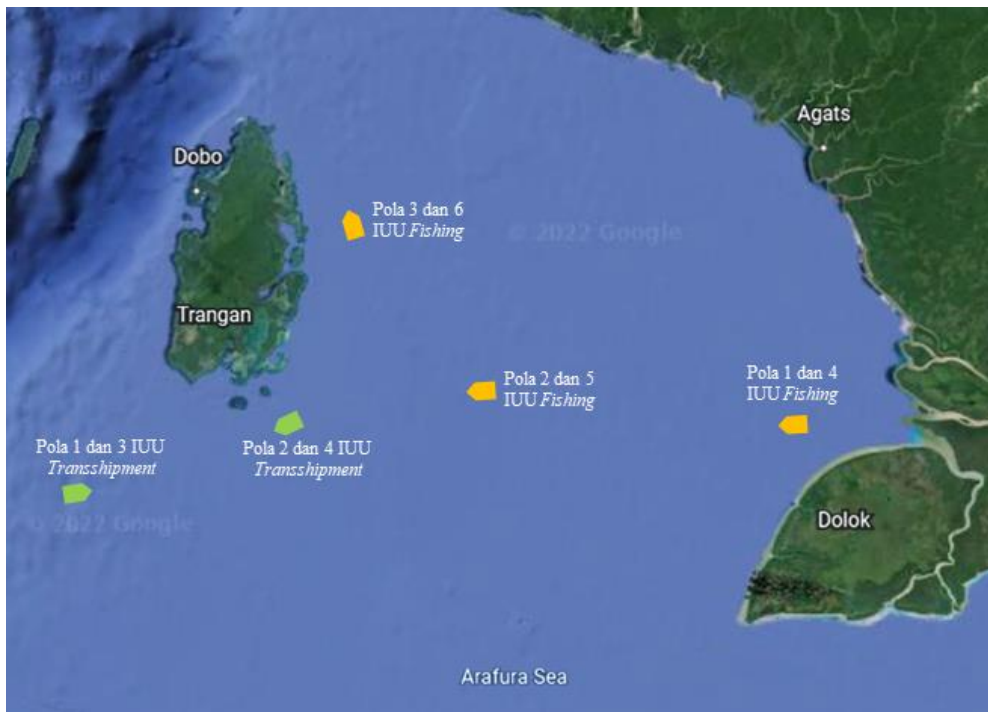
Hasil simulasi pada berbagai variasi *membership function* Tabel 3.9 didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *gauss2mf* atau *two gaussian membership function* dengan jumlah 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *casting*, 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *towing*, 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *hauling*, 3 fungsi keanggotaan masukan laju perubahan posisi *latitude*, 3 fungsi keanggotaan masukan laju perubahan posisi *longitude*, dan 2 fungsi keanggotaan masukan jenis kapal yang bernilai 6.2582% dengan *epoch* 350. Nilai ini menunjukkan kompetensi nilai prediksi sangat baik. Sehingga, *two gaussian membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem IUU *fishing decision*. Fungsi *gauss2mf* adalah kombinasi dari dua parameter *sig1* dan *c1* yang menentukan bentuk kurva paling kiri dan parameter *sig2* dan *c2* menentukan bentuk kurva paling kanan.

3.5 Simulasi dan Uji Sistem Perancangan Sistem Identifikasi

Sistem identifikasi dirancang menggunakan metode *Isolation Forest* dan ANFIS dibagi menjadi tiga sub-sistem, yaitu sub-sistem anomali, sub-sistem *selection*, sub-sistem *decision*. Pengumpulan data dilakukan di Perairan Laut Arafura ditunjukkan pada Gambar 3.25.

Pola 1 dan 4 IUU *fishing* dilakukan pada wilayah yang sama namun pada pola 1 dengan scenario melakukan IUU *fishing* dan pola 4 dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing*. Pola 1 dan 4 IUU *fishing* terletak pada koordinat *latitude* -6.2316° dan *longitude* 135.228° sampai

koordinat *latitude* -6.5362° dan *longitude* 135.4089° . Pola 2 dan 5 IUU *fishing* dilakukan pada wilayah yang sama namun pada pola 2 dengan scenario melakukan IUU *fishing* dan pola 5 dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing*. Pola 2 dan 5 IUU *fishing* terletak pada koordinat *latitude* -6.8203° dan *longitude* 135.881° sampai koordinat *latitude* -7.2421° dan *longitude* 135.9028° . Pola 3 dan 6 IUU *fishing* dilakukan pada wilayah yang sama namun pada pola 3 dengan scenario melakukan IUU *fishing* dan pola 6 dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing*. Pola 3 dan 6 IUU *fishing* terletak pada koordinat *latitude* -7.0816° dan *longitude* 134.7831° sampai koordinat *latitude* -7.294° dan *longitude* 134.4823° . Pola 1 dan 3 IUU *transshipment* dilakukan pada wilayah yang sama namun pada pola 1 dengan scenario melakukan IUU *transshipment* dan pola 3 dengan scenario tidak melakukan IUU *transshipment*. Pola 1 dan 3 IUU *transshipment* terletak pada koordinat *latitude* -6.5283° dan *longitude* 135.0726° sampai koordinat *latitude* -6.5828° dan *longitude* 135.1917° . Pola 2 dan 4 IUU *transshipment* dilakukan pada wilayah yang sama namun pada pola 2 dengan scenario melakukan IUU *transshipment* dan pola 4 dengan scenario tidak melakukan IUU *transshipment*. Pola 2 dan 4 IUU *transshipment* terletak pada koordinat *latitude* -7.4081° dan *longitude* 134.9427° sampai koordinat *latitude* -7.4184° dan *longitude* 134.794° .



Gambar 3. 25 Perairan Laut Arafura (*earth.google.com*)

3.5.1 Simulasi Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 1 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario melakukan *IUU fishing* menggunakan alat tangkap cantrang (panjang 100 meter dan nomor MMSI 574560843) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3. 10 Data Jalur Referensi Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (knot)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
...
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

Tabel 3.10 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 1 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 1 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu 800 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 11 Data Jalur *Real* Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (knot)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
...
3/12/2022	11:11	-6.283	135.2304	175	4.03
3/12/2022	11:17	-6.2901	135.231	176	3.975
3/12/2022	11:23	-6.2973	135.2315	175	3.92

Tabel 3.11 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 1 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 1 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

3.5.2 Simulasi Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 2 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario melakukan IUU *fishing* menggunakan alat tangkap purse seines (nomor MMSI 7640225) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3. 12 Data Jalur Referensi Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref</i> (°)	<i>Long Ref</i> (°)	<i>Heading Ref</i> (°)	<i>Speed Ref</i> (knot)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
...
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel 3.12 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 2 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 2 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu pada 800 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3.13 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 2 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 2 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

Tabel 3. 13 Data Jalur *Real* Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (knot)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
...
3/13/2022	23:01	-6.8721	135.8814	180	3.925
3/13/2022	23:07	-6.8793	135.8814	180	4.02
3/13/2022	23:13	-6.8865	135.8814	178	4.075

3.5.3 Simulasi Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 3 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario melakukan *IUU fishing* menggunakan alat tangkap trawl dengan pola zig-zag (nomor MMSI 525301748) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3. 14 Data Jalur Referensi Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref</i> (°)	<i>Long Ref</i> (°)	<i>Heading Ref</i> (°)	<i>Speed Ref</i> (knot)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
...
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

Tabel 3.14 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 3 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 3 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4.5 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu pada 900 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3.15 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 3 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 3 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan

sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

Tabel 3. 15 Data Jalur *Real* Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (knot)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
...
2/14/2022	10:03	-7.1546	134.7833	180	4.505
2/14/2022	10:09	-7.1627	134.7834	180	4.5
2/14/2022	10:15	-7.1708	134.7833	180	4.5

3.5.4 Simulasi Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 4 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing* (nomor MMSI 574560843) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3. 16 Data Jalur Referensi Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (knot)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
...
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

Tabel 3.16 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 4 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 4 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu pada 800 meter.

Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3.17 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 4 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 4 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

Tabel 3. 17 Data Jalur *Real* Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (knot)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
...
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

3.5.5 Simulasi Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 5 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing* (nomor MMSI 7640225) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3. 18 Data Jalur Referensi Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (knot)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
...
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel 3.18 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 5 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 5 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu pada 800 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 19 Data Jalur *Real* Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (knot)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
...
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel 3.19 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 5 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 5 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

3.5.6 Simulasi Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Simulasi pola 6 pergerakan kapal IUU *fishing*, data dibangkitkan dengan scenario tidak melakukan IUU *fishing* (nomor MMSI 525301748) dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali.

Tabel 3.20 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal pola 6 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 6 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang konstan yaitu 4.5 knot, jarak antara koordinat memiliki nilai yang konstan yaitu pada 900 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 20 Data Jalur Referensi Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (knot)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
...
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

Tabel 3.21 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal pola 6 pergerakan kapal IUU *fishing*. Pola 6 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *fishing*.

Tabel 3. 21 Data Jalur *Real* Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (knot)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
...
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

3.5.7 Simulasi Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Simulasi pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*, data dibangkitkan dengan scenario melakukan IUU *transshipment* pada 2 kapal dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali. Jarak antara kedua kapal adalah 11 meter.

Tabel 3.22 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 1 pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 1 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan

kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 22 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	118	6
3/12/2022	00:24	-6.3749	135.1078	120	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3794	135.1157	125	5
...
3/12/2022	06:00	-6.5213	135.0739	190	2
3/12/2022	06:06	-6.5248	135.0732	190	2
3/12/2022	06:12	-6.5283	135.0726	190	2

Tabel 3.23 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 2 pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 1 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 23 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3439	135.1627	187	6
3/12/2022	00:24	-6.3535	135.1614	188	6
3/12/2022	00:30	-6.363	135.1601	187	5.5
...
3/12/2022	06:00	-6.5756	135.1916	179	2
3/12/2022	06:06	-6.5791	135.1917	179	2
3/12/2022	06:12	-6.5828	135.1917	179	2

Tabel 3.24 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 1 pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 1 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 24 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	118	6
3/12/2022	00:24	-6.3749	135.1078	120	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3794	135.1157	125	5
...
3/12/2022	06:00	-6.4379	135.1328	245	4
3/12/2022	06:06	-6.441	135.1263	255	4.5
3/12/2022	06:12	-6.443	135.1184	266	5

Tabel 3.25 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 2 pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 1 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 25 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3439	135.1627	187	6
3/12/2022	00:24	-6.3535	135.1614	188	6
3/12/2022	00:30	-6.363	135.1601	187	5.5
...
3/12/2022	06:00	-6.4505	135.1726	153	5
3/12/2022	06:06	-6.4585	135.1767	155	5
3/12/2022	06:12	-6.4667	135.1806	156	5

3.5.8 Simulasi Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Simulasi pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*, data dibangkitkan dengan scenario melakukan *IUU transshipment* pada 2 kapal dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali. Jarak antara kedua kapal adalah 6 meter.

Tabel 3. 26 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.7056	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.702	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.6984	270	2

Tabel 3.26 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 1 pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 2 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 27 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	90	6
3/11/2022	08:47	-7.4184	134.8035	90	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4184	134.8134	90	5
...
3/11/2022	14:29	-7.4185	135.0356	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4185	135.0392	90	2

Tabel 3.27 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 2 pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 2 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 28 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.8396	270	4
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.8323	270	4.5
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.8242	270	5

Tabel 3.28 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 1 pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 2 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 29 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	83	6
3/11/2022	08:47	-7.4173	134.8032	82	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4161	134.8124	82	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4126	134.8993	98	4
3/11/2022	14:29	-7.4137	134.9065	98	4.5
3/11/2022	14:35	-7.4148	134.9146	98	5

Tabel 3.29 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 2 pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 2 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan yang menunjukkan sangat variatif, jarak antara koordinat memiliki nilai yang sangat variatif pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

3.5.9 Simulasi Pola 3 Pergerakan Kapal IUU Transshipment

Simulasi pola 3 pergerakan kapal IUU *transshipment*, data dibangkitkan dengan scenario tidak melakukan IUU *transshipment* pada 2 kapal dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali. Jarak antara kedua kapal adalah 700 meter.

Tabel 3. 30 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	95	6
3/12/2022	00:24	-6.3716	135.1089	95	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3724	135.118	95	5
...
3/12/2022	06:00	-6.5932	135.1771	180	2.5
3/12/2022	06:06	-6.5977	135.1771	180	2.5
3/12/2022	06:12	-6.6022	135.1771	180	2.5

Tabel 3.30 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 1 pola 3 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 3 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2.5 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 500 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3.31 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 2 pola 3 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 3 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan tidak konstan, jarak antara koordinat tidak konstan pula. Titik koordinat pada data

jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 31 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.2612	135.2129	180	6
3/12/2022	00:24	-6.2706	135.213	180	5.5
3/12/2022	00:30	-6.2798	135.2129	180	5
...
3/12/2022	06:00	-6.457	135.1818	180	3
3/12/2022	06:06	-6.4624	135.1818	180	3
3/12/2022	06:12	-6.4678	135.1818	180	3

Tabel 3.32 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 1 pola 3 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 3 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan tidak konstan, jarak antara koordinat tidak konstan pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 32 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	95	6
3/12/2022	00:24	-6.3716	135.1089	95	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3724	135.118	95	5
...
3/12/2022	06:00	-6.5094	135.1688	180	2.5
3/12/2022	06:06	-6.5139	135.1688	180	2.5
3/12/2022	06:12	-6.5184	135.1688	180	2.5

Tabel 3.33 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 2 pola 3 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 3 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan tidak konstan, jarak antara koordinat tidak konstan pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini

digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 33 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (knot)
3/12/2022	00:18	-6.2612	135.2129	180	6
3/12/2022	00:24	-6.2706	135.213	180	5.5
3/12/2022	00:30	-6.2798	135.2129	180	5
...
3/12/2022	06:00	-6.457	135.1818	180	3
3/12/2022	06:06	-6.4624	135.1818	180	3
3/12/2022	06:12	-6.4678	135.1818	180	3

3.5.10 Simulasi Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Simulasi pola 4 pergerakan kapal IUU *transshipment*, data dibangkitkan dengan scenario tidak melakukan *IUU transshipment* pada 2 kapal dengan variabel masukan adalah posisi *latitude*, posisi *longitude*, *heading*, dan kecepatan kapal dengan skala waktu yaitu menggunakan setiap 6 menit sekali. Jarak antara kedua kapal adalah 160 meter.

Tabel 3. 34 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.7056	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.702	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.6984	270	2

Tabel 3.34 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 1 pola 4 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 4 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter.

Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 35 Data Jalur Referensi 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	90	6
3/11/2022	08:47	-7.4184	134.8035	90	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4184	134.8134	90	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4185	135.0319	90	2
3/11/2022	14:29	-7.4185	135.0356	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4185	135.0392	90	2

Tabel 3.35 menunjukkan pembangkitan data jalur referensi kapal 2 pola 4 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 4 data jalur referensi memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan menuju konstan yaitu 2 knot, jarak antara koordinat menuju konstan yaitu 400 meter. Titik koordinat pada data jalur referensi ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran.

Tabel 3. 36 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (knot)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4085	134.7533	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4085	134.7497	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4085	134.7461	270	2

Tabel 3.36 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 1 pola 4 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 1 pola 4 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan tidak konstan, jarak antara koordinat tidak konstan pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 3. 37 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (knot)
3/11/2022	8:41	-7.4184	134.794	83	6
3/11/2022	8:47	-7.4173	134.8032	82	5.5
3/11/2022	8:53	-7.4161	134.8124	82	5
...
3/11/2022	14:23	-7.4122	134.9857	90	2
3/11/2022	14:29	-7.4122	134.9893	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4122	134.993	90	2

Tabel 3.37 menunjukkan pembangkitan data jalur *real* kapal 2 pola 4 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Kapal 2 pola 4 data jalur *real* memiliki 60 titik koordinat dengan kecepatan tidak konstan, jarak antara koordinat tidak konstan pula. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

3.6 Validasi Integrasi Sistem Identifikasi

Validasi dilakukan setelah sistem yang dirancang menunjukkan hasil dan Analisa yang sesuai, dengan bertujuan untuk menguji apakah sistem yang telah dirancang dapat dikatakan valid atau sesuai. Validasi sistem dilakukan pada data *real* kapal yang dicurigai melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*. Data validasi *real* kapal diperoleh dari data AIS di situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory*, dan penelitian sebelumnya. Validasi juga menggunakan nilai MAPE kurang dari sama dengan 10%. Data *real* AIS untuk validasi IUU *transshipment* didapatkan dari *Marine Reliability and Safety Laboratory* di Perairan Jawa, tepatnya antara Pulau Jawa dan Pulau Madura pada tanggal 19 November 2015 sebanyak 65 titik trayektori. Data *real* AIS untuk validasi IUU *fishing* didapatkan dari penelitian sebelumnya di Perairan Natuna, Kepulauan Riau pada tanggal 5 September 2015 pukul 12.00 WIB hingga 7 September 2015 pukul 12.00 WIB sebanyak 184 titik trayektori.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

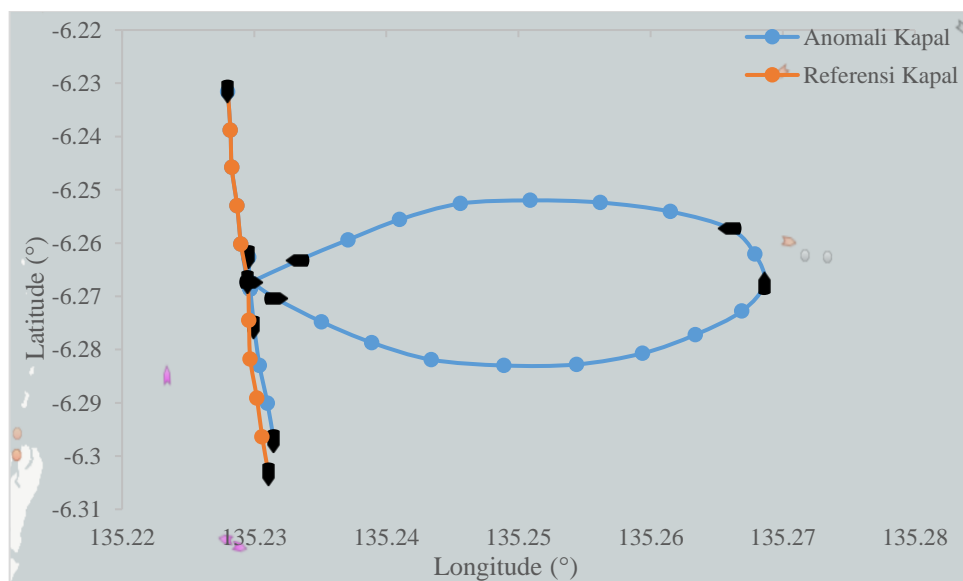
Analisa hasil perancangan sistem identifikasi dilakukan berdasarkan pada performansi untuk subs-sistem anomali, sub-sistem *selection*, dan sub-sistem *decision* dengan variasi parameter yang ditunjukkan pada BAB III.

4.1 Hasil Pengujian Data Sub-sistem Anomali

Perancangan sub-sistem anomali digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang diduga melakukan anomali trayektori dengan variabel masukan yaitu selisih posisi referensi dan real kapal, selisih *heading* referensi dan real kapal, dan selisih kecepatan referensi dan real kapal. *Isolation Forest (iForest)* digunakan untuk deteksi anomali, mengisolasi titik anomali yang ada dalam dataset dibandingkan dengan titik normal. Nilai keluaran dari algoritma *iForest* adalah skor anomali. Mempertimbangkan ambang batas yang ditentukan pengguna, algoritma *iForest* memberi label masing-masing poin sebagai normal atau sebagai anomali.

4.1.1 Hasil Pengujian Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 1 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.

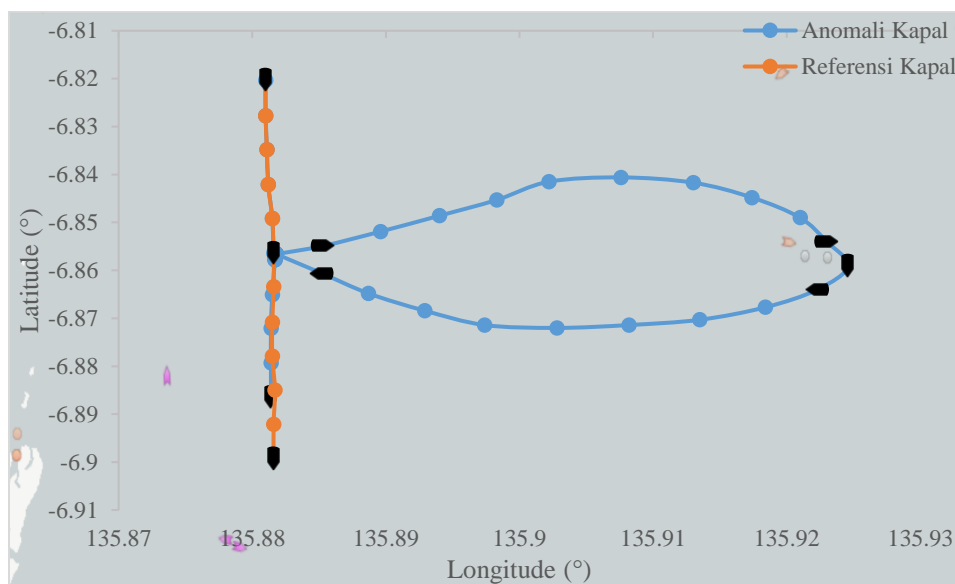


Gambar 4. 1 Pola pergerakan 1 IUU *fishing* anomali kapal

Pola 1 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.1 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 50.7% dengan nilai MAPE 6.6996% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

4.1.2 Hasil Pengujian Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 2 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



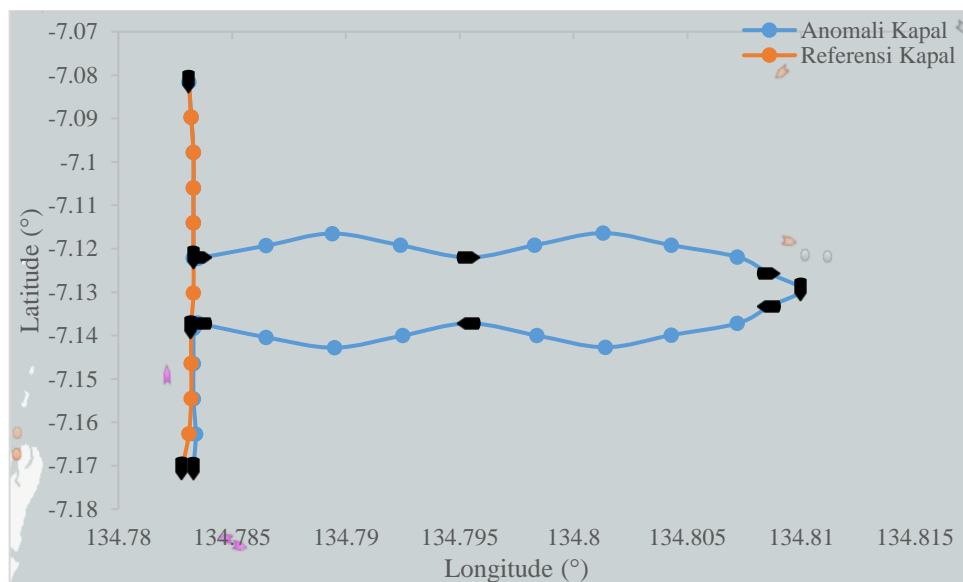
Gambar 4. 2 Pola pergerakan 2 IUU *fishing* anomali kapal

Pola 2 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.2 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 50.37% dengan nilai MAPE 6.7620% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

4.1.3 Hasil Pengujian Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 3 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.

Pola 3 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.3 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 58.07% dengan nilai MAPE 8.9878% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



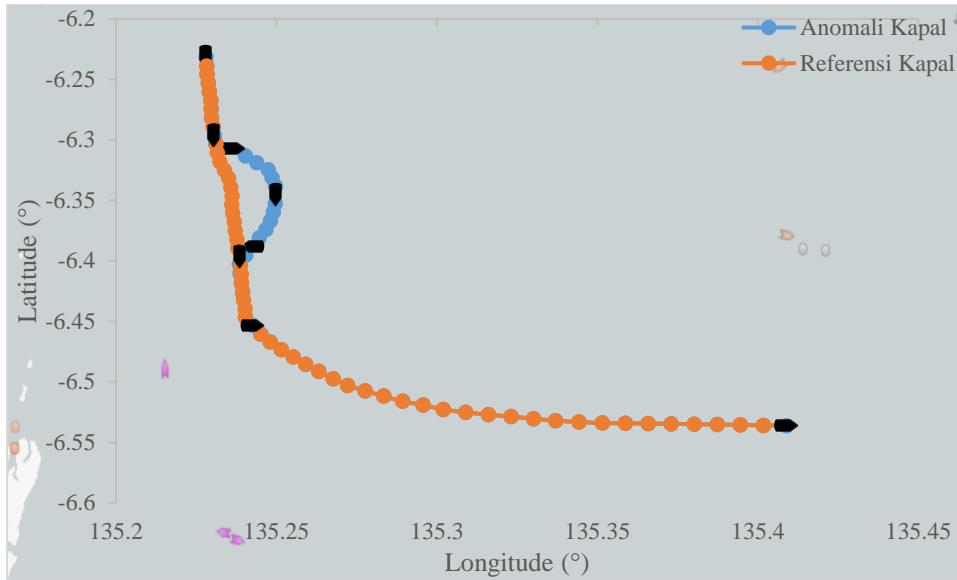
Gambar 4. 3 Pola pergerakan 3 IUU *fishing* anomali kapal

4.1.4 Hasil Pengujian Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 4 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.

Pola 4 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.4 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 58.07% dengan nilai MAPE 8.9878% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

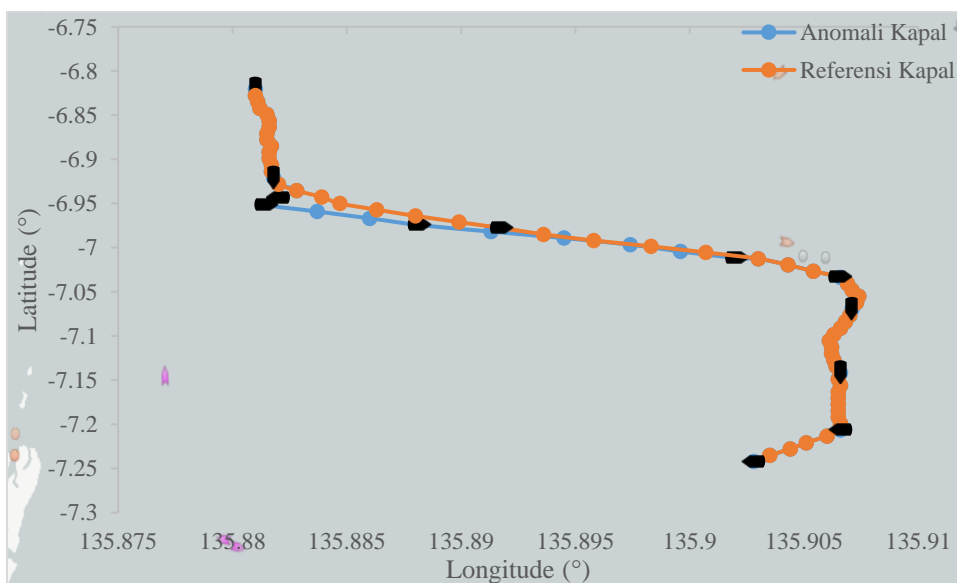
anomali sebesar 42.49% dengan nilai MAPE 9.6535% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



Gambar 4. 4 Pola pergerakan 4 IUU *fishing* anomali kapal

4.1.5 Hasil Pengujian Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 5 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



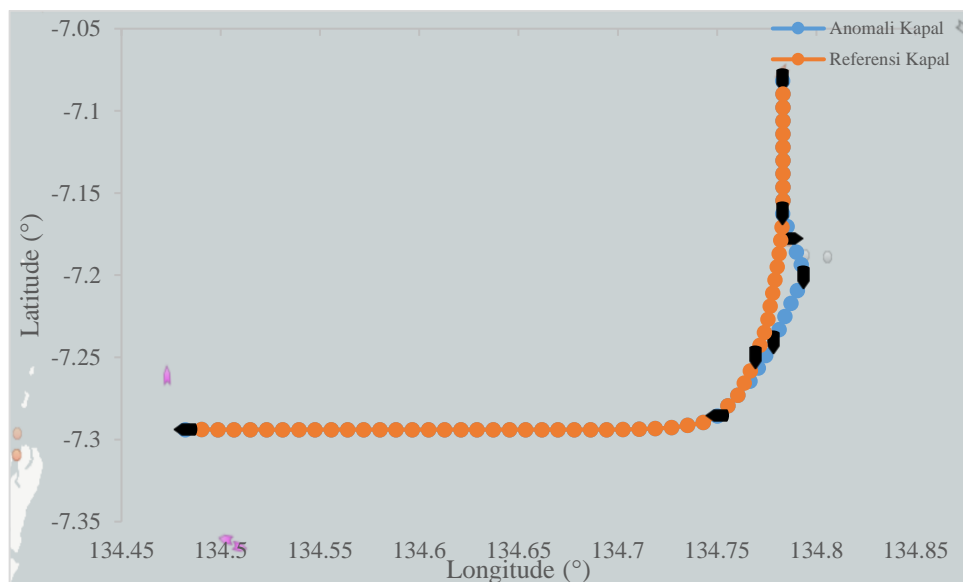
Gambar 4. 5 Pola pergerakan 5 IUU *fishing* anomali kapal

Pola 5 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.5 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 45.43% dengan nilai MAPE 6.5119% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

4.1.6 Hasil Pengujian Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Pengujian anomali pada pola 6 pergerakan kapal IUU *Fishing* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.6. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.

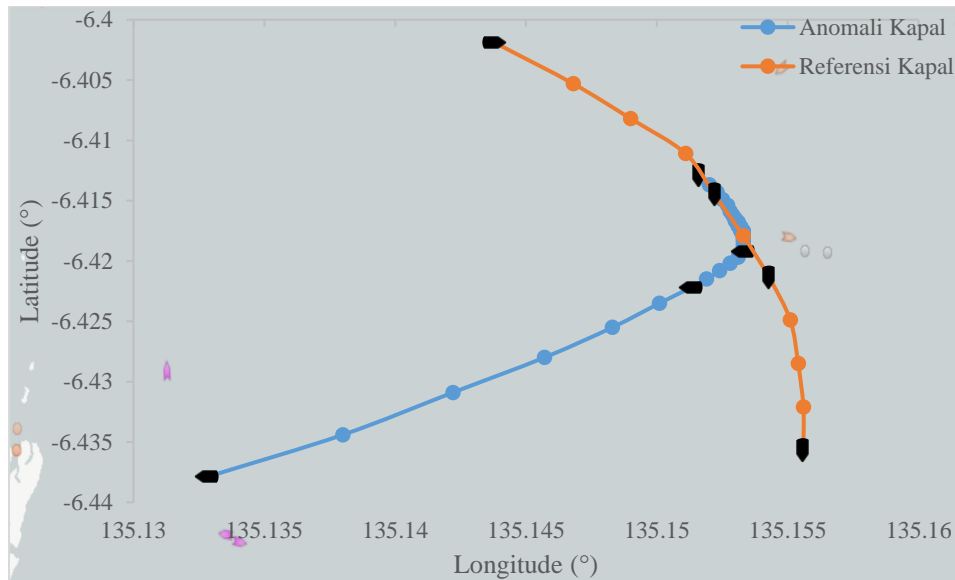
Pola 6 pergerakan kapal IUU *Fishing* pada Gambar 4.6 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 44.80% dengan nilai MAPE 9.7713% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



Gambar 4. 6 Pola pergerakan 6 IUU *fishing* anomali kapal

4.1.7 Hasil Pengujian Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

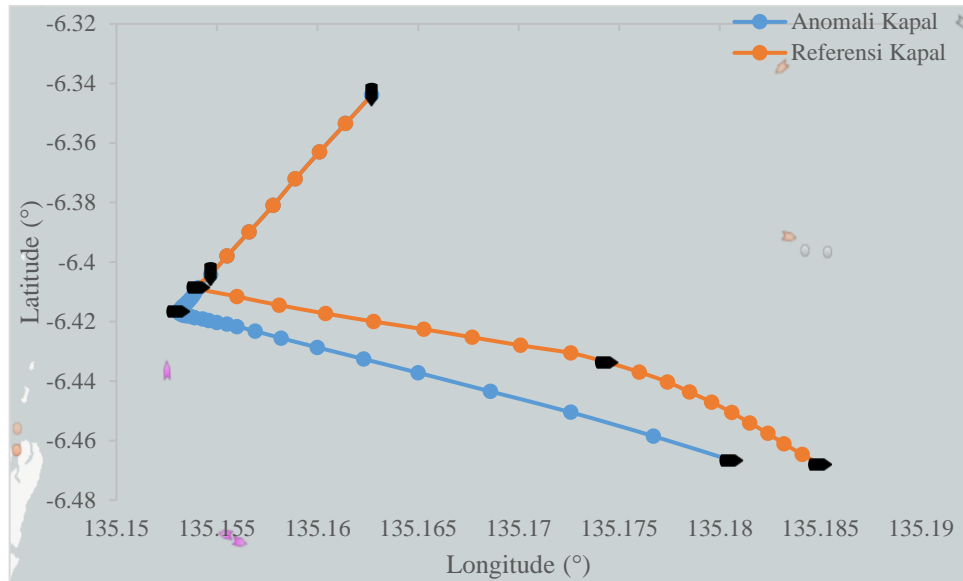
Pengujian anomali pada pola 1 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 pengujian anomali pada pola 1 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment*. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



Gambar 4. 7 Pola pergerakan 1 IUU *transshipment* anomali kapal 1

Pola 1 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* pada Gambar 4.7 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 54.24% dengan nilai MAPE 9.3008% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

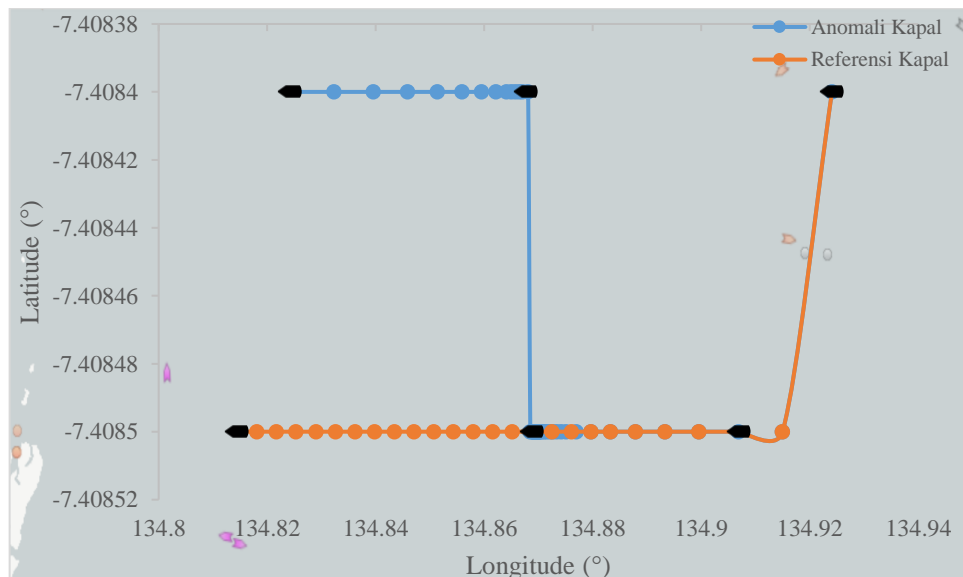
Pola 1 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment* pada Gambar 4.8 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 54.62% dengan nilai MAPE 9.7816% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



Gambar 4. 8 Pola pergerakan 1 IUU *transshipment* anomali kapal 2

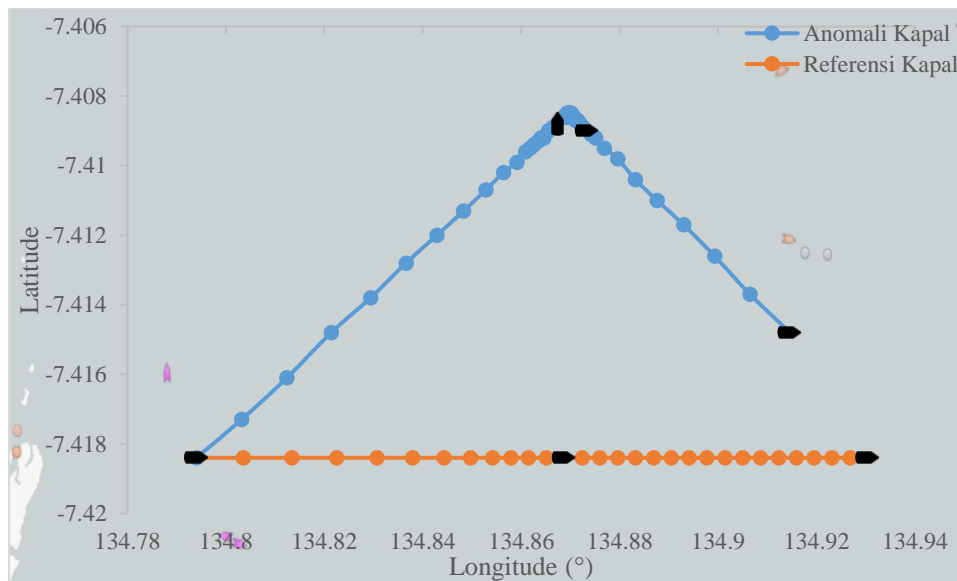
4.1.8 Hasil Pengujian Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Pengujian anomali pada pola 2 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 pengujian anomali pada pola 2 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment*. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



Gambar 4. 9 Pola pergerakan 2 IUU *transshipment* anomali kapal 1

Pola 2 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* pada Gambar 4.9 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 53.23% dengan nilai MAPE 9.1065% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

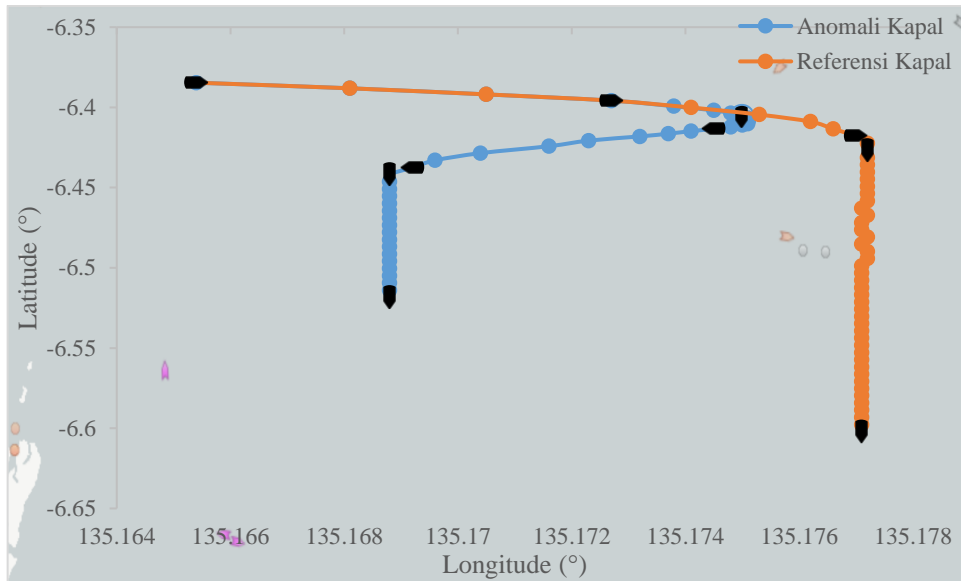


Gambar 4. 10 Pola pergerakan 2 IUU *transshipment* anomali kapal 2

Pola 2 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment* pada Gambar 4.10 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Nilai keputusan anomali sebesar 53.38% dengan nilai MAPE 9.2146% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

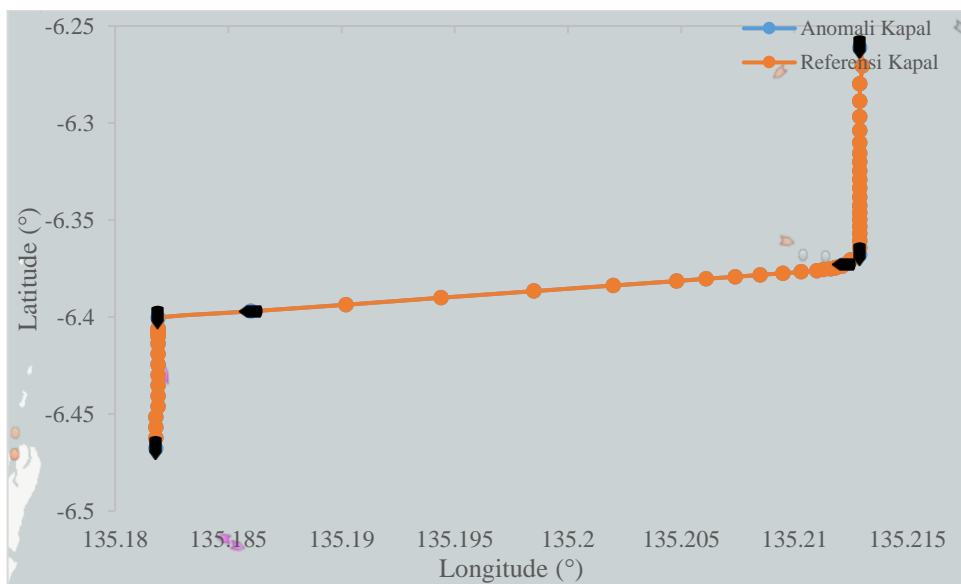
4.1.9 Hasil Pengujian Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Pengujian anomali pada pola 3 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 pengujian anomali pada pola 3 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment*. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



Gambar 4. 11 Pola pergerakan 3 IUU *transshipment* anomali kapal 1

Pola 3 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* pada Gambar 4.11 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 46.41% dengan nilai MAPE 7.2470% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

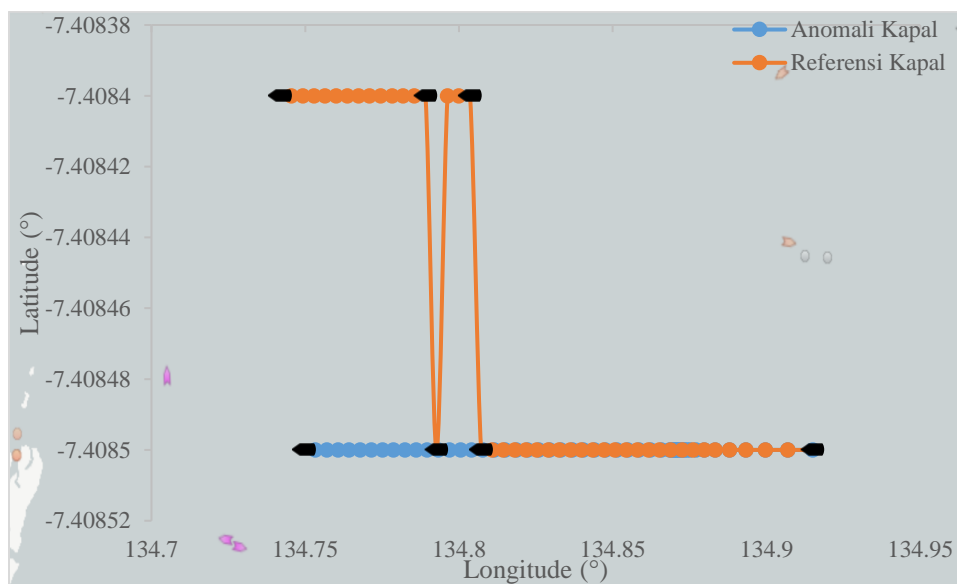


Gambar 4. 12 Pola pergerakan 3 IUU *transshipment* anomali kapal 2

Pola 3 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment* pada Gambar 4.12 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 50.00% dengan nilai MAPE 9.0808% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

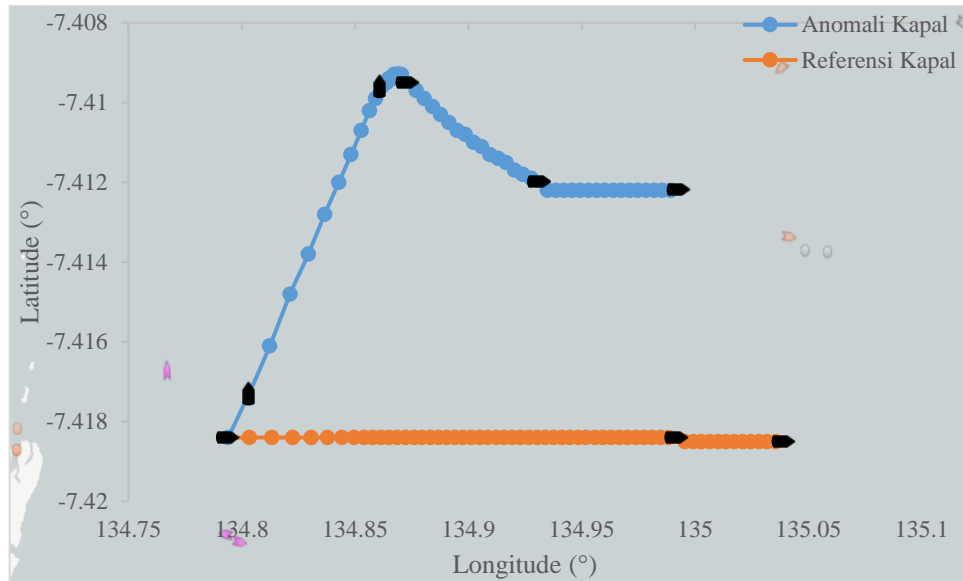
4.1.10 Hasil Pengujian Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

Pengujian anomali pada pola 4 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* dilakukan menggunakan *iForest*, sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 pengujian anomali pada pola 4 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment*. Terdapat pola kapal yang berlayar keluar dari jalur referensinya, hal ini yang dikatakan anomali.



Gambar 4. 13 Pola pergerakan 4 IUU *transshipment* anomali kapal 1

Pola 4 pergerakan kapal 1 IUU *transshipment* pada Gambar 4.13 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 45.16% dengan nilai MAPE 7.6953% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



Gambar 4. 14 Pola pergerakan 4 IUU *transshipment* anomali kapal 2

Pola 4 pergerakan kapal 2 IUU *transshipment* pada Gambar 4.14 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 47.02% dengan nilai MAPE 9.0113% yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

4.2 Hasil Pengujian Data Sub-sistem *Selection*

Perancangan sub-sistem identifikasi *selection* digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* atau *transshipment*. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil, didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *trimf* atau *triangular membership function* dengan jumlah 4 fungsi keanggotaan masukan jarak kapal dan 3 fungsi keanggotaan masukan selisih *heading* yang bernilai 0.6103% pada *epoch* 350. Sehingga, *triangular membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem *selection*.

Nilai keluaran identifikasi pada sub-sistem *selection* ditunjukkan pada Tabel 4.1. Hasil keluaran ANFIS identifikasi pada sub-sistem *selection* ini dapat menduga kapal yang melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*, ditandai dengan besarnya nilai keluaran. Pada 3 pola yang digunakan sebagai masukan dengan pola pergerakan melakukan IUU *Fishing* menghasilkan nilai keputusan kurang dari 50 % ($K_s < 50\%$), sehingga diduga melakukan IUU

Fishing sesuai dengan scenario yang bangun. Pada 2 pola yang digunakan sebagai masukan dengan pola pergerakan melakukan IUU *Transshipment* menghasilkan nilai keputusan lebih dari sama dengan 50 % ($K_s \geq 50\%$), sehingga diduga melakukan IUU *Transshipment* sesuai dengan scenario yang bangun. Tahapan selanjutnya akan dilakukan *decision* IUU *fishing* dan IUU *transshipment* untuk dapat menghasilkan nilai keputusan sistem identifikasi IUU *fishing* dan IUU *transshipment*.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Data Sub-sistem *Selection*

Pola	Keterangan	Kapal 1	Kapal 2	Selisih Jarak Kapal (meter)	Selisih Heading Kapal (°)	Nilai Keputusan (%)
1 IUU <i>Fishing</i>	Latitude (°)	-6.2674	-6.2642	772	36	25.4239
	Longitude (°)	135.2295	135.2233			
	Heading (°)	143	179			
2 IUU <i>Fishing</i>	Latitude (°)	-6.8564	-6.8513	768	26	25.4777
	Longitude (°)	135.8816	135.8769			
	Heading (°)	154	180			
3 IUU <i>Fishing</i>	Latitude (°)	-7.1221	-7.1184	636	19	25.5132
	Longitude (°)	134.7833	134.7789			
	Heading (°)	161	180			
1 IUU <i>Transshipment</i>	Latitude (°)	-6.4167	-6.4167	11	0	67.7394
	Longitude (°)	135.153	135.1531			
	Heading (°)	167	167			
2 IUU <i>Transshipment</i>	Latitude (°)	-7.4085	-7.4085	11	180	77.0216
	Longitude (°)	134.8702	134.8701			
	Heading (°)	270	90			

4.3 Hasil Pengujian Data Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

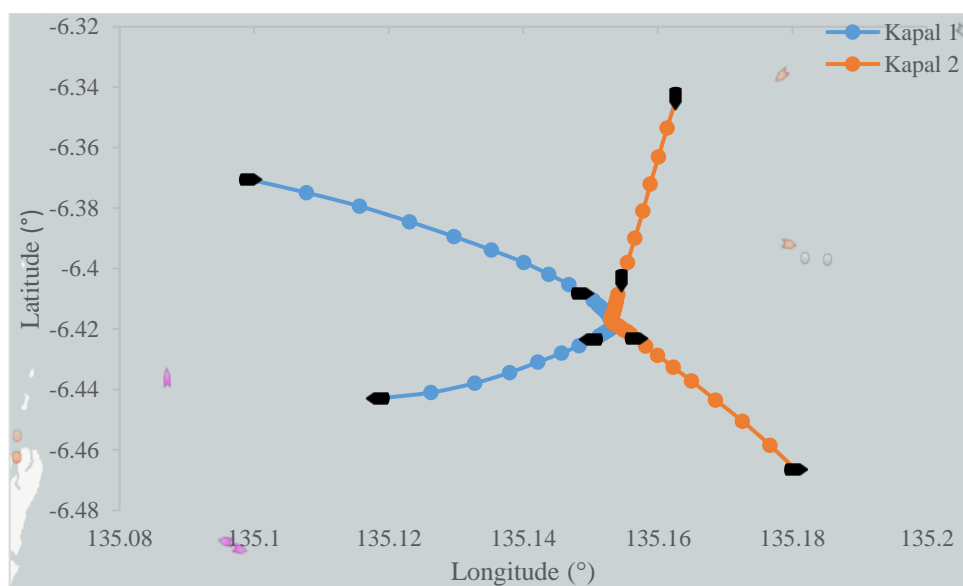
Perancangan sub-sistem identifikasi IUU *transshipment decision* digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang diduga melakukan IUU *transshipment* atau tidak. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil, didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *gaussmf* atau *gaussian membership function* jumlah 3 fungsi keanggotaan masukan selisih jarak kapal, 3 fungsi keanggotaan masukan selisih *heading*, dan 2 fungsi keanggotaan masukan selisih kecepatan yang bernilai 4.1312% pada *epoch* 500. Sehingga, *gaussian membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem IUU *transshipment decision*.

4.3.1 Hasil Pengujian Data Pola 1 Kapal IUU *Transshipment*

Pengujian data pola 1 kapal IUU *transshipment* dilakukan dengan pembangkitan data kapal 1 berjenis kapal cargo dan kapal 2 berjenis kapal ikan. Kecepatan awal kapal 1 dan kapal 2 adalah 6 knot yang bertemu untuk melakukan IUU *transshipment* selama 2 jam. Sebelum melakukan IUU *transshipment* kapal akan mengurangi kecepatan laju kapal untuk dapat bertemu pada titik yang telah ditentukan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.15.

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Selisih jarak kedua kapal	= 11 meter
Selisih <i>heading</i> kedua kapal	= 0 °
Selisih kecepatan kedua kapal	= 0 knot



Gambar 4. 15 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *transshipment*

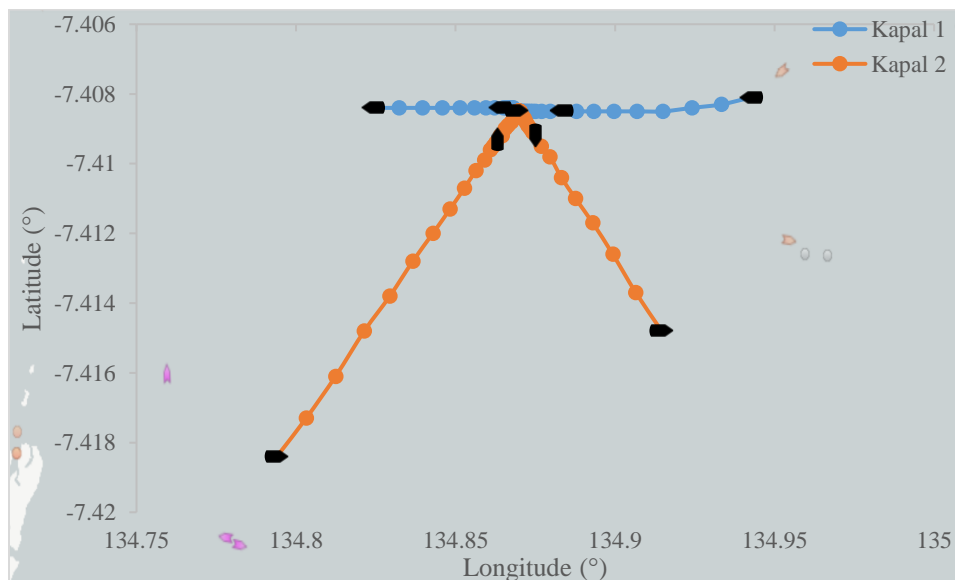
Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment* didapatkan nilai keputusan sebesar 81.7896% dan menunjukkan bahwa kapal melakukan IUU *transshipment*. Hal ini terlihat dari selisih jarak, *heading*, dan kecepatan kapal yang sangat kecil sehingga diduga IUU *transshipment*.

4.3.2 Hasil Pengujian Data Pola 2 IUU *Transshipment*

Pengujian data pola 1 kapal IUU *transshipment* dilakukan dengan pembangkitan data kapal 1 berjenis kapal ikan dan kapal 2 berjenis kapal ikan. Kecepatan awal kapal 1 dan kapal 2 adalah 6 knot yang bertemu untuk melakukan IUU *transshipment* selama 2 jam. Sebelum melakukan IUU *transshipment* kapal akan mengurangi kecepatan laju kapal untuk dapat bertemu pada titik yang telah ditentukan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.16.

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Selisih jarak kedua kapal	= 11 meter
Selisih <i>heading</i> kedua kapal	= 180 °
Selisih kecepatan kedua kapal	= 0 knot



Gambar 4. 16 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *transshipment*

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment* didapatkan nilai keputusan sebesar 82.2644% dan menunjukkan bahwa kapal melakukan IUU *transshipment*. Hal ini terlihat dari selisih jarak

dan kecepatan kapal yang sangat kecil serta selisih *heading* terlihat melakukan *crossing* sehingga diduga IUU *transshipment*.

4.4 Hasil Pengujian Data Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Perancangan sub-sistem identifikasi IUU *fishing decision* digunakan untuk mengidentifikasi kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* atau tidak. Struktur terbaik dari ANFIS dapat ditentukan dengan merancang *membership function* yang memiliki nilai MAPE terkecil, didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *gauss2mf* atau *two gaussian membership function* dengan jumlah 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *casting*, 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *towing*, 3 fungsi keanggotaan masukan kecepatan saat *hauling*, 3 fungsi keanggotaan masukan laju perubahan posisi *latitude*, 3 fungsi keanggotaan masukan laju perubahan posisi *longitude*, dan 2 fungsi keanggotaan masukan jenis kapal yang bernilai 6.2582% pada *epoch* 350. Nilai ini menunjukkan kompetensi nilai prediksi baik. Sehingga, *two gaussian membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem IUU *fishing decision*.

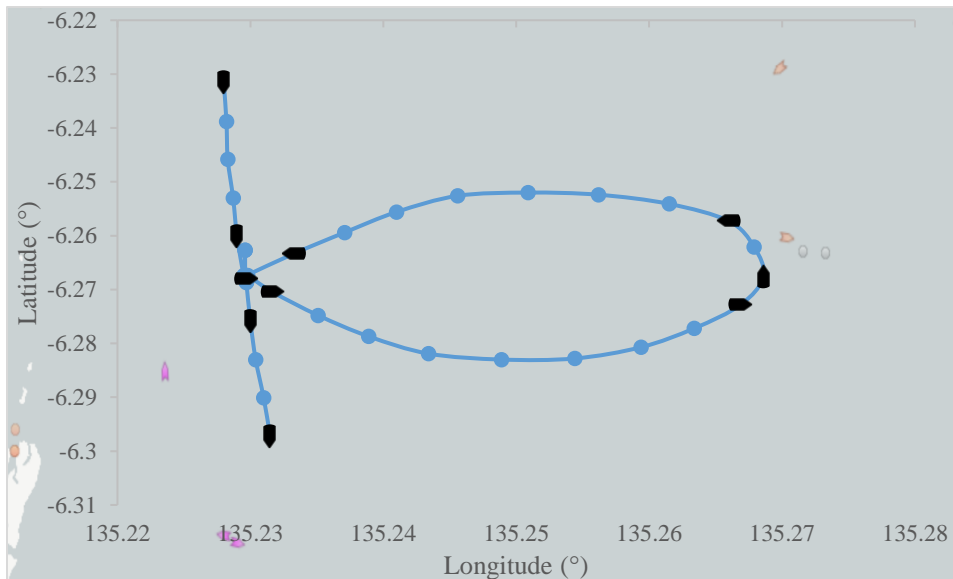
4.4.1 Hasil Pengujian Data Pola 1 Kapal IUU *Fishing*

Pengujian data pola 1 kapal IUU *fishing* dilakukan dengan pembangkitan data. Pola 1 pergerakan kapal dibangkitkan untuk membentuk pola kapal cantrang dengan trayektori melingkar memiliki panjang jaring 100 meter. Kecepatan awal kapal adalah 4 knot yang semakin berjalannya waktu kapal mengalami penurunan kecepatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.17. Kapal berhenti secara tiba-tiba selama 30 menit, kemudian kapal melakukan perjalanan kembali dengan pola seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17, hal ini dicurigai melakukan kegiatan IUU *fishing*. Pada pengujian data pola 1 kapal IUU *fishing*, kapal kedua diasumsikan dalam posisi diam dengan *latitude* -6.2642° dan *longitude* 135.2233° , kecepatan sebesar 4.025 knots, dan *heading* kapal sebesar 179° di Perairan Arafura.

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Kecepatan <i>casting</i>	= 0.03 knot
Kecepatan <i>towing</i>	= 2.005 knot
Kecepatan <i>hauling</i>	= 4.025 knot
Laju perubahan posisi <i>latitude</i>	= 0.0657 ($^{\circ}$)
Laju perubahan posisi <i>longitude</i>	= 0.0035 ($^{\circ}$)
Jenis kapal	= 1

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola 1 pergerakan kapal IUU *fishing* didapatkan nilai keputusan sebesar 80.7496% dan menunjukkan bahwa kapal diduga IUU *fishing*. Hal ini terlihat dari kecepatan *casting*, *towing*, dan *hauling* yang sangat kecil, sehingga diduga IUU *fishing*.



Gambar 4. 17 Pola 1 Pergerakan Kapal 1 IUU *Fishing*

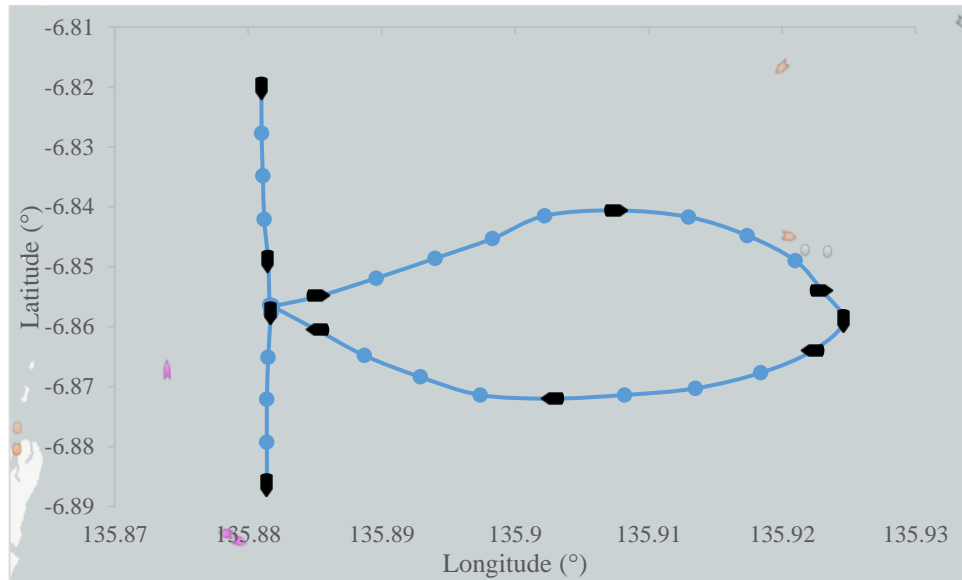
4.4.2 Hasil Pengujian Data Pola 2 Kapal IUU *Fishing*

Pengujian data pola 2 kapal IUU *fishing* dilakukan dengan pembangkitan data. Pola 2 pergerakan kapal dibangkitkan untuk membentuk pola kapal *purse seines* dengan trayektori melingkar. Kecepatan awal kapal adalah 4 knot yang semakin berjalannya waktu kapal mengalami penurunan kecepatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.18. Kapal berhenti secara tiba-tiba selama 30 menit, kemudian kapal melakukan perjalanan kembali dengan pola seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18, hal ini dicurigai melakukan kegiatan IUU *fishing*. Pada pengujian data pola 2 kapal IUU *fishing*, kapal kedua diasumsikan dalam posisi diam dengan *latitude* -6.8513° dan *longitude* 135.8769° , kecepatan sebesar 4.025 knots, dan *heading* kapal sebesar 180° di Perairan Arafura.

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Kecepatan <i>casting</i>	= 0.03 knot
Kecepatan <i>towing</i>	= 2.125 knot
Kecepatan <i>hauling</i>	= 4.005 knot

Laju perubahan posisi *latitude* = 0.0662 (°)
 Laju perubahan posisi *longitude* = 0.0004 (°)
 Jenis kapal = 1



Gambar 4. 18 Pola 2 Pergerakan Kapal 1 IUU *Fishing*

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola 2 pergerakan kapal IUU *fishing* didapatkan nilai keputusan sebesar 80.7496% dan menunjukkan bahwa kapal diduga IUU *fishing*. Hal ini terlihat dari kecepatan *casting*, *towing*, dan *hauling* yang sangat kecil, sehingga diduga IUU *fishing*.

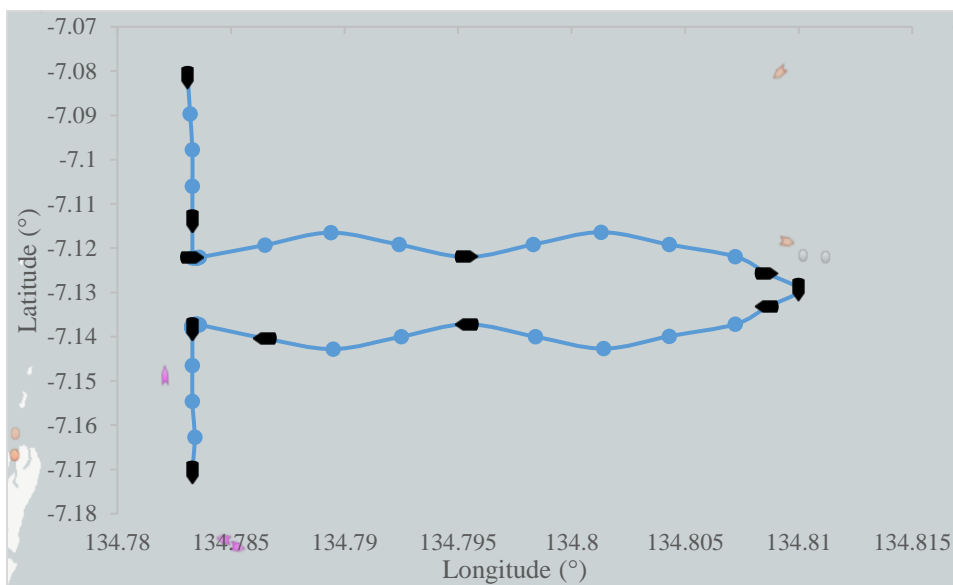
4.4.3 Hasil Pengujian Data Pola 3 Kapal IUU *Fishing*

Pengujian data pola 3 kapal IUU *fishing* dilakukan dengan pembangkitan data. Pola 3 pergerakan kapal dibangkitkan untuk membentuk pola kapal *trawl* dengan trayektori zig-zag. Kecepatan awal kapal adalah 4 knot yang semakin berjalannya waktu kapal mengalami penurunan kecepatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.19.

Kapal berhenti secara tiba-tiba selama 30 menit, kemudian kapal melakukan perjalanan kembali dengan pola seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.19, hal ini dicurigai melakukan kegiatan IUU *fishing*. Pada pengujian data pola 3 kapal IUU *fishing*, kapal kedua diasumsikan dalam posisi diam dengan *latitude* -6.8513° dan *longitude* 135.8769° , kecepatan sebesar 4.5 knots, dan *heading* kapal sebesar 180° di Perairan Arafura.

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Kecepatan <i>casting</i>	= 0.03 knot
Kecepatan <i>towing</i>	= 2.25 knot
Kecepatan <i>hauling</i>	= 4.52 knot
Laju perubahan posisi <i>latitude</i>	= 0.0892 (°)
Laju perubahan posisi <i>longitude</i>	= 0.0002 (°)
Jenis kapal	= 1



Gambar 4. 19 Pola 3 Pergerakan Kapal 1 IUU *Fishing*

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola 3 pergerakan kapal IUU *fishing* didapatkan nilai keputusan sebesar 80.7496% dan menunjukkan bahwa kapal diduga IUU *fishing*. Hal ini terlihat dari kecepatan *casting*, *towing*, dan *hauling* yang sangat kecil, sehingga diduga IUU *fishing*.

4.5 Analisa Akurasi Sistem

Akurasi sistem dilakukan setelah pengujian sistem identifikasi terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment*. Hasil pengujian dihitung nilai akurasinya dengan membandingkan nilai keputusan akhir masing-masing sub-sistem pada *decision* IUU *fishing* dan *transshipment*. Ketika melakukan pengukuran ilmiah, penting untuk akurat dan tepat. Akurasi menunjukkan seberapa dekat suatu pengukuran dengan nilai sebenarnya, hal tersebut dinilai penting karena

peralatan yang buruk, pemrosesan data yang buruk, atau kesalahan manusia dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat yang tidak terlalu mendekati kebenaran (Pierce, 2007).

Sub-sistem IUU *transshipment decision* perhitungan nilai akurasi dilakukan pada nilai keputusan yang telah diduga melakukan IUU *transshipment*, yaitu nilai keputusan lebih dari sama dengan 50%. Terdapat 2 pola pergerakan kapal yang memiliki nilai keputusan lebih dari sama dengan 50% yaitu 81.7896% untuk pola 1 pergerakan kapal IUU *transshipment* dan 82.2644% untuk pola 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*.

Sub-sistem IUU *fishing decision* perhitungan nilai akurasi dilakukan pada nilai keputusan yang telah diduga melakukan IUU *fishing*, yaitu nilai keputusan lebih dari sama dengan 50%. Terdapat 3 pola pergerakan kapal yang memiliki nilai keputusan lebih dari sama dengan 50% yaitu 80.7496% untuk pola 1 pergerakan kapal IUU *fishing*, 80.7496% untuk pola 2 pergerakan kapal IUU *fishing*, dan 80.7496% untuk pola 3 pergerakan kapal IUU *fishing*.

Penentuan akurasi dengan membagi jumlah hasil identifikasi dengan banyaknya simulasi dan pengujian yang telah dilakukan pada system identifikasi. Akurasi system identifikasi dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{81.7896\% + 82.2644\% + 80.7496\% + 80.7496\% + 80.7496\%}{5} = 81.2605\%$$

Sehingga, setelah melakukan perhitungan akurasi, didapatkan nilai akurasi sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* sebesar 81.2605%.

Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Keputusan

Pola IUU	Hasil Akurasi Sistem Identifikasi dengan ANFIS (Python)	Hasil Akurasi Sistem Identifikasi dengan NN (Masroeri et al., 2021)	Hasil Akurasi Sistem Identifikasi dengan ANFIS (MATLAB) (Farahdiba et al., 2018)
IUU <i>Fishing</i>	82.0270%	89.9%	89.3%
IUU <i>Transshipment</i>	80.7496%	90.3%	87.4%

Penelitian ini berdasarkan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan, sehingga akan dilakukan perbandingan antara nilai keputusan untuk dapat menentukan metode yang dapat menghasilkan nilai keputusan yang optimal. Tabel 4.2 menunjukkan perbedaan nilai keputusan antara penggunaan metode ANFIS dan *Neural Network* (NN).

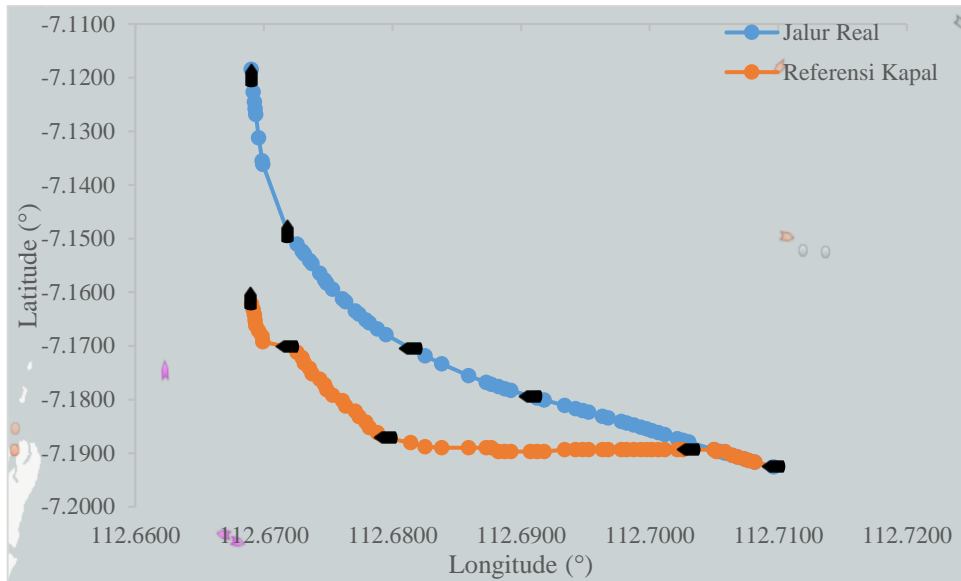
4.6 Hasil Validasi Sistem Identifikasi menggunakan Data *Real* Kapal

Validasi sistem identifikasi dilakukan untuk mengetahui rancangan sub-sistem berhasil melakukan identifikasi. Validasi dilakukan menggunakan data *real* kapal yang diduga melakukan praktik IUU *transshipment* dan IUU *fishing*. Data validasi *real* kapal diperoleh dari data AIS di situs *marinetraffic.com*, *Marine Reliability and Safety Laboratory*, dan penelitian sebelumnya. Data *real* AIS untuk validasi IUU *transshipment* didapatkan dari *Marine Reliability and Safety Laboratory* di Perairan Jawa, tepatnya antara Pulau Jawa dan Pulau Madura pada tanggal 19 November 2015 sebanyak 65 titik trayektori. Data *real* AIS untuk validasi IUU *fishing* didapatkan dari penelitian sebelumnya di Perairan Natuna, Kepulauan Riau pada tanggal 5 September 2015 pukul 12.00 WIB hingga 7 September 2015 pukul 12.00 WIB sebanyak 184 titik trayektori.

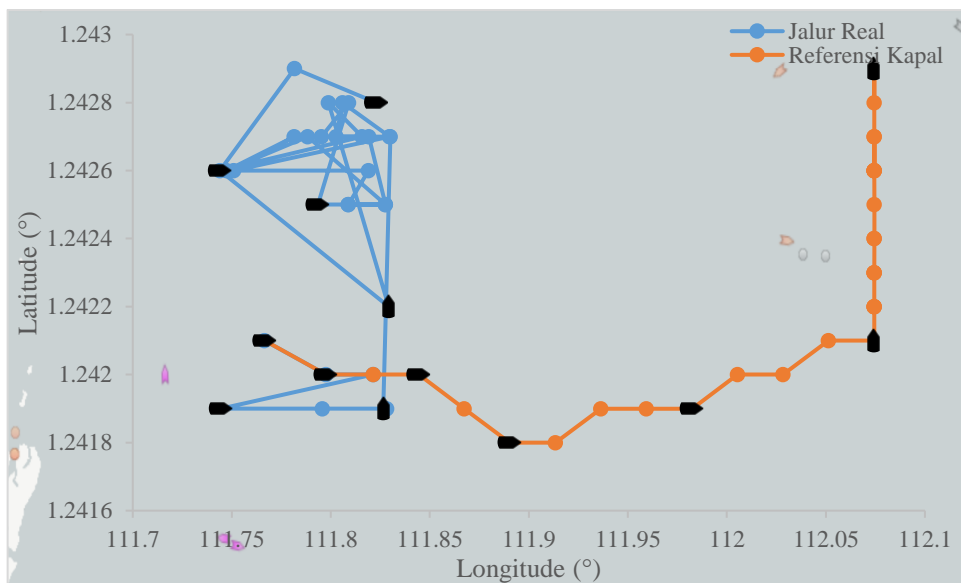
4.6.1 Hasil Validasi Sub-sistem Anomali

Validasi sub sistem anomali dilakukan pada data *real* kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*. Data *real* kapal validasi untuk IUU *transshipment* dan data yang dibangkitkan pada jalur referensi dari *marinetraffic.com* ditunjukkan pada Gambar 4.20 pada kapal 1, kapal 2 validasi IUU *Transshipment* diasumsikan berjalan sesuai pada jalur referensinya sehingga memiliki jalur *real* dan referensi yang sama, akan dinilai memiliki nilai keputusan anomali sebesar 0%. Pola validasi IUU *transshipment* pada Gambar 4.20 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 50.06% dengan nilai MAPE 9.8200%, yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.

Validasi sub-sistem anomali dilakukan pada data *real* kapal yang diduga melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*. Data *real* kapal validasi untuk IUU *fishing* dan data yang dibangkitkan pada jalur referensi dari *marinetraffic.com* ditunjukkan pada Gambar 4.21. Pola validasi IUU *Fishing* pada Gambar 4.21 menunjukkan pola anomali dengan ditandai jalur anomali kapal yang terlihat pola warna biru tidak sama atau keluar dari jalur referensi kapal yang berwarna orange. *Isolation Forest* digunakan karena dapat menunjukkan nilai anomali dari data yang digunakan pada penelitian ini. Keputusan anomali sebesar 50.93% dengan nilai MAPE 6.0391%, yang menunjukkan memiliki nilai prediksi sangat akurat.



Gambar 4. 20 Data *Real* Kapal Validasi Anomali IUU *Transshipment*



Gambar 4. 21 Data *Real* Kapal Validasi Anomali IUU *Fishing*

4.6.2 Hasil Validasi Sub-sistem *Selection*

Hasil simulasi pada berbagai variasi *membership function* Tabel 3.6 didapatkan nilai MAPE terkecil adalah menggunakan fungsi *trimf* atau *triangular membership function* dengan jumlah 4 fungsi keanggotaan masukan jarak kapal dan 3 fungsi keanggotaan masukan selisih *heading* yang bernilai 0.6103% pada *epoch* 350. Nilai ini menunjukkan kompetensi nilai prediksi sangat baik. Sehingga, *triangular membership function* akan digunakan untuk model identifikasi sub-sistem *selection*.

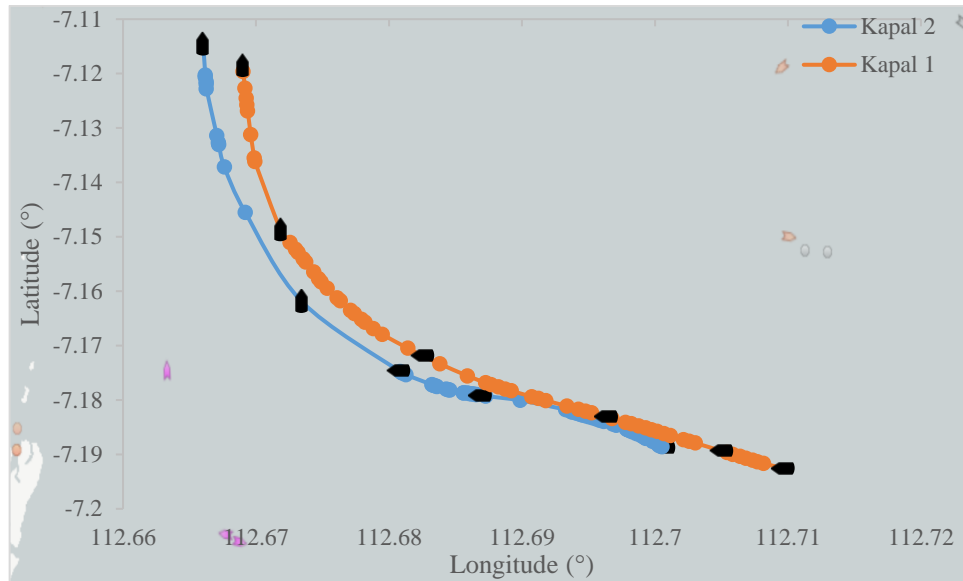
Tabel 4. 3 Hasil Validasi Data Real Kapal Sub-sistem *Selection*

Pola	Keterangan	Kapal 1	Kapal 2	Selisih Jarak Kapal (meter)	Selisih Heading Kapal (°)	Nilai Keputusan (%)
IUU <i>Fishing</i> Validasi	Latitude (°)	1.2427	1.2419	662	25	25.4829
	Longitude (°)	111.8301	111.836			
	Heading (°)	0	25			
IUU <i>Transshipment</i> Validasi	Latitude (°)	-7.1830	-7.1823	83	2.2	71.0251
	Longitude (°)	112.6949	112.6952			
	Heading (°)	305.9	303.7			

Nilai keluaran identifikasi pada validasi sub-sistem *selection* ditunjukkan pada Tabel 4.3. Hasil keluaran ANFIS identifikasi pada validasi sub-sistem *selection* ini dapat menduga kapal yang melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*, ditandai dengan besarnya nilai keluaran. Pada pola validasi yang digunakan sebagai masukan dengan pola pergerakan melakukan IUU *Fishing* menghasilkan nilai keputusan kurang dari 50 % ($K_s < 50\%$). Pada pola validasi yang digunakan sebagai masukan dengan pola pergerakan melakukan IUU *Transshipment* menghasilkan nilai keputusan lebih dari sama dengan 50 % ($K_s \geq 50\%$). Tahapan selanjutnya akan dilakukan validasi *decision* IUU *fishing* dan IUU *transshipment* untuk dapat menghasilkan nilai keputusan sistem identifikasi IUU *fishing* dan IUU *transshipment* pada validasi data *real* kapal.

4.6.3 Hasil Validasi Sub-sistem IUU *Transshipment Decision*

Hasil validasi data kapal IUU *transshipment* didapatkan dari *Marine Reliability and Safety Laboratory*. Kapal berjalan berdekatan dengan jarak paling mendekati yaitu 82 meter, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Pola Pergerakan Kapal IUU *transshipment* data validasi

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Selisih jarak kedua kapal = 83 meter

Selisih *heading* kedua kapal = 2.2 °

Selisih kecepatan kedua kapal = 6.6 knot

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada data validasi pergerakan kapal IUU *transshipment* didapatkan nilai keputusan sebesar 19.0655% dan menunjukkan bahwa kapal tidak melakukan IUU *transshipment*. Hal ini terlihat dari selisih jarak dan kecepatan kapal yang cukup besar, sehingga tidak diduga IUU *transshipment*.

Tabel 4. 4 Data Validasi Kapal 1 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	SOG K1 (knot)	COG K1 (°)
11/19/2015	-7.1926	112.7096	11.7	299.8
11/19/2015	-7.1917	112.7082	12.1	303.9
11/19/2015	-7.1913	112.7077	12.2	305.5
...
11/19/2015	-7.1227	112.6692	13.1	356.9
11/19/2015	-7.1196	112.6690	12.9	358.2
11/19/2015	-7.1185	112.6690	12.9	358.2

Tabel 4.4 menunjukkan data validasi jalur *real* kapal 1 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Data validasi jalur *real* kapal 1 memiliki 65 titik koordinat dengan kecepatan konstan yaitu 13 knot. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

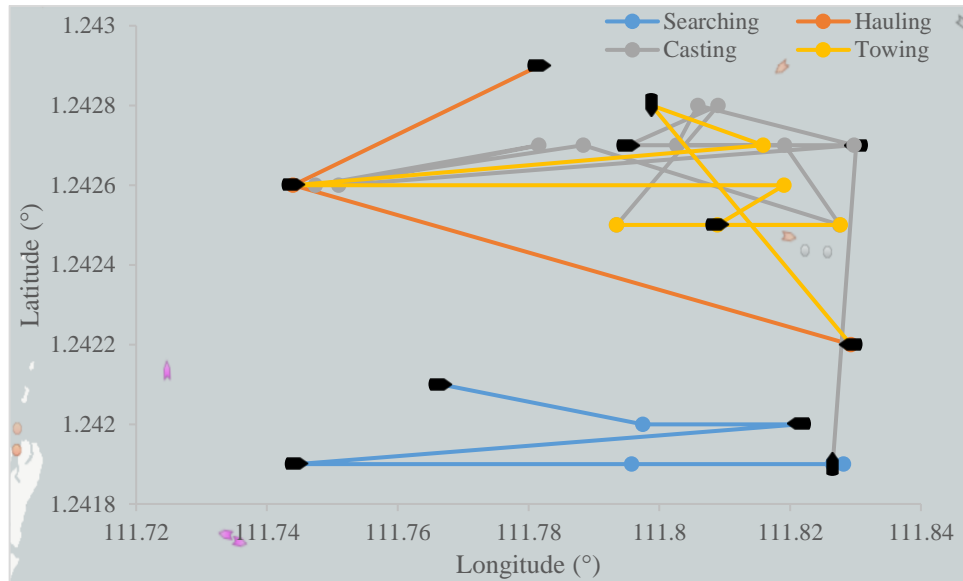
Tabel 4.5 menunjukkan data validasi jalur *real* kapal 2 pergerakan kapal IUU *transshipment*. Data validasi jalur *real* kapal 2 memiliki 65 titik koordinat dengan kecepatan semakin akan semakin tinggi. Titik koordinat pada data jalur *real* ini digunakan sebagai variabel masukan sub-sistem anomali, *selection*, dan *decision* untuk dapat mengidentifikasi terjadinya anomali jalur pelayaran dan IUU *transshipment*.

Tabel 4. 5 Data Validasi Kapal 2 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	SOG K2 (knot)	COG K2 (°)
11/19/2015	-7.1888	112.7006	5.2	324.2
11/19/2015	-7.1886	112.7005	5.2	324.4
11/19/2015	-7.1884	112.7003	5.3	324.9
...
11/19/2015	-7.1206	112.6662	14.9	0.6
11/19/2015	-7.1203	112.6662	14.9	359.3
11/19/2015	-7.1145	112.6660	14.7	358.9

4.6.4 Hasil Validasi Sub-sistem IUU *Fishing Decision*

Hasil validasi pola kapal IUU *fishing* didapatkan dari penelitian sebelumnya terjadi di Perairan Natuna., seperti ditunjukkan pada Gambar 4.23. Titik awal dicurigai melakukan IUU *fishing* pada kecepatan *searching* yang ditunjukkan pada pola warna biru, pola berwarna kelabu menunjukkan kapal sedang melakukan *casting* terlihat dari kecepatan kapal yang kecil, begitupun terjadi pada kecepatan ketika *towing* dan *hauling*. Pada data *real* validasi IUU *fishing* menunjukkan kecepatan kapal yang sangat kecil.



Gambar 4. 23 Pola Validasi Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

Berdasarkan perhitungan dan analisis pola pergerakan kapal maka diperoleh nilai variabel masukan:

Kecepatan <i>casting</i>	= 0.3 knot
Kecepatan <i>towing</i>	= 0.1 knot
Kecepatan <i>hauling</i>	= 0.2 knot
Laju perubahan posisi <i>latitude</i>	= 0.0206 (°)
Laju perubahan posisi <i>longitude</i>	= 0.0204 (°)
Jenis kapal	= 1

Tabel 4. 6 Data Validasi IUU *Fishing*

TIME ke-	Latitude (°)	Longitude (°)	SOG (knot)	COG (°)
21	1.2421	111.7666	0.1	0
22	1.242	111.7975	0.1	0
23	1.242	111.8214	0.1	0
...
49	1.2426	111.744	0.1	0
50	1.2429	111.7817	0.1	0
51	1.2428	111.823	0.1	0

Simulasi menggunakan metode ANFIS dilakukan untuk mendapatkan nilai keputusan, pada pola validasi pergerakan kapal IUU *fishing* didapatkan nilai keputusan sebesar 79.9245%

dan menunjukkan bahwa kapal diduga IUU *fishing*. Hal ini terlihat dari kecepatan *casting*, *towing*, *hauling* serta perubahan posisi *latitude* dan *longitude* yang sangat rendah serta jenis kapal yang menunjukkan kapal ikan, sehingga diduga IUU *fishing*. Tabel 4.6 menunjukkan data validasi untuk IUU *fishing*. Dari data yang diperoleh, dicuplik 30 titik koordinat untuk digunakan sebagai variabel masukan validasi system identifikasi IUU *fishing*. Kondisi data yang diperoleh dengan kecepatan dan *heading* yang sangat kecil bahkan terlihat hampir berhenti.

4.7 Hasil Nilai Keputusan Sistem

Nilai keputusan sistem didapatkan setelah dilakukan rancangan menggunakan *Isolation Forest* dan ANFIS dengan menggunakan data dari pembangkitan data dan data real kapal. Nilai keputusan pada sub-sistem IUU *fishing decision* ditunjukkan pada Tabel 4.7, dengan 3 pola kapal memiliki nilai keputusan lebih dari 50% yaitu diduga IUU *fishing*.

Tabel 4. 7 Nilai Keputusan IUU *Fishing*

Pola Kapal	Nilai Keputusan (%)	Keterangan
1	80.7496	Diduga IUU <i>Fishing</i>
2	80.7496	Diduga IUU <i>Fishing</i>
3	80.7496	Diduga IUU <i>Fishing</i>

Nilai keputusan pada sub-sistem IUU *transshipment decision* ditunjukkan pada Tabel 4.8, dengan 2 pola kapal memiliki nilai keputusan lebih dari 50% yaitu diduga IUU *transshipment*. Nilai keputusan pola 1 IUU *Transshipment* adalah 81.7896%. Nilai keputusan pola 2 IUU *Transshipment* adalah 82.2644%.

Tabel 4. 8 Nilai Keputusan IUU *Transshipment*

Pola Kapal	Nilai Keputusan (%)	Keterangan
1	81.7896	Diduga IUU <i>Transshipment</i>
2	82.2644	Diduga IUU <i>Transshipment</i>

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 menunjukkan hasil nilai keputusan sistem rancangan telah tepat dan sesuai dengan kriteria IUU *fishing* dan *transshipment*. Sistem juga divalidasi dengan menggunakan data *real* kapal yang telah dan tidak diduga melakukan IUU *fishing* dan *transshipment*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Arsitektur ANFIS untuk sistem pengambilan keputusan terjadinya IUU *fishing* dan *transshipment* dengan kondisi anomali data trayektori sebagai berikut.
 - a. Arsitektur ANFIS terbaik pada sub-sistem *selection* adalah dengan jumlah *epoch* 350 pada *triangular membership function* menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.6103%. Sub-sistem *selection* IUU *Fishing* terseleksi melakukan IUU *Fishing* dengan nilai keputusan kurang dari 50%, pola 1 memiliki nilai keputusan 25.4239%, pola 2 memiliki nilai keputusan 25.4777%, dan pola 3 memiliki nilai keputusan 25.5132%. Sub-sistem *selection* IUU *Transshipment* terseleksi melakukan IUU *Transshipment* dengan nilai keputusan lebih dari sama dengan 50%, pola 1 memiliki nilai keputusan 67.7394%, dan pola 2 memiliki nilai keputusan 77.0216%.
 - b. Arsitektur ANFIS terbaik sub-sistem *decision* IUU *transshipment* adalah dengan jumlah *epoch* 500 pada *gaussian membership function* menghasilkan nilai MAPE sebesar 4.1312%. Sub-sistem *decision* IUU *Transshipment* diduga melakukan IUU *Transshipment* dengan nilai keputusan lebih dari sama dengan 50%, pola 1 memiliki nilai keputusan 81.7896%, dan pola 2 memiliki nilai keputusan 82.2644%.
 - c. Arsitektur ANFIS terbaik sub-sistem *decision* IUU *fishing* adalah dengan jumlah *epoch* 350 pada *gaussian2 membership function* menghasilkan nilai MAPE sebesar 6.2582%. Sub-sistem *decision* IUU *Fishing* diduga melakukan IUU *Fishing* dengan nilai keputusan kurang dari sama dengan 50%, pola 1 memiliki nilai keputusan 80.7496%, pola 2 memiliki nilai keputusan 80.7496%, dan pola 3 memiliki nilai keputusan 80.7496%.
2. Nilai akurasi sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* sebesar 81.2605%. Nilai akurasi sistem terintegrasi identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* memiliki nilai lebih dari 80% dengan akurasi yang baik dan dapat digunakan sebagai pengambilan keputusan identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment*.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis berikan agar pada perancangan sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* berikutnya

1. Menggunakan metode yang berbeda seperti RNN untuk semua sistem identifikasi ataupun ANFIS untuk sub-sistem anomali sehingga dapat menunjukkan metode terbaik dari yang pernah dirancang pada penelitian sebelumnya.
2. Menambahkan variabel masukan pada sub-sistem identifikasi IUU *fishing* dan *transshipment* seperti *rate of turn* kapal dan kapal jenis lain selain yang digunakan pada penelitian ini (*cargo* dan *fishing*) sehingga dapat menunjukkan nilai akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisjah, A. S., Masroeri, A. A., & Saiko. (2011). Perancangan Sistem Pengendalian pada Kapal berbasis Data AIS (Automatic Identification System) untuk Menghindari Tabrakan. *Senta*, 1–10.
- Aisjah, A. S., Masroeri, A. A., Santoso, M. Y., Arifin, S., & Alif, A. N. (2017). Fuzzy Decision Support System of IUU-Transshipment in Indonesia. *SENTA*, 1, 53–60.
- Ashwin, M., & Thumma, K. (2018). *An Proficient Forest Fire Identification using Optimized ANFIS Classification*. <http://www.ijpam.eu>
- Badan Standardisasi Nasional, & Standar Nasional Indonesia. (2006). *Bentuk baku konstruksi pukat tarik cantrang*.
- Camilleri, M. (2016). *International Framework to combat IUU fishing*. www.fao.org
- Chen, R. J. C., Bloomfield, P., & Fu, J. S. (2003). An Evaluation of Alternative Forecasting Methods to Recreation Visitation. In *Journal of Leisure Research Copyright* (Vol. 35, Issue 4).
- Chen, X., Liu, Y., Achuthan, K., & Zhang, X. (2020). A ship movement classification based on Automatic Identification System (AIS) data using Convolutional Neural Network. *Ocean Engineering*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108182>
- Farahdiba, C., Aisjah, A. S., & Masroeri, A. A. (2018). *Perancangan Integrasi Sistem Pengambilan Keputusan berbasis Data Automatic Identification System (AIS) untuk Pemodelan IUU Fishing dan Transshipment menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*.
- Fatmawati, N. N., Aisjah, A. S., & Masroeri, A. A. (2018). *Perancangan Integrasi Sistem Pengambilan Keputusan untuk Identifikasi Terjadinya IUU Transshipment dan Fishing berbasis Data AIS (Automatic Identification System) menggunakan Logika Fuzzy*.
- Fauzan, F., Abdullah, K., & Ahmad, M. Z. (2019). Maritime border security and challenges for Indonesia. *Malaysian Journal of Society and Space*, 15(2). <https://doi.org/10.17576/geo-2019-1502-12>
- Fiorini, M., Capata, A., & Bloisi, D. D. (2016). AIS Data Visualization for Maritime Spatial Planning (MSP). *International Journal of E-Navigation and Maritime Economy*, 5, 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.enavi.2016.12.004>

- Geosystems, L. (2001). *The Complete Guide to Automatic Identification Systems* (L. Geosystems, Ed.). Leica Geosystems Inc.
- Hanapiah, F., Al-Obaidi, A. A., & Chan, C. S. (2010). *Anomalous Trajectory Detection using The Fusion of Fuzzy Rule and Local Regression Analysis*. IEEE.
- Jang, J. S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 23(3), 665–685. <https://doi.org/10.1109/21.256541>
- Klouda, I. K., Valenta, B. A., & Maurerová, I. V. (2019). *Anomaly detection using Extended Isolation Forest*.
- Kos, S., Brčić, D., & Kos, S. (2013). *Use of universal protocol for entering the port of destination in AIS device*. <https://www.researchgate.net/publication/236723236>
- Koscielski, M., & Miller, R. K. (2007). Automatic Identification System (AIS) as A Main Tool of NCAGS ADP Systems. *Akademia Marynarki Wojennej Im. Bohaterów Westerplatte*, 170(3), 67–74. bwmeta1.element.baztech-article-BWM4-0021-0040
- Li, S. (2020). *Anomaly Detection for Dummies Unsupervised Anomaly Detection for Univariate & Multivariate Data*.
- 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>
- Matsumoto, H., Furusho, M., & Fuchi, M. (2015). Research on the Utilization of AIS for Fishing Boat. *Citation Journal of Maritime Researches*, 5, 25–34. <https://doi.org/10.24546/81009085>
- Mellyssa, W. (2017). Determination of Nearest Emergency Service Office using Haversine Formula Based on Android Platform. *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, 5(2).
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- NNeely. (2021). *Navigation Rules*.
- Nuryahya, D., Masroeri, A., & Pitana, T. (2003). *Automatic Collision Avoidance System Base On AIS Data in West Voyage Lines of Surabaya*.

- Ocean Justice Initiative. (2021). *Transshipment Di Wilayah Perairan ZEE Indonesia*.
<https://oceanjusticeinitiative.org/>
- Pierce. (2007). *Evaluating Information: Validity, Reliability, Accuracy, Triangulation*.
- Pradenta, M., Aisjah, A. S., & Masroeri, A. A. (2021). *Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan berbasis Data AIS untuk Identifikasi IUU Transshipment yang Mengakomodasi Kondisi Anomali Data Trayektori dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST)*.
- Puspoayu, E. S., Sari, C. Y., Virania, D., & Ramadhani, C. (2019). Praktik Illegal Transshipment Di Laut Lepas Berdasarkan Hukum Laut Internasional. *Jurnal Mimbar Hukum*, 31(1), 75–94. pdfs.semanticscholar.org
- Serry, A. (2017). *The automatic identification system (AIS) : a data source for studying maritime traffic : The case of the Adriatic Sea*.
<https://www.researchgate.net/publication/316671817>
- Setiawan, T. H. (2021, November 15). *166 Awak Kapal Pelaku Illegal Fishing Asal Vietnam Dipulangkan*. 1119. <https://kkp.go.id/>
- Tony Liu, F., Ming Ting, K., & Zhou, Z.-H. (2009). *Isolation Forest*.
<https://doi.org/10.1109/ICDM.2008.17>
- Truong, N. T., Seo, T. il, & Nguyen, S. D. (2021). Bearing Fault Online Identification Based on ANFIS. *International Journal of Control, Automation and Systems*, 19(4), 1703–1714.
<https://doi.org/10.1007/s12555-020-0015-7>
- Valčić, M., Antonić, R., Tomas, V., Valčić, M., Antonić, R., & Tomas, V. (2011). *ANFIS Based Model for Ship Speed Prediction (Vol. 4)*.
- Westerberg, A. (2006). *A cost benefit analysis of the AIS [Automatic Identification System] system in Sweden*. https://commons.wmu.se/all_dissertations/145
- Widjaja, S., Long, T., Wirajuda, H., As, H. van, Bergh, E., Brett, A., Copeland, D., Fernandez, M., Gusman, A., Juwana, S., Ruchimat, T., Trent, S., & Wilcox, C. (2020). *Illegal, Unreported and Unregulated Fishing and Associated Drivers LEAD AUTHORS*.
www.oceanpanel.org/
- 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>

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran A. Rule Base Logika Fuzzy Sub-sistem IUU Fishing Decision

1. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
2. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
3. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is MED) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
4. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is MED) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
5. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
6. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is LOW) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
7. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
8. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is LOW) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
9. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is MED) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
10. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is MED) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
11. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
12. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is MED) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
13. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
14. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is LOW) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
15. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is MED) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
16. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is MED) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
17. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
18. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is LOW) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
19. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
20. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is LOW) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
21. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is MED) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)
22. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is MED) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
23. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
24. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is LOW) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
25. If (Vc is LOW) and (Vt is LOW) and (Vh is MED) and (dx is MED) and (dy is LOW) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is ALLEGEDLY_IUUF)

485. If (Vc is HIGH) and (Vt is HIGH) and (Vh is HIGH) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is KI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)
486. If (Vc is HIGH) and (Vt is HIGH) and (Vh is HIGH) and (dx is HIGH) and (dy is HIGH) and (J is NKI) then (IDENTIFICATION_RESULT is NOT_ALLEGEDLY_IUUF)

Lampiran B. Data Pola Pergerakan Kapal IUU *Fishing* dan *Transshipment*

Tabel B. 1 Data Jalur Referensi Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
3/12/2022	05:47	-6.253	135.2287	178	4.025
3/12/2022	05:53	-6.2602	135.229	176	3.995
3/12/2022	05:59	-6.2674	135.2295	179	4.025
3/12/2022	06:05	-6.2745	135.2296	179	3.985
3/12/2022	06:11	-6.2818	135.2297	176	4.025
3/12/2022	06:17	-6.2891	135.2302	177	4.04
3/12/2022	06:23	-6.2964	135.2306	176	3.995
3/12/2022	06:29	-6.3035	135.2311	177	4.035
3/12/2022	06:35	-6.3107	135.2315	173	3.935
3/12/2022	06:41	-6.3179	135.2323	169	4.01
3/12/2022	06:47	-6.3249	135.2337	170	4
3/12/2022	06:53	-6.3316	135.235	175	4
3/12/2022	06:59	-6.3392	135.2357	178	3.985
3/12/2022	07:05	-6.3462	135.2361	179	3.985
3/12/2022	07:11	-6.3534	135.236	177	3.99
3/12/2022	07:17	-6.3606	135.2363	177	3.99
3/12/2022	07:23	-6.3677	135.2368	177	4.035
3/12/2022	07:29	-6.3752	135.2371	176	4.04
3/12/2022	07:35	-6.3823	135.2376	177	3.99
3/12/2022	07:41	-6.3894	135.2379	176	3.995
3/12/2022	07:47	-6.3967	135.2385	178	4.035
3/12/2022	07:53	-6.4039	135.2387	179	3.935
3/12/2022	07:59	-6.411	135.239	179	3.985
3/12/2022	08:05	-6.4181	135.2391	177	4.005
3/12/2022	08:11	-6.4253	135.2394	177	3.99
3/12/2022	08:17	-6.4324	135.2397	177	3.99
3/12/2022	08:23	-6.4396	135.2402	178	4.01
3/12/2022	08:29	-6.4467	135.2403	161	4.005
3/12/2022	08:35	-6.4536	135.2427	160	4.025
3/12/2022	08:41	-6.4605	135.2451	157	4
3/12/2022	08:47	-6.467	135.248	151	3.99
3/12/2022	08:53	-6.4733	135.2515	149	3.955
3/12/2022	08:59	-6.4794	135.2552	147	3.99

Lanjutan Tabel B. 2 Data Jalur Referensi Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/12/2022	09:05	-6.4854	135.2591	145	4.02
3/12/2022	09:11	-6.4914	135.2632	144	4.04
3/12/2022	09:17	-6.4973	135.2676	140	3.985
3/12/2022	09:23	-6.5029	135.2721	130	3.97
3/12/2022	09:29	-6.5074	135.2776	127	4.02
3/12/2022	09:35	-6.5118	135.2834	126	4.02
3/12/2022	09:41	-6.516	135.2893	118	3.935
3/12/2022	09:47	-6.5192	135.2957	118	4.03
3/12/2022	09:53	-6.5228	135.302	110	4.035
3/12/2022	09:59	-6.5252	135.3089	105	4.065
3/12/2022	10:05	-6.5271	135.316	104	4.025
3/12/2022	10:11	-6.5287	135.3231	104	3.95
3/12/2022	10:17	-6.5304	135.3301	103	3.99
3/12/2022	10:23	-6.532	135.337	100	4.045
3/12/2022	10:29	-6.5332	135.3443	96	3.955
3/12/2022	10:35	-6.534	135.3515	92	3.935
3/12/2022	10:41	-6.5343	135.3587	91	3.99
3/12/2022	10:47	-6.5344	135.3658	92	4.01
3/12/2022	10:53	-6.5347	135.373	92	3.935
3/12/2022	10:59	-6.535	135.3802	92	3.935
3/12/2022	11:05	-6.5353	135.3873	92	3.96
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

Tabel B. 3 Data Jalur *Real* Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (kn)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
3/12/2022	05:47	-6.253	135.2287	178	4.025
3/12/2022	05:53	-6.2602	135.229	176	3.995
3/12/2022	05:59	-6.2674	135.2295	143	0.03
3/12/2022	06:05	-6.2674	135.2296	123	0.03
3/12/2022	06:11	-6.2674	135.2296	117	0.03
3/12/2022	06:17	-6.2674	135.2296	81	0.03
3/12/2022	06:23	-6.2674	135.2297	59	0.03
3/12/2022	06:29	-6.2674	135.2297	40	3.005
3/12/2022	06:35	-6.2633	135.2333	44	3.045
3/12/2022	06:41	-6.2594	135.2371	45	3.02
3/12/2022	06:47	-6.2556	135.241	57	3
3/12/2022	06:53	-6.2526	135.2456	84	3.03

Lanjutan Tabel B. 4 Data Jalur *Real* Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/12/2022	06:59	-6.252	135.2509	95	2.975
3/12/2022	07:05	-6.2524	135.2562	107	3.02
3/12/2022	07:11	-6.2541	135.2615	126	2.98
3/12/2022	07:17	-6.2573	135.266	159	3
3/12/2022	07:23	-6.2621	135.2679	172	3.01
3/12/2022	07:29	-6.2676	135.2686	198	3.06
3/12/2022	07:35	-6.2728	135.2669	216	3.015
3/12/2022	07:41	-6.2772	135.2634	232	3.02
3/12/2022	07:47	-6.2807	135.2594	247	3.05
3/12/2022	07:53	-6.2828	135.2544	267	3.04
3/12/2022	07:59	-6.283	135.2489	281	3.045
3/12/2022	08:05	-6.2819	135.2434	306	3.04
3/12/2022	08:11	-6.2787	135.2389	317	3.04
3/12/2022	08:17	-6.2748	135.2351	320	3.05
3/12/2022	08:23	-6.2705	135.2317	328	2.005
3/12/2022	08:29	-6.2674	135.2298	200	2.005
3/12/2022	08:35	-6.2675	135.2297	251	2.005
3/12/2022	08:41	-6.2675	135.2297	256	2.005
3/12/2022	08:47	-6.2675	135.2296	229	2.005
3/12/2022	08:53	-6.2675	135.2296	217	2.005
3/12/2022	08:59	-6.2627	135.2296	174	2.005
3/12/2022	09:05	-6.2627	135.2296	169	2.005
3/12/2022	09:11	-6.2677	135.2296	167	2.005
3/12/2022	09:17	-6.2677	135.2296	169	2.005
3/12/2022	09:23	-6.2678	135.2296	163	2.005
3/12/2022	09:29	-6.2678	135.2296	167	2.005
3/12/2022	09:35	-6.2679	135.2296	167	2.005
3/12/2022	09:41	-6.268	135.2296	175	2.005
3/12/2022	09:47	-6.268	135.2296	174	2.005
3/12/2022	09:53	-6.2681	135.2296	174	2.005
3/12/2022	09:59	-6.2681	135.2297	174	2.005
3/12/2022	10:05	-6.2682	135.2297	180	2.005
3/12/2022	10:11	-6.2682	135.2297	175	2.005
3/12/2022	10:17	-6.2683	135.2297	180	2.005
3/12/2022	10:23	-6.2683	135.2297	180	2.005
3/12/2022	10:29	-6.2684	135.2297	177	2.005
3/12/2022	10:35	-6.2684	135.2297	171	2.005
3/12/2022	10:41	-6.2685	135.2297	172	2.005
3/12/2022	10:47	-6.2686	135.2297	174	2.005
3/12/2022	10:53	-6.2686	135.2297	177	2.005
3/12/2022	10:59	-6.2687	135.2297	178	4.025
3/12/2022	11:05	-6.2759	135.23	177	3.945
3/12/2022	11:11	-6.283	135.2304	175	4.03

Lanjutan Tabel B. 5 Data Jalur *Real* Kapal Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (kn)
3/12/2022	11:17	-6.2901	135.231	176	3.975
3/12/2022	11:23	-6.2973	135.2315	175	3.92

Tabel B. 6 Data Jalur Referensi Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
3/13/2022	17:37	-6.8421	135.8812	178	4.015
3/13/2022	17:43	-6.8492	135.8815	179	3.99
3/13/2022	17:49	-6.8564	135.8816	180	4.045
3/13/2022	17:55	-6.8634	135.8816	181	3.98
3/13/2022	18:01	-6.8708	135.8815	180	3.925
3/13/2022	18:07	-6.8779	135.8815	179	3.955
3/13/2022	18:13	-6.885	135.8817	180	3.97
3/13/2022	18:19	-6.8921	135.8816	180	4.005
3/13/2022	18:25	-6.8993	135.8816	179	4.035
3/13/2022	18:31	-6.9066	135.8817	180	4.025
3/13/2022	18:37	-6.9138	135.8817	179	4.025
3/13/2022	18:43	-6.9211	135.8818	178	4.03
3/13/2022	18:49	-6.9283	135.882	173	4.02
3/13/2022	18:55	-6.9355	135.8828	172	4.06
3/13/2022	19:01	-6.9427	135.8839	173	4.055
3/13/2022	19:07	-6.95	135.8847	167	4.01
3/13/2022	19:13	-6.957	135.8863	167	3.99
3/13/2022	19:19	-6.964	135.888	166	4.015
3/13/2022	19:25	-6.9711	135.8899	164	4.01
3/13/2022	19:31	-6.9779	135.8918	166	4.01
3/13/2022	19:37	-6.9849	135.8936	162	4.03
3/13/2022	19:43	-6.9919	135.8958	160	3.995
3/13/2022	19:49	-6.9985	135.8983	161	4.02
3/13/2022	19:55	-7.0054	135.9007	162	4.03
3/13/2022	20:01	-7.0125	135.903	169	4.02
3/13/2022	20:07	-7.0196	135.9043	171	4.025
3/13/2022	20:13	-7.0266	135.9054	170	3.985
3/13/2022	20:19	-7.0336	135.9066	177	3.985
3/13/2022	20:25	-7.0408	135.9069	179	3.965
3/13/2022	20:31	-7.048	135.9071	178	3.98
3/13/2022	20:37	-7.0551	135.9074	180	3.995
3/13/2022	20:43	-7.0623	135.9073	182	4.025
3/13/2022	20:49	-7.0695	135.9071	181	4

Lanjutan Tabel B. 7 Data Jalur Referensi Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/13/2022	20:55	-7.0768	135.907	181	4.025
3/13/2022	21:01	-7.0839	135.9068	181	4.02
3/13/2022	21:07	-7.0912	135.9066	184	4.01
3/13/2022	21:13	-7.0984	135.9063	180	4.01
3/13/2022	21:19	-7.1055	135.9061	180	4
3/13/2022	21:25	-7.1128	135.9062	180	4.01
3/13/2022	21:31	-7.12	135.9062	179	3.98
3/13/2022	21:37	-7.1271	135.9063	179	4.015
3/13/2022	21:43	-7.1344	135.9064	179	4
3/13/2022	21:49	-7.1416	135.9066	180	3.995
3/13/2022	21:55	-7.1488	135.9065	180	4.025
3/13/2022	22:01	-7.156	135.9066	180	4
3/13/2022	22:07	-7.1633	135.9065	180	4
3/13/2022	22:13	-7.1704	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:19	-7.1776	135.9065	180	4
3/13/2022	22:25	-7.1848	135.9065	180	4.03
3/13/2022	22:31	-7.1919	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:37	-7.1993	135.9066	180	4.025
3/13/2022	22:43	-7.2064	135.9066	185	3.995
3/13/2022	22:49	-7.2134	135.906	186	3.995
3/13/2022	22:55	-7.2208	135.9051	187	3.995
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel B. 4 Data Jalur *Real* Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (kn)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
3/13/2022	17:37	-6.8421	135.8812	178	4.015
3/13/2022	17:43	-6.8492	135.8815	179	3.99
3/13/2022	17:49	-6.8564	135.8816	154	0.03
3/13/2022	17:55	-6.8564	135.8817	143	0.03
3/13/2022	18:01	-6.8565	135.8817	143	0.03
3/13/2022	18:07	-6.8565	135.8817	137	0.03
3/13/2022	18:13	-6.8565	135.8818	137	0.03
3/13/2022	18:19	-6.8566	135.8818	141	3
3/13/2022	18:25	-6.8606	135.8852	139	2.975
3/13/2022	18:31	-6.8648	135.8887	130	3.01
3/13/2022	18:37	-6.8684	135.8929	124	3.005
3/13/2022	18:43	-6.8714	135.8974	96	3

Lanjutan Tabel B. 4 Data Jalur *Real* Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/13/2022	18:49	-6.872	135.9028	84	2.99
3/13/2022	18:55	-6.8714	135.9082	79	3
3/13/2022	19:01	-6.8703	135.9135	62	3.03
3/13/2022	19:07	-6.8677	135.9184	45	3.025
3/13/2022	19:13	-6.864	135.9223	25	2.975
3/13/2022	19:19	-6.8591	135.9246	344	2.995
3/13/2022	19:25	-6.854	135.923	337	3.005
3/13/2022	19:31	-6.849	135.921	320	3.025
3/13/2022	19:37	-6.8448	135.9174	305	3.01
3/13/2022	19:43	-6.8417	135.913	282	3.015
3/13/2022	19:49	-6.8406	135.9076	260	3
3/13/2022	19:55	-6.8415	135.9022	226	3.005
3/13/2022	20:01	-6.8453	135.8983	233	3.01
3/13/2022	20:07	-6.8486	135.894	233	3.02
3/13/2022	20:13	-6.8519	135.8896	235	2.925
3/13/2022	20:19	-6.8549	135.8853	234	2.125
3/13/2022	20:25	-6.8566	135.8818	211	2.125
3/13/2022	20:31	-6.8566	135.8818	215	2.125
3/13/2022	20:37	-6.8567	135.8818	221	2.125
3/13/2022	20:43	-6.8567	135.8817	225	2.125
3/13/2022	20:49	-6.8568	135.8817	200	2.125
3/13/2022	20:55	-6.8568	135.8817	189	2.125
3/13/2022	21:01	-6.8569	135.8817	174	2.125
3/13/2022	21:07	-6.8569	135.8817	177	2.125
3/13/2022	21:13	-6.857	135.8817	175	2.125
3/13/2022	21:19	-6.857	135.8817	174	2.125
3/13/2022	21:25	-6.8571	135.8817	180	2.125
3/13/2022	21:31	-6.8571	135.8817	177	2.125
3/13/2022	21:37	-6.8572	135.8817	179	2.125
3/13/2022	21:43	-6.8572	135.8817	180	2.125
3/13/2022	21:49	-6.8573	135.8817	177	2.125
3/13/2022	21:55	-6.8574	135.8817	179	2.125
3/13/2022	22:01	-6.8574	135.8817	180	2.125
3/13/2022	22:07	-6.8575	135.8817	180	2.125
3/13/2022	22:13	-6.8575	135.8817	180	2.125
3/13/2022	22:19	-6.8576	135.8817	180	2.125
3/13/2022	22:25	-6.8576	135.8817	177	2.125
3/13/2022	22:31	-6.8577	135.8817	177	2.125
3/13/2022	22:37	-6.8577	135.8817	175	2.125
3/13/2022	22:43	-6.8578	135.8817	180	2.125
3/13/2022	22:49	-6.8578	135.8817	181	4.005
3/13/2022	22:55	-6.8651	135.8815	181	3.955
3/13/2022	23:01	-6.8721	135.8814	180	3.925

Lanjutan Tabel B. 4 Data Jalur *Real* Kapal Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/13/2022	23:07	-6.8793	135.8814	180	4.02
3/13/2022	23:13	-6.8865	135.8814	178	4.075

Tabel B. 5 Data Jalur Referensi Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref</i> (°)	<i>Long Ref</i> (°)	<i>Heading Ref</i> (°)	<i>Speed Ref</i> (kn)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
2/14/2022	04:39	-7.106	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:45	-7.114	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:51	-7.1221	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:57	-7.1302	134.7833	180	4.5
2/14/2022	05:03	-7.1382	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:09	-7.1464	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:15	-7.1545	134.7832	180	4.505
2/14/2022	05:21	-7.1626	134.7831	183	4.5
2/14/2022	05:27	-7.1707	134.7828	184	4.51
2/14/2022	05:33	-7.1787	134.7822	185	4.51
2/14/2022	05:39	-7.1868	134.7814	187	4.5
2/14/2022	05:45	-7.1948	134.7803	188	4.5
2/14/2022	05:51	-7.2029	134.7792	188	4.505
2/14/2022	05:57	-7.2109	134.7781	188	4.5
2/14/2022	06:03	-7.2189	134.7769	189	4.505
2/14/2022	06:09	-7.2269	134.7757	193	4.5
2/14/2022	06:15	-7.2348	134.7739	195	4.5
2/14/2022	06:21	-7.2426	134.7717	196	4.5
2/14/2022	06:27	-7.2504	134.7694	198	4.505
2/14/2022	06:33	-7.2581	134.7669	203	4.505
2/14/2022	06:39	-7.2656	134.7638	204	4.5
2/14/2022	06:45	-7.273	134.7605	217	4.505
2/14/2022	06:51	-7.2795	134.7556	222	4.51
2/14/2022	06:57	-7.2856	134.7502	240	4.5
2/14/2022	07:03	-7.2896	134.7431	257	4.5
2/14/2022	07:09	-7.2914	134.7352	260	4.505
2/14/2022	07:15	-7.2927	134.7271	266	4.495
2/14/2022	07:21	-7.2933	134.719	267	4.5
2/14/2022	07:27	-7.2937	134.7108	268	4.495
2/14/2022	07:33	-7.2939	134.7027	269	4.495
2/14/2022	07:39	-7.294	134.6945	270	4.495
2/14/2022	07:45	-7.294	134.6864	270	4.505
2/14/2022	07:51	-7.294	134.6782	270	4.495

Lanjutan Tabel B. 5 Data Jalur Referensi Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref (°)</i>	<i>Long Ref (°)</i>	<i>Heading Ref (°)</i>	<i>Speed Ref (kn)</i>
2/14/2022	07:57	-7.294	134.67	270	4.495
2/14/2022	08:03	-7.294	134.6619	270	4.505
2/14/2022	08:09	-7.294	134.6537	270	4.505
2/14/2022	08:15	-7.294	134.6456	270	4.505
2/14/2022	08:21	-7.294	134.6374	240	4.495
2/14/2022	08:27	-7.294	134.6292	270	4.505
2/14/2022	08:33	-7.294	134.6211	270	4.495
2/14/2022	08:39	-7.294	134.6129	270	4.5
2/14/2022	08:45	-7.294	134.6048	270	4.505
2/14/2022	08:51	-7.294	134.5966	270	4.495
2/14/2022	08:57	-7.294	134.5884	270	4.505
2/14/2022	09:03	-7.294	134.5803	270	4.495
2/14/2022	09:09	-7.294	134.5721	270	4.495
2/14/2022	09:15	-7.294	134.564	270	4.5
2/14/2022	09:21	-7.294	134.5557	270	4.505
2/14/2022	09:27	-7.294	134.5476	270	4.495
2/14/2022	09:33	-7.294	134.5395	270	4.505
2/14/2022	09:39	-7.2941	134.5313	270	4.495
2/14/2022	09:45	-7.294	134.5232	270	4.505
2/14/2022	09:51	-7.294	134.515	270	4.505
2/14/2022	09:57	-7.294	134.5068	270	4.5
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

Tabel B. 6 Data Jalur *Real* Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat (°)</i>	<i>Long (°)</i>	<i>Heading (°)</i>	<i>Speed (kn)</i>
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
2/14/2022	04:39	-7.106	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:45	-7.114	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:51	-7.1221	134.7833	161	0.03
2/14/2022	04:57	-7.1222	134.7833	118	0.03
2/14/2022	05:03	-7.1222	134.7834	83	0.03
2/14/2022	05:09	-7.1222	134.7835	61	0.03
2/14/2022	05:15	-7.1222	134.7835	51	0.03
2/14/2022	05:21	-7.1221	134.7836	46	2.255
2/14/2022	05:27	-7.1193	134.7865	46	2.25
2/14/2022	05:33	-7.1165	134.7894	133	2.255
2/14/2022	05:39	-7.1192	134.7924	133	2.255
2/14/2022	05:45	-7.122	134.7954	46	2.25

Lanjutan Tabel B. 6 Data Jalur *Real* Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU Fishing

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
2/14/2022	05:51	-7.1192	134.7983	46	2.25
2/14/2022	05:57	-7.1164	134.8013	133	2.255
2/14/2022	06:03	-7.1192	134.8043	133	2.25
2/14/2022	06:09	-7.1219	134.8072	160	2.25
2/14/2022	06:15	-7.1257	134.8086	160	2.25
2/14/2022	06:21	-7.1295	134.81	200	2.25
2/14/2022	06:27	-7.1333	134.8086	200	2.25
2/14/2022	06:33	-7.1372	134.8072	226	2.25
2/14/2022	06:39	-7.1399	134.8043	226	2.25
2/14/2022	06:45	-7.1427	134.8014	313	2.25
2/14/2022	06:51	-7.14	134.7984	313	2.25
2/14/2022	06:57	-7.1372	134.7954	226	2.25
2/14/2022	07:03	-7.14	134.7925	226	2.25
2/14/2022	07:09	-7.1428	134.7895	313	2.25
2/14/2022	07:15	-7.1404	134.7865	313	2.25
2/14/2022	07:21	-7.1373	134.7836	320	2.25
2/14/2022	07:27	-7.1372	134.7835	304	2.25
2/14/2022	07:33	-7.1372	134.7835	251	2.25
2/14/2022	07:39	-7.1372	134.7834	239	2.25
2/14/2022	07:45	-7.1373	134.7834	207	2.25
2/14/2022	07:51	-7.1373	134.7833	202	2.25
2/14/2022	07:57	-7.1374	134.7833	197	2.25
2/14/2022	08:03	-7.1374	134.7833	186	2.25
2/14/2022	08:09	-7.1375	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:15	-7.1375	134.7833	182	2.25
2/14/2022	08:21	-7.1376	134.7833	181	2.25
2/14/2022	08:27	-7.1376	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:33	-7.1377	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:39	-7.1377	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:45	-7.1378	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:51	-7.1378	134.7833	180	2.25
2/14/2022	08:57	-7.1379	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:03	-7.138	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:09	-7.138	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:15	-7.1381	134.7833	178	2.25
2/14/2022	09:21	-7.1381	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:27	-7.1382	134.7833	179	2.25
2/14/2022	09:33	-7.1382	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:39	-7.1383	134.7833	183	2.25
2/14/2022	09:45	-7.1383	134.7833	180	2.25
2/14/2022	09:51	-7.1384	134.7833	180	4.51
2/14/2022	09:57	-7.1465	134.7833	180	4.51

Lanjutan Tabel B. 6 Data Jalur *Real* Kapal Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
2/14/2022	10:03	-7.1546	134.7833	180	4.505
2/14/2022	10:09	-7.1627	134.7834	180	4.5
2/14/2022	10:15	-7.1708	134.7833	180	4.5

Tabel B. 7 Data Jalur Referensi Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref</i> (°)	<i>Long Ref</i> (°)	<i>Heading Ref</i> (°)	<i>Speed Ref</i> (kn)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
3/12/2022	05:47	-6.253	135.2287	178	4.025
3/12/2022	05:53	-6.2602	135.229	176	3.995
3/12/2022	05:59	-6.2674	135.2295	179	4.025
3/12/2022	06:05	-6.2745	135.2296	179	3.985
3/12/2022	06:11	-6.2818	135.2297	176	4.025
3/12/2022	06:17	-6.2891	135.2302	177	4.04
3/12/2022	06:23	-6.2964	135.2306	176	3.995
3/12/2022	06:29	-6.3035	135.2311	177	4.035
3/12/2022	06:35	-6.3107	135.2315	173	3.935
3/12/2022	06:41	-6.3179	135.2323	169	4.01
3/12/2022	06:47	-6.3249	135.2337	170	4
3/12/2022	06:53	-6.3316	135.235	175	4
3/12/2022	06:59	-6.3392	135.2357	178	3.985
3/12/2022	07:05	-6.3462	135.2361	179	3.985
3/12/2022	07:11	-6.3534	135.236	177	3.99
3/12/2022	07:17	-6.3606	135.2363	177	3.99
3/12/2022	07:23	-6.3677	135.2368	177	4.035
3/12/2022	07:29	-6.3752	135.2371	176	4.04
3/12/2022	07:35	-6.3823	135.2376	177	3.99
3/12/2022	07:41	-6.3894	135.2379	176	3.995
3/12/2022	07:47	-6.3967	135.2385	178	4.035
3/12/2022	07:53	-6.4039	135.2387	179	3.935
3/12/2022	07:59	-6.411	135.239	179	3.985
3/12/2022	08:05	-6.4181	135.2391	177	4.005
3/12/2022	08:11	-6.4253	135.2394	177	3.99
3/12/2022	08:17	-6.4324	135.2397	177	3.99
3/12/2022	08:23	-6.4396	135.2402	178	4.01
3/12/2022	08:29	-6.4467	135.2403	161	4.005
3/12/2022	08:35	-6.4536	135.2427	160	4.025
3/12/2022	08:41	-6.4605	135.2451	157	4
3/12/2022	08:47	-6.467	135.248	151	3.99
3/12/2022	08:53	-6.4733	135.2515	149	3.955
3/12/2022	08:59	-6.4794	135.2552	147	3.99

Lanjutan Tabel B. 7 Data Jalur Referensi Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/12/2022	09:05	-6.4854	135.2591	145	4.02
3/12/2022	09:11	-6.4914	135.2632	144	4.04
3/12/2022	09:17	-6.4973	135.2676	140	3.985
3/12/2022	09:23	-6.5029	135.2721	130	3.97
3/12/2022	09:29	-6.5074	135.2776	127	4.02
3/12/2022	09:35	-6.5118	135.2834	126	4.02
3/12/2022	09:41	-6.516	135.2893	118	3.935
3/12/2022	09:47	-6.5192	135.2957	118	4.03
3/12/2022	09:53	-6.5228	135.302	110	4.035
3/12/2022	09:59	-6.5252	135.3089	105	4.065
3/12/2022	10:05	-6.5271	135.316	104	4.025
3/12/2022	10:11	-6.5287	135.3231	104	3.95
3/12/2022	10:17	-6.5304	135.3301	103	3.99
3/12/2022	10:23	-6.532	135.337	100	4.045
3/12/2022	10:29	-6.5332	135.3443	96	3.955
3/12/2022	10:35	-6.534	135.3515	92	3.935
3/12/2022	10:41	-6.5343	135.3587	91	3.99
3/12/2022	10:47	-6.5344	135.3658	92	4.01
3/12/2022	10:53	-6.5347	135.373	92	3.935
3/12/2022	10:59	-6.535	135.3802	92	3.935
3/12/2022	11:05	-6.5353	135.3873	92	3.96
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

Tabel B. 8 Data Jalur *Real* Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (kn)
3/12/2022	05:29	-6.2316	135.228	178	4.005
3/12/2022	05:35	-6.2388	135.2282	179	3.92
3/12/2022	05:41	-6.2458	135.2283	177	3.96
3/12/2022	05:47	-6.253	135.2287	178	4.025
3/12/2022	05:53	-6.2602	135.229	176	3.995
3/12/2022	05:59	-6.2674	135.2295	179	4.025
3/12/2022	06:05	-6.2745	135.2296	179	3.985
3/12/2022	06:11	-6.2818	135.2297	176	4.025
3/12/2022	06:17	-6.2891	135.2302	177	4.04
3/12/2022	06:23	-6.2964	135.2306	176	3.995
3/12/2022	06:29	-6.3035	135.2311	168	2
3/12/2022	06:35	-6.3035	135.2311	126	3.75
3/12/2022	06:41	-6.3075	135.2366	148	3.75
3/12/2022	06:47	-6.3132	135.2403	148	3.75
3/12/2022	06:53	-6.3189	135.2438	148	3.75

Lanjutan Tabel B. 8 Data Jalur *Real* Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/12/2022	06:59	-6.3246	135.2474	170	3.75
3/12/2022	07:05	-6.3312	135.2486	171	4
3/12/2022	07:11	-6.3384	135.2497	179	4
3/12/2022	07:17	-6.3456	135.2499	183	4
3/12/2022	07:23	-6.3527	135.2496	185	4
3/12/2022	07:29	-6.3599	135.249	187	4
3/12/2022	07:35	-6.367	135.2481	191	4
3/12/2022	07:41	-6.3741	135.2467	197	4
3/12/2022	07:47	-6.381	135.2446	195	4
3/12/2022	07:53	-6.3879	135.2426	197	4.25
3/12/2022	07:59	-6.3952	135.2404	194	4.25
3/12/2022	08:05	-6.4026	135.2384	179	4.25
3/12/2022	08:11	-6.4103	135.2386	177	4.5
3/12/2022	08:17	-6.4184	135.239	178	4.5
3/12/2022	08:23	-6.4264	135.2394	178	11.11
3/12/2022	08:29	-6.4467	135.2403	161	2.5
3/12/2022	08:35	-6.4536	135.2427	160	4.025
3/12/2022	08:41	-6.4605	135.2451	157	3.99
3/12/2022	08:47	-6.467	135.248	151	3.99
3/12/2022	08:53	-6.4733	135.2515	149	3.955
3/12/2022	08:59	-6.4794	135.2552	147	3.99
3/12/2022	09:05	-6.4854	135.2591	145	4.02
3/12/2022	09:11	-6.4914	135.2632	144	4.04
3/12/2022	09:17	-6.4973	135.2676	140	3.985
3/12/2022	09:23	-6.5029	135.2721	130	3.97
3/12/2022	09:29	-6.5074	135.2776	127	4.02
3/12/2022	09:35	-6.5118	135.2834	126	4.02
3/12/2022	09:41	-6.516	135.2893	118	3.935
3/12/2022	09:47	-6.5192	135.2957	118	4.03
3/12/2022	09:53	-6.5228	135.302	110	4.035
3/12/2022	09:59	-6.5252	135.3089	105	4.065
3/12/2022	10:05	-6.5271	135.316	104	4.025
3/12/2022	10:11	-6.5287	135.3231	104	3.95
3/12/2022	10:17	-6.5304	135.3301	103	3.99
3/12/2022	10:23	-6.532	135.337	100	4.045
3/12/2022	10:29	-6.5332	135.3443	96	3.955
3/12/2022	10:35	-6.534	135.3515	92	3.935
3/12/2022	10:41	-6.5343	135.3587	91	3.99
3/12/2022	10:47	-6.5344	135.3658	92	4.01
3/12/2022	10:53	-6.5347	135.373	92	3.935
3/12/2022	10:59	-6.535	135.3802	92	3.935
3/12/2022	11:05	-6.5353	135.3873	92	3.96
3/12/2022	11:11	-6.5355	135.3945	93	4.01

Lanjutan Tabel B. 8 Data Jalur *Real* Kapal Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/12/2022	11:17	-6.5359	135.4017	93	3.965
3/12/2022	11:23	-6.5362	135.4089	92	3.935

Tabel B. 9 Data Jalur Referensi Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref</i> (°)	<i>Long Ref</i> (°)	<i>Heading Ref</i> (°)	<i>Speed Ref</i> (kn)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
3/13/2022	17:37	-6.8421	135.8812	178	4.015
3/13/2022	17:43	-6.8492	135.8815	179	3.99
3/13/2022	17:49	-6.8564	135.8816	180	4.045
3/13/2022	17:55	-6.8634	135.8816	181	3.98
3/13/2022	18:01	-6.8708	135.8815	180	3.925
3/13/2022	18:07	-6.8779	135.8815	179	3.955
3/13/2022	18:13	-6.885	135.8817	180	3.97
3/13/2022	18:19	-6.8921	135.8816	180	4.005
3/13/2022	18:25	-6.8993	135.8816	179	4.035
3/13/2022	18:31	-6.9066	135.8817	180	4.025
3/13/2022	18:37	-6.9138	135.8817	179	4.025
3/13/2022	18:43	-6.9211	135.8818	178	4.03
3/13/2022	18:49	-6.9283	135.882	173	4.02
3/13/2022	18:55	-6.9355	135.8828	172	4.06
3/13/2022	19:01	-6.9427	135.8839	173	4.055
3/13/2022	19:07	-6.95	135.8847	167	4.01
3/13/2022	19:13	-6.957	135.8863	167	3.99
3/13/2022	19:19	-6.964	135.888	166	4.015
3/13/2022	19:25	-6.9711	135.8899	164	4.01
3/13/2022	19:31	-6.9779	135.8918	166	4.01
3/13/2022	19:37	-6.9849	135.8936	162	4.03
3/13/2022	19:43	-6.9919	135.8958	160	3.995
3/13/2022	19:49	-6.9985	135.8983	161	4.02
3/13/2022	19:55	-7.0054	135.9007	162	4.03
3/13/2022	20:01	-7.0125	135.903	169	4.02
3/13/2022	20:07	-7.0196	135.9043	171	4.025
3/13/2022	20:13	-7.0266	135.9054	170	3.985
3/13/2022	20:19	-7.0336	135.9066	177	3.985
3/13/2022	20:25	-7.0408	135.9069	179	3.965
3/13/2022	20:31	-7.048	135.9071	178	3.98
3/13/2022	20:37	-7.0551	135.9074	180	3.995
3/13/2022	20:43	-7.0623	135.9073	182	4.025
3/13/2022	20:49	-7.0695	135.9071	181	4
3/13/2022	20:55	-7.0768	135.907	181	4.025

Lanjutan Tabel B. 9 Data Jalur Referensi Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
3/13/2022	21:01	-7.0839	135.9068	181	4.02
3/13/2022	21:07	-7.0912	135.9066	184	4.01
3/13/2022	21:13	-7.0984	135.9063	180	4.01
3/13/2022	21:19	-7.1055	135.9061	180	4
3/13/2022	21:25	-7.1128	135.9062	180	4.01
3/13/2022	21:31	-7.12	135.9062	179	3.98
3/13/2022	21:37	-7.1271	135.9063	179	4.015
3/13/2022	21:43	-7.1344	135.9064	179	4
3/13/2022	21:49	-7.1416	135.9066	180	3.995
3/13/2022	21:55	-7.1488	135.9065	180	4.025
3/13/2022	22:01	-7.156	135.9066	180	4
3/13/2022	22:07	-7.1633	135.9065	180	4
3/13/2022	22:13	-7.1704	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:19	-7.1776	135.9065	180	4
3/13/2022	22:25	-7.1848	135.9065	180	4.03
3/13/2022	22:31	-7.1919	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:37	-7.1993	135.9066	180	4.025
3/13/2022	22:43	-7.2064	135.9066	185	3.995
3/13/2022	22:49	-7.2134	135.906	186	3.995
3/13/2022	22:55	-7.2208	135.9051	187	3.995
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel B. 10 Data Jalur *Real* Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat (°)	Long (°)	Heading (°)	Speed (kn)
3/13/2022	17:19	-6.8203	135.881	180	4.065
3/13/2022	17:25	-6.8277	135.881	179	3.965
3/13/2022	17:31	-6.8348	135.8811	179	4.005
3/13/2022	17:37	-6.8421	135.8812	178	4.015
3/13/2022	17:43	-6.8492	135.8815	179	3.99
3/13/2022	17:49	-6.8564	135.8816	180	4.045
3/13/2022	17:55	-6.8634	135.8816	181	3.98
3/13/2022	18:01	-6.8708	135.8815	180	3.925
3/13/2022	18:07	-6.8779	135.8815	179	3.955
3/13/2022	18:13	-6.885	135.8817	180	3.97
3/13/2022	18:19	-6.8921	135.8816	180	4.005
3/13/2022	18:25	-6.8993	135.8816	179	4.035
3/13/2022	18:31	-6.9066	135.8817	180	4.025
3/13/2022	18:37	-6.9138	135.8817	179	4.025
3/13/2022	18:43	-6.9211	135.8818	178	4.03
3/13/2022	18:49	-6.9283	135.882	173	4.02

Lanjutan Tabel B. 10 Data Jalur *Real* Kapal Pola 5 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
3/13/2022	18:55	-6.9355	135.8828	186	2
3/13/2022	19:01	-6.9435	135.882	184	4.44
3/13/2022	19:07	-6.9514	135.8815	164	4.44
3/13/2022	19:13	-6.9591	135.8837	164	4.44
3/13/2022	19:19	-6.9668	135.886	164	4.44
3/13/2022	19:25	-6.9745	135.8882	157	4.44
3/13/2022	19:31	-6.9818	135.8913	157	4.44
3/13/2022	19:37	-6.9892	135.8945	159	4.44
3/13/2022	19:43	-6.9966	135.8974	164	4.44
3/13/2022	19:49	-7.0043	135.8996	161	4.44
3/13/2022	19:55	-7.0119	135.9021	127	0.565
3/13/2022	20:01	-7.0125	135.903	169	0.4
3/13/2022	20:07	-7.0196	135.9043	171	4.025
3/13/2022	20:13	-7.0266	135.9054	170	3.985
3/13/2022	20:19	-7.0336	135.9066	177	3.985
3/13/2022	20:25	-7.0408	135.9069	179	3.965
3/13/2022	20:31	-7.048	135.9071	178	3.98
3/13/2022	20:37	-7.0551	135.9074	180	3.995
3/13/2022	20:43	-7.0623	135.9073	182	4.025
3/13/2022	20:49	-7.0695	135.9071	181	4
3/13/2022	20:55	-7.0768	135.907	181	4.025
3/13/2022	21:01	-7.0839	135.9068	181	4.02
3/13/2022	21:07	-7.0912	135.9066	184	4.01
3/13/2022	21:13	-7.0984	135.9063	180	4.01
3/13/2022	21:19	-7.1055	135.9061	180	4
3/13/2022	21:25	-7.1128	135.9062	180	4.01
3/13/2022	21:31	-7.12	135.9062	179	3.98
3/13/2022	21:37	-7.1271	135.9063	179	4.015
3/13/2022	21:43	-7.1344	135.9064	179	4
3/13/2022	21:49	-7.1416	135.9066	180	3.995
3/13/2022	21:55	-7.1488	135.9065	180	4.025
3/13/2022	22:01	-7.156	135.9066	180	4
3/13/2022	22:07	-7.1633	135.9065	180	4
3/13/2022	22:13	-7.1704	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:19	-7.1776	135.9065	180	4
3/13/2022	22:25	-7.1848	135.9065	180	4.03
3/13/2022	22:31	-7.1919	135.9065	180	4.01
3/13/2022	22:37	-7.1993	135.9066	180	4.025
3/13/2022	22:43	-7.2064	135.9066	185	3.995
3/13/2022	22:49	-7.2134	135.906	186	3.995
3/13/2022	22:55	-7.2208	135.9051	187	3.995
3/13/2022	23:01	-7.228	135.9044	187	3.985
3/13/2022	23:07	-7.235	135.9035	185	3.975
3/13/2022	23:13	-7.2421	135.9028	187	3.96

Tabel B. 11 Data Jalur Referensi Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref (°)	Long Ref (°)	Heading Ref (°)	Speed Ref (kn)
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
2/14/2022	04:39	-7.106	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:45	-7.114	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:51	-7.1221	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:57	-7.1302	134.7833	180	4.5
2/14/2022	05:03	-7.1382	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:09	-7.1464	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:15	-7.1545	134.7832	180	4.505
2/14/2022	05:21	-7.1626	134.7831	183	4.5
2/14/2022	05:27	-7.1707	134.7828	184	4.51
2/14/2022	05:33	-7.1787	134.7822	185	4.51
2/14/2022	05:39	-7.1868	134.7814	187	4.5
2/14/2022	05:45	-7.1948	134.7803	188	4.5
2/14/2022	05:51	-7.2029	134.7792	188	4.505
2/14/2022	05:57	-7.2109	134.7781	188	4.5
2/14/2022	06:03	-7.2189	134.7769	189	4.505
2/14/2022	06:09	-7.2269	134.7757	193	4.5
2/14/2022	06:15	-7.2348	134.7739	195	4.5
2/14/2022	06:21	-7.2426	134.7717	196	4.5
2/14/2022	06:27	-7.2504	134.7694	198	4.505
2/14/2022	06:33	-7.2581	134.7669	203	4.505
2/14/2022	06:39	-7.2656	134.7638	204	4.5
2/14/2022	06:45	-7.273	134.7605	217	4.505
2/14/2022	06:51	-7.2795	134.7556	222	4.51
2/14/2022	06:57	-7.2856	134.7502	240	4.5
2/14/2022	07:03	-7.2896	134.7431	257	4.5
2/14/2022	07:09	-7.2914	134.7352	260	4.505
2/14/2022	07:15	-7.2927	134.7271	266	4.495
2/14/2022	07:21	-7.2933	134.719	267	4.5
2/14/2022	07:27	-7.2937	134.7108	268	4.495
2/14/2022	07:33	-7.2939	134.7027	269	4.495
2/14/2022	07:39	-7.294	134.6945	270	4.495
2/14/2022	07:45	-7.294	134.6864	270	4.505
2/14/2022	07:51	-7.294	134.6782	270	4.495
2/14/2022	07:57	-7.294	134.67	270	4.495
2/14/2022	08:03	-7.294	134.6619	270	4.505
2/14/2022	08:09	-7.294	134.6537	270	4.505
2/14/2022	08:15	-7.294	134.6456	270	4.505
2/14/2022	08:21	-7.294	134.6374	240	4.495
2/14/2022	08:27	-7.294	134.6292	270	4.505
2/14/2022	08:33	-7.294	134.6211	270	4.495

Lanjutan Tabel B. 11 Data Jalur Referensi Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat Ref (°)</i>	<i>Long Ref (°)</i>	<i>Heading Ref (°)</i>	<i>Speed Ref (kn)</i>
2/14/2022	08:39	-7.294	134.6129	270	4.5
2/14/2022	08:45	-7.294	134.6048	270	4.505
2/14/2022	08:51	-7.294	134.5966	270	4.495
2/14/2022	08:57	-7.294	134.5884	270	4.505
2/14/2022	09:03	-7.294	134.5803	270	4.495
2/14/2022	09:09	-7.294	134.5721	270	4.495
2/14/2022	09:15	-7.294	134.564	270	4.5
2/14/2022	09:21	-7.294	134.5557	270	4.505
2/14/2022	09:27	-7.294	134.5476	270	4.495
2/14/2022	09:33	-7.294	134.5395	270	4.505
2/14/2022	09:39	-7.2941	134.5313	270	4.495
2/14/2022	09:45	-7.294	134.5232	270	4.505
2/14/2022	09:51	-7.294	134.515	270	4.505
2/14/2022	09:57	-7.294	134.5068	270	4.5
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

Tabel B. 12 Data Jalur *Real* Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat (°)</i>	<i>Long (°)</i>	<i>Heading (°)</i>	<i>Speed (kn)</i>
2/14/2022	04:21	-7.0816	134.7831	179	4.515
2/14/2022	04:27	-7.0897	134.7832	179	4.505
2/14/2022	04:33	-7.0978	134.7833	180	4.51
2/14/2022	04:39	-7.106	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:45	-7.114	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:51	-7.1221	134.7833	180	4.5
2/14/2022	04:57	-7.1302	134.7833	180	4.5
2/14/2022	05:03	-7.1382	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:09	-7.1464	134.7832	180	4.5
2/14/2022	05:15	-7.1545	134.7832	180	4.505
2/14/2022	05:21	-7.1626	134.7832	163	2
2/14/2022	05:27	-7.1704	134.7854	163	4.5
2/14/2022	05:33	-7.1781	134.7878	164	4.5
2/14/2022	05:39	-7.1859	134.7901	163	4.5
2/14/2022	05:45	-7.1936	134.7925	173	4.5
2/14/2022	05:51	-7.2016	134.7935	201	4.5
2/14/2022	05:57	-7.2092	134.7905	202	4.75
2/14/2022	06:03	-7.2171	134.7873	201	4.75
2/14/2022	06:09	-7.2251	134.7842	200	4.75
2/14/2022	06:15	-7.2331	134.7813	199	4.75
2/14/2022	06:21	-7.2412	134.7784	206	4.75
2/14/2022	06:27	-7.2488	134.7746	207	4.75

Lanjutan Tabel B. 12 Data Jalur *Real* Kapal Pola 6 Pergerakan Kapal IUU *Fishing*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Lat</i> (°)	<i>Long</i> (°)	<i>Heading</i> (°)	<i>Speed</i> (kn)
2/14/2022	06:33	-7.2565	134.7708	208	5
2/14/2022	06:39	-7.2644	134.7666	215	6
2/14/2022	06:45	-7.273	134.7605	217	2.5
2/14/2022	06:51	-7.2795	134.7556	222	0.4
2/14/2022	06:57	-7.2856	134.7502	240	4.5
2/14/2022	07:03	-7.2896	134.7431	257	4.5
2/14/2022	07:09	-7.2914	134.7352	260	4.505
2/14/2022	07:15	-7.2927	134.7271	266	4.495
2/14/2022	07:21	-7.2933	134.719	267	4.5
2/14/2022	07:27	-7.2937	134.7108	268	4.495
2/14/2022	07:33	-7.2939	134.7027	269	4.495
2/14/2022	07:39	-7.294	134.6945	270	4.495
2/14/2022	07:45	-7.294	134.6864	270	4.505
2/14/2022	07:51	-7.294	134.6782	270	4.495
2/14/2022	07:57	-7.294	134.67	270	4.495
2/14/2022	08:03	-7.294	134.6619	270	4.505
2/14/2022	08:09	-7.294	134.6537	270	4.505
2/14/2022	08:15	-7.294	134.6456	270	4.505
2/14/2022	08:21	-7.294	134.6374	240	4.495
2/14/2022	08:27	-7.294	134.6292	270	4.505
2/14/2022	08:33	-7.294	134.6211	270	4.495
2/14/2022	08:39	-7.294	134.6129	270	4.5
2/14/2022	08:45	-7.294	134.6048	270	4.505
2/14/2022	08:51	-7.294	134.5966	270	4.495
2/14/2022	08:57	-7.294	134.5884	270	4.505
2/14/2022	09:03	-7.294	134.5803	270	4.495
2/14/2022	09:09	-7.294	134.5721	270	4.495
2/14/2022	09:15	-7.294	134.564	270	4.5
2/14/2022	09:21	-7.294	134.5557	270	4.505
2/14/2022	09:27	-7.294	134.5476	270	4.495
2/14/2022	09:33	-7.294	134.5395	270	4.505
2/14/2022	09:39	-7.2941	134.5313	270	4.495
2/14/2022	09:45	-7.294	134.5232	270	4.505
2/14/2022	09:51	-7.294	134.515	270	4.505
2/14/2022	09:57	-7.294	134.5068	270	4.5
2/14/2022	10:03	-7.294	134.4987	270	4.505
2/14/2022	10:09	-7.2939	134.4905	270	4.505
2/14/2022	10:15	-7.294	134.4823	270	4.505

Tabel B. 13 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	118	6
3/12/2022	00:24	-6.3749	135.1078	120	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3794	135.1157	125	5
3/12/2022	00:36	-6.3845	135.1231	127	4.5
3/12/2022	00:42	-6.3894	135.1297	129	4
3/12/2022	00:48	-6.3939	135.1353	131	3.5
3/12/2022	00:54	-6.398	135.1401	136	3
3/12/2022	01:00	-6.4019	135.1438	139	2.5
3/12/2022	01:06	-6.4053	135.1468	144	2
3/12/2022	01:12	-6.4082	135.149	144	2
3/12/2022	01:18	-6.4111	135.1511	162	2
3/12/2022	01:24	-6.4145	135.1522	162	2
3/12/2022	01:30	-6.4179	135.1533	164	2
3/12/2022	01:36	-6.4214	135.1543	168	2
3/12/2022	01:42	-6.4249	135.1551	175	2
3/12/2022	01:48	-6.4285	135.1554	177	2
3/12/2022	01:54	-6.4321	135.1556	180	2
3/12/2022	02:00	-6.4357	135.1556	180	2
3/12/2022	02:06	-6.4393	135.1556	180	2
3/12/2022	02:12	-6.4429	135.1556	182	2
3/12/2022	02:18	-6.4465	135.1555	184	2
3/12/2022	02:24	-6.4501	135.1552	184	2
3/12/2022	02:30	-6.4537	135.1549	186	2
3/12/2022	02:36	-6.4572	135.1545	186	2
3/12/2022	02:42	-6.4608	135.1542	188	2
3/12/2022	02:48	-6.4644	135.1537	190	2
3/12/2022	02:54	-6.4679	135.1531	222	2
3/12/2022	03:00	-6.4706	135.1506	227	2
3/12/2022	03:06	-6.473	135.148	245	2
3/12/2022	03:12	-6.4745	135.1447	260	2
3/12/2022	03:18	-6.4751	135.1412	262	2
3/12/2022	03:24	-6.4756	135.1376	265	2
3/12/2022	03:30	-6.476	135.134	266	2
3/12/2022	03:36	-6.4762	135.1303	266	2
3/12/2022	03:42	-6.4764	135.1267	266	2
3/12/2022	03:48	-6.4767	135.1231	266	2
3/12/2022	03:54	-6.4769	135.1195	266	2
3/12/2022	04:00	-6.4771	135.1159	266	2
3/12/2022	04:06	-6.4774	135.1123	266	2
3/12/2022	04:12	-6.4777	135.1087	267	2
3/12/2022	04:18	-6.4779	135.1051	267	2
3/12/2022	04:24	-6.4781	135.1014	267	2

Lanjutan Tabel B. 13 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/12/2022	04:30	-6.4782	135.0978	267	2
3/12/2022	04:36	-6.4785	135.0942	250	2
3/12/2022	04:42	-6.4797	135.0908	240	2
3/12/2022	04:48	-6.4815	135.0877	230	2
3/12/2022	04:54	-6.4838	135.0849	220	2
3/12/2022	05:00	-6.4866	135.0826	210	2
3/12/2022	05:06	-6.4897	135.0807	200	2
3/12/2022	05:12	-6.4931	135.0795	200	2
3/12/2022	05:18	-6.4964	135.0783	190	2
3/12/2022	05:24	-6.5	135.0776	190	2
3/12/2022	05:30	-6.5035	135.077	190	2
3/12/2022	05:36	-6.5071	135.0764	190	2
3/12/2022	05:42	-6.5106	135.0758	190	2
3/12/2022	05:48	-6.5142	135.0751	190	2
3/12/2022	05:54	-6.5177	135.0745	190	2
3/12/2022	06:00	-6.5213	135.0739	190	2
3/12/2022	06:06	-6.5248	135.0732	190	2
3/12/2022	06:12	-6.5283	135.0726	190	2

Tabel B. 14 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.3439	135.1627	187	6
3/12/2022	00:24	-6.3535	135.1614	188	6
3/12/2022	00:30	-6.363	135.1601	187	5.5
3/12/2022	00:36	-6.3721	135.1589	187	5
3/12/2022	00:42	-6.381	135.1578	187	5
3/12/2022	00:48	-6.3899	135.1566	187	4.5
3/12/2022	00:54	-6.398	135.1555	187	3.5
3/12/2022	01:00	-6.4042	135.1547	188	2.5
3/12/2022	01:06	-6.4086	135.1541	148	2
3/12/2022	01:12	-6.4116	135.156	144	2
3/12/2022	01:18	-6.4145	135.1581	140	2
3/12/2022	01:24	-6.4173	135.1604	138	2
3/12/2022	01:30	-6.42	135.1628	138	2
3/12/2022	01:36	-6.4226	135.1653	138	2
3/12/2022	01:42	-6.4253	135.1677	138	2
3/12/2022	01:48	-6.428	135.1701	138	2
3/12/2022	01:54	-6.4306	135.1726	150	2
3/12/2022	02:00	-6.4337	135.1744	154	2
3/12/2022	02:06	-6.437	135.176	158	2
3/12/2022	02:12	-6.4403	135.1774	162	2

Tabel B. 14 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/12/2022	02:18	-6.4437	135.1785	162	2
3/12/2022	02:24	-6.4471	135.1796	164	2
3/12/2022	02:30	-6.4506	135.1806	166	2
3/12/2022	02:36	-6.4541	135.1815	166	2.005
3/12/2022	02:42	-6.4576	135.1824	167	2
3/12/2022	02:48	-6.4611	135.1832	166	2
3/12/2022	02:54	-6.4646	135.1841	166	2
3/12/2022	03:00	-6.4681	135.185	168	2
3/12/2022	03:06	-6.4716	135.1857	168	2
3/12/2022	03:12	-6.4751	135.1865	167	2
3/12/2022	03:18	-6.4786	135.1873	168	2
3/12/2022	03:24	-6.4821	135.188	170	2
3/12/2022	03:30	-6.4857	135.1886	173	2
3/12/2022	03:36	-6.4892	135.189	174	2
3/12/2022	03:42	-6.4928	135.1894	175	2
3/12/2022	03:48	-6.4964	135.1898	176	2
3/12/2022	03:54	-6.5	135.19	178	2
3/12/2022	04:00	-6.5036	135.1902	178	2
3/12/2022	04:06	-6.5072	135.1903	179	2
3/12/2022	04:12	-6.5108	135.1903	179	2
3/12/2022	04:18	-6.5144	135.1904	179	2
3/12/2022	04:24	-6.518	135.1905	179	2
3/12/2022	04:30	-6.5216	135.1905	179	2.005
3/12/2022	04:36	-6.5252	135.1906	179	2.005
3/12/2022	04:42	-6.5288	135.1906	178	2
3/12/2022	04:48	-6.5324	135.1908	178	2
3/12/2022	04:54	-6.536	135.1909	178	2
3/12/2022	05:00	-6.5396	135.191	178	2
3/12/2022	05:06	-6.5432	135.1911	179	2.005
3/12/2022	05:12	-6.5468	135.1912	179	2.005
3/12/2022	05:18	-6.5504	135.1913	179	2.005
3/12/2022	05:24	-6.5539	135.1913	179	2
3/12/2022	05:30	-6.5576	135.1914	179	2
3/12/2022	05:36	-6.5612	135.1914	179	2
3/12/2022	05:42	-6.5647	135.1915	179	2
3/12/2022	05:48	-6.5684	135.1915	179	2
3/12/2022	05:54	-6.572	135.1916	179	2
3/12/2022	06:00	-6.5756	135.1916	179	2
3/12/2022	06:06	-6.5791	135.1917	179	2
3/12/2022	06:12	-6.5828	135.1917	179	2

Tabel B. 15 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	118	6
3/12/2022	00:24	-6.3749	135.1078	120	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3794	135.1157	125	5
3/12/2022	00:36	-6.3845	135.1231	127	4.5
3/12/2022	00:42	-6.3894	135.1297	129	4
3/12/2022	00:48	-6.3939	135.1353	131	3.5
3/12/2022	00:54	-6.398	135.1401	136	3
3/12/2022	01:00	-6.4019	135.1438	139	2.5
3/12/2022	01:06	-6.4053	135.1468	144	2
3/12/2022	01:12	-6.4082	135.1489	148	1.5
3/12/2022	01:18	-6.4105	135.1504	152	1
3/12/2022	01:24	-6.4121	135.1512	153	0.5
3/12/2022	01:30	-6.4129	135.1516	155	0.45
3/12/2022	01:36	-6.4137	135.152	157	0.4
3/12/2022	01:42	-6.4143	135.1523	160	0.35
3/12/2022	01:48	-6.4149	135.1525	160	0.3
3/12/2022	01:54	-6.4154	135.1527	162	0.25
3/12/2022	02:00	-6.4159	135.1528	164	0.2
3/12/2022	02:06	-6.4162	135.1529	165	0.15
3/12/2022	02:12	-6.4165	135.153	165	0.1
3/12/2022	02:18	-6.4166	135.153	165	0.05
3/12/2022	02:24	-6.4167	135.153	167	0.03
3/12/2022	02:30	-6.4168	135.1531	166	0.03
3/12/2022	02:36	-6.4168	135.1531	166	0.03
3/12/2022	02:42	-6.4169	135.1531	166	0.03
3/12/2022	02:48	-6.417	135.1531	166	0.03
3/12/2022	02:54	-6.417	135.1531	166	0.03
3/12/2022	03:00	-6.4171	135.1531	166	0.03
3/12/2022	03:06	-6.4171	135.1531	165	0.03
3/12/2022	03:12	-6.4172	135.1532	165	0.03
3/12/2022	03:18	-6.4172	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:24	-6.4173	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:30	-6.4173	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:36	-6.4174	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:42	-6.4174	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:48	-6.4175	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:54	-6.4175	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:00	-6.4176	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:06	-6.4176	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:12	-6.4177	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:18	-6.4178	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:24	-6.4178	135.1533	175	0.05
3/12/2022	04:30	-6.4179	135.1533	177	0.1

Lanjutan Tabel B. 15 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/12/2022	04:36	-6.4181	135.1533	179	0.15
3/12/2022	04:42	-6.4184	135.1533	180	0.2
3/12/2022	04:48	-6.4187	135.1533	190	0.25
3/12/2022	04:54	-6.4192	135.1533	198	0.3
3/12/2022	05:00	-6.4197	135.1531	208	0.35
3/12/2022	05:06	-6.4202	135.1528	214	0.4
3/12/2022	05:12	-6.4208	135.1524	218	0.45
3/12/2022	05:18	-6.4215	135.1519	219	0.5
3/12/2022	05:24	-6.4222	135.1513	220	1
3/12/2022	05:30	-6.4235	135.1501	223	1.5
3/12/2022	05:36	-6.4255	135.1483	226	2
3/12/2022	05:42	-6.428	135.1457	229	2.5
3/12/2022	05:48	-6.4309	135.1422	230	3
3/12/2022	05:54	-6.4344	135.138	236	3.5
3/12/2022	06:00	-6.4379	135.1328	245	4

Tabel B. 16 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/12/2022	06:06	-6.441	135.1263	255	4.5
3/12/2022	06:12	-6.443	135.1184	266	5
3/12/2022	00:18	-6.3439	135.1627	187	6
3/12/2022	00:24	-6.3535	135.1614	188	6
3/12/2022	00:30	-6.363	135.1601	187	5.5
3/12/2022	00:36	-6.3721	135.1589	187	5
3/12/2022	00:42	-6.381	135.1578	187	5
3/12/2022	00:48	-6.3899	135.1566	187	4.5
3/12/2022	00:54	-6.398	135.1555	187	3.5
3/12/2022	01:00	-6.4042	135.1547	188	2.5
3/12/2022	01:06	-6.4086	135.1541	187	1
3/12/2022	01:12	-6.4104	135.1539	187	0.55
3/12/2022	01:18	-6.4114	135.1538	188	0.5
3/12/2022	01:24	-6.4123	135.1537	187	0.45
3/12/2022	01:30	-6.4131	135.1536	188	0.4
3/12/2022	01:36	-6.4138	135.1535	188	0.35
3/12/2022	01:42	-6.4144	135.1534	187	0.3
3/12/2022	01:48	-6.415	135.1533	188	0.25
3/12/2022	01:54	-6.4154	135.1533	188	0.2
3/12/2022	02:00	-6.4158	135.1532	188	0.2
3/12/2022	02:06	-6.4162	135.1532	187	0.15
3/12/2022	02:12	-6.4164	135.1531	187	0.1
3/12/2022	02:18	-6.4166	135.1531	186	0.065

Lanjutan Tabel B. 16 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 1 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/12/2022	02:24	-6.4167	135.1531	167	0.03
3/12/2022	02:30	-6.4167	135.1531	163	0.03
3/12/2022	02:36	-6.4168	135.1531	163	0.03
3/12/2022	02:42	-6.4168	135.1531	167	0.03
3/12/2022	02:48	-6.4169	135.1531	167	0.03
3/12/2022	02:54	-6.417	135.1531	169	0.03
3/12/2022	03:00	-6.417	135.1532	169	0.03
3/12/2022	03:06	-6.4171	135.1532	169	0.03
3/12/2022	03:12	-6.4172	135.1532	169	0.03
3/12/2022	03:18	-6.4172	135.1532	169	0.03
3/12/2022	03:24	-6.4173	135.1532	169	0.03
3/12/2022	03:30	-6.4173	135.1532	167	0.03
3/12/2022	03:36	-6.4174	135.1532	166	0.03
3/12/2022	03:42	-6.4174	135.1533	167	0.03
3/12/2022	03:48	-6.4175	135.1533	169	0.03
3/12/2022	03:54	-6.4176	135.1533	166	0.03
3/12/2022	04:00	-6.4176	135.1533	171	0.03
3/12/2022	04:06	-6.4177	135.1533	160	0.03
3/12/2022	04:12	-6.4177	135.1533	172	0.03
3/12/2022	04:18	-6.4178	135.1533	171	0.03
3/12/2022	04:24	-6.4178	135.1533	147	0.1
3/12/2022	04:30	-6.418	135.1534	146	0.1
3/12/2022	04:36	-6.4181	135.1535	146	0.15
3/12/2022	04:42	-6.4183	135.1537	145	0.25
3/12/2022	04:48	-6.4187	135.1539	145	0.3
3/12/2022	04:54	-6.4192	135.1543	145	0.35
3/12/2022	05:00	-6.4197	135.1546	145	0.4
3/12/2022	05:06	-6.4203	135.155	145	0.45
3/12/2022	05:12	-6.4209	135.1555	150	0.5
3/12/2022	05:18	-6.4217	135.156	150	1
3/12/2022	05:24	-6.4232	135.1569	150	1.5
3/12/2022	05:30	-6.4256	135.1582	150	2
3/12/2022	05:36	-6.4287	135.16	150	2.5
3/12/2022	05:42	-6.4326	135.1623	150	3
3/12/2022	05:48	-6.4372	135.165	150	4
3/12/2022	05:54	-6.4435	135.1686	150	4.5
3/12/2022	06:00	-6.4505	135.1726	153	5
3/12/2022	06:06	-6.4585	135.1767	155	5
3/12/2022	06:12	-6.4667	135.1806	156	5

Tabel B. 17 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
3/11/2022	08:59	-7.4085	134.915	270	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4085	134.9069	270	4
3/11/2022	09:11	-7.4085	134.8996	270	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4085	134.8933	270	3
3/11/2022	09:23	-7.4085	134.8879	270	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4085	134.8833	270	2
3/11/2022	09:35	-7.4085	134.8797	270	2
3/11/2022	09:41	-7.4085	134.8761	270	2
3/11/2022	09:47	-7.4085	134.8725	270	2
3/11/2022	09:53	-7.4085	134.8688	270	2
3/11/2022	09:59	-7.4085	134.8652	270	2
3/11/2022	10:05	-7.4085	134.8616	270	2
3/11/2022	10:11	-7.4085	134.858	270	2
3/11/2022	10:17	-7.4085	134.8543	270	2
3/11/2022	10:23	-7.4085	134.8507	270	2
3/11/2022	10:29	-7.4085	134.8471	270	2
3/11/2022	10:35	-7.4085	134.8435	270	2
3/11/2022	10:41	-7.4085	134.8398	270	2
3/11/2022	10:47	-7.4085	134.8362	270	2
3/11/2022	10:53	-7.4085	134.8326	270	2
3/11/2022	10:59	-7.4085	134.829	270	2
3/11/2022	11:05	-7.4085	134.8253	270	2
3/11/2022	11:11	-7.4085	134.8217	270	2
3/11/2022	11:17	-7.4085	134.8181	270	2
3/11/2022	11:23	-7.4085	134.8144	270	2
3/11/2022	11:29	-7.4085	134.8108	270	2
3/11/2022	11:35	-7.4085	134.8072	270	2
3/11/2022	11:41	-7.4084	134.8036	270	2
3/11/2022	11:47	-7.4084	134.7999	270	2
3/11/2022	11:53	-7.4084	134.7963	270	2
3/11/2022	11:59	-7.4085	134.7927	270	2
3/11/2022	12:05	-7.4084	134.7891	270	2
3/11/2022	12:11	-7.4084	134.7854	270	2
3/11/2022	12:17	-7.4084	134.7818	270	2
3/11/2022	12:23	-7.4084	134.7782	270	2
3/11/2022	12:29	-7.4084	134.7745	270	2
3/11/2022	12:35	-7.4084	134.7709	270	2
3/11/2022	12:41	-7.4084	134.7673	270	2
3/11/2022	12:47	-7.4084	134.7637	270	2

Lanjutan Tabel B. 17 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/11/2022	12:53	-7.4084	134.76	270	2
3/11/2022	12:59	-7.4084	134.7564	270	2
3/11/2022	13:05	-7.4084	134.7528	270	2
3/11/2022	13:11	-7.4084	134.7492	270	2
3/11/2022	13:17	-7.4084	134.7455	270	2
3/11/2022	13:23	-7.4084	134.7419	270	2
3/11/2022	13:29	-7.4084	134.7383	270	2
3/11/2022	13:35	-7.4084	134.7346	270	2
3/11/2022	13:41	-7.4084	134.731	270	2
3/11/2022	13:47	-7.4084	134.7274	270	2
3/11/2022	13:53	-7.4084	134.7238	270	2
3/11/2022	13:59	-7.4084	134.7202	270	2
3/11/2022	14:05	-7.4084	134.7165	270	2
3/11/2022	14:11	-7.4084	134.7129	270	2
3/11/2022	14:17	-7.4084	134.7093	270	2
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.7056	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.702	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.6984	270	2

Tabel B. 18 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	90	6
3/11/2022	08:47	-7.4184	134.8035	90	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4184	134.8134	90	5
3/11/2022	08:59	-7.4184	134.8225	90	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4184	134.8307	90	4
3/11/2022	09:11	-7.4184	134.8379	90	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4184	134.8443	90	3
3/11/2022	09:23	-7.4184	134.8497	90	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4184	134.8542	90	2
3/11/2022	09:35	-7.4184	134.8579	90	2
3/11/2022	09:41	-7.4184	134.8615	90	2
3/11/2022	09:47	-7.4184	134.8651	90	2
3/11/2022	09:53	-7.4184	134.8687	90	2
3/11/2022	09:59	-7.4184	134.8724	90	2
3/11/2022	10:05	-7.4184	134.876	90	2
3/11/2022	10:11	-7.4184	134.8796	90	2
3/11/2022	10:17	-7.4184	134.8832	90	2
3/11/2022	10:23	-7.4184	134.8869	90	2
3/11/2022	10:29	-7.4184	134.8905	90	2
3/11/2022	10:35	-7.4184	134.8941	90	2
3/11/2022	10:41	-7.4184	134.8977	90	2
3/11/2022	10:47	-7.4184	134.9014	90	2

Lanjutan Tabel B. 18 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/11/2022	10:53	-7.4184	134.905	90	2
3/11/2022	10:59	-7.4184	134.9086	90	2
3/11/2022	11:05	-7.4184	134.9123	90	2
3/11/2022	11:11	-7.4184	134.9159	90	2
3/11/2022	11:17	-7.4184	134.9195	90	2
3/11/2022	11:23	-7.4184	134.9231	90	2
3/11/2022	11:29	-7.4184	134.9268	90	2
3/11/2022	11:35	-7.4184	134.9304	90	2
3/11/2022	11:41	-7.4184	134.934	90	2
3/11/2022	11:47	-7.4184	134.9376	90	2
3/11/2022	11:53	-7.4184	134.9413	90	2
3/11/2022	11:59	-7.4184	134.9449	90	2
3/11/2022	12:05	-7.4184	134.9485	90	2
3/11/2022	12:11	-7.4184	134.9521	90	2
3/11/2022	12:17	-7.4184	134.9558	90	2
3/11/2022	12:23	-7.4184	134.9594	90	2
3/11/2022	12:29	-7.4184	134.963	90	2
3/11/2022	12:35	-7.4184	134.9667	90	2
3/11/2022	12:41	-7.4184	134.9703	90	2
3/11/2022	12:47	-7.4184	134.9739	90	2
3/11/2022	12:53	-7.4184	134.9775	90	2
3/11/2022	12:59	-7.4184	134.9812	90	2
3/11/2022	13:05	-7.4184	134.9848	90	2
3/11/2022	13:11	-7.4184	134.9884	90	2
3/11/2022	13:17	-7.4184	134.992	90	2
3/11/2022	13:23	-7.4185	134.9957	90	2
3/11/2022	13:29	-7.4185	134.9993	90	2
3/11/2022	13:35	-7.4185	135.0029	90	2
3/11/2022	13:41	-7.4185	135.0065	90	2
3/11/2022	13:47	-7.4185	135.0102	90	2
3/11/2022	13:53	-7.4185	135.0138	90	2
3/11/2022	13:59	-7.4185	135.0174	90	2
3/11/2022	14:05	-7.4185	135.0211	90	2
3/11/2022	14:11	-7.4185	135.0247	90	2
3/11/2022	14:17	-7.4185	135.0283	90	2
3/11/2022	14:23	-7.4185	135.0319	90	2
3/11/2022	14:29	-7.4185	135.0356	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4185	135.0392	90	2

Tabel B. 19 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
3/11/2022	08:59	-7.4085	134.915	270	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4085	134.9069	270	4
3/11/2022	09:11	-7.4085	134.8996	270	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4085	134.8933	270	3
3/11/2022	09:23	-7.4085	134.8879	270	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4085	134.8833	270	2
3/11/2022	09:35	-7.4085	134.8797	270	1.5
3/11/2022	09:41	-7.4085	134.877	270	1
3/11/2022	09:47	-7.4085	134.8751	270	0.5
3/11/2022	09:53	-7.4085	134.8742	270	0.45
3/11/2022	09:59	-7.4085	134.8734	270	0.4
3/11/2022	10:05	-7.4085	134.8727	270	0.35
3/11/2022	10:11	-7.4085	134.8721	270	0.3
3/11/2022	10:17	-7.4085	134.8715	270	0.25
3/11/2022	10:23	-7.4085	134.8711	270	0.2
3/11/2022	10:29	-7.4085	134.8707	270	0.15
3/11/2022	10:35	-7.4085	134.8704	270	0.1
3/11/2022	10:41	-7.4085	134.8702	260	0.05
3/11/2022	10:47	-7.4085	134.8702	270	0.03
3/11/2022	10:53	-7.4085	134.8701	267	0.03
3/11/2022	10:59	-7.4085	134.87	270	0.03
3/11/2022	11:05	-7.4085	134.87	267	0.03
3/11/2022	11:11	-7.4085	134.8699	270	0.03
3/11/2022	11:17	-7.4085	134.8699	270	0.03
3/11/2022	11:23	-7.4085	134.8698	268	0.03
3/11/2022	11:29	-7.4085	134.8698	270	0.03
3/11/2022	11:35	-7.4085	134.8697	268	0.03
3/11/2022	11:41	-7.4085	134.8697	267	0.03
3/11/2022	11:47	-7.4085	134.8696	267	0.03
3/11/2022	11:53	-7.4085	134.8695	267	0.03
3/11/2022	11:59	-7.4085	134.8695	267	0.03
3/11/2022	12:05	-7.4085	134.8694	270	0.03
3/11/2022	12:11	-7.4085	134.8694	270	0.03
3/11/2022	12:17	-7.4085	134.8693	269	0.03
3/11/2022	12:23	-7.4085	134.8693	267	0.03
3/11/2022	12:29	-7.4085	134.8692	270	0.03
3/11/2022	12:35	-7.4085	134.8692	267	0.03
3/11/2022	12:41	-7.4085	134.8691	267	0.03
3/11/2022	12:47	-7.4085	134.869	275	0.05
3/11/2022	12:53	-7.4085	134.869	274	0.1

Lanjutan Tabel B. 19 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/11/2022	12:59	-7.4085	134.8688	275	0.15
3/11/2022	13:05	-7.4085	134.8685	277	0.2
3/11/2022	13:11	-7.4084	134.8681	240	0.25
3/11/2022	13:17	-7.4084	134.8677	270	0.3
3/11/2022	13:23	-7.4084	134.8671	270	0.35
3/11/2022	13:29	-7.4084	134.8665	270	0.4
3/11/2022	13:35	-7.4084	134.8658	270	0.45
3/11/2022	13:41	-7.4084	134.865	270	0.5
3/11/2022	13:47	-7.4084	134.8641	270	1
3/11/2022	13:53	-7.4084	134.8622	270	1.5
3/11/2022	13:59	-7.4084	134.8595	270	2
3/11/2022	14:05	-7.4084	134.8559	270	2.5
3/11/2022	14:11	-7.4084	134.8514	270	3
3/11/2022	14:17	-7.4084	134.8459	270	3.5
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.8396	270	4
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.8323	270	4.5
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.8242	270	5

Tabel B. 20 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	83	6
3/11/2022	08:47	-7.4173	134.8032	82	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4161	134.8124	82	5
3/11/2022	08:59	-7.4148	134.8214	82	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4138	134.8294	83	4
3/11/2022	09:11	-7.4128	134.8366	82	3.5
3/11/2022	09:17	-7.412	134.8429	83	3
3/11/2022	09:23	-7.4113	134.8483	82	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4107	134.8528	82	2
3/11/2022	09:35	-7.4102	134.8564	82	1.5
3/11/2022	09:41	-7.4099	134.8591	82	1
3/11/2022	09:47	-7.4096	134.8609	83	0.5
3/11/2022	09:53	-7.4095	134.8618	83	0.45
3/11/2022	09:59	-7.4094	134.8626	82	0.4
3/11/2022	10:05	-7.4093	134.8634	82	0.35
3/11/2022	10:11	-7.4092	134.864	83	0.35
3/11/2022	10:17	-7.4092	134.8646	80	0.5
3/11/2022	10:23	-7.409	134.8655	82	0.5
3/11/2022	10:29	-7.4089	134.8664	83	0.6
3/11/2022	10:35	-7.4088	134.8675	82	0.6
3/11/2022	10:41	-7.4086	134.8686	81	0.25
3/11/2022	10:47	-7.4086	134.869	84	0.03

Lanjutan Tabel B. 20 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 2 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/11/2022	10:53	-7.4086	134.8691	84	0.03
3/11/2022	10:59	-7.4086	134.8691	84	0.03
3/11/2022	11:05	-7.4086	134.8692	84	0.03
3/11/2022	11:11	-7.4086	134.8693	84	0.03
3/11/2022	11:17	-7.4085	134.8693	81	0.03
3/11/2022	11:23	-7.4085	134.8694	82	0.03
3/11/2022	11:29	-7.4085	134.8694	85	0.03
3/11/2022	11:35	-7.4085	134.8695	90	0.03
3/11/2022	11:41	-7.4085	134.8695	90	0.03
3/11/2022	11:47	-7.4085	134.8696	90	0.03
3/11/2022	11:53	-7.4085	134.8696	90	0.03
3/11/2022	11:59	-7.4085	134.8697	90	0.03
3/11/2022	12:05	-7.4085	134.8697	90	0.03
3/11/2022	12:11	-7.4085	134.8698	87	0.03
3/11/2022	12:17	-7.4085	134.8699	90	0.03
3/11/2022	12:23	-7.4085	134.8699	93	0.03
3/11/2022	12:29	-7.4085	134.87	90	0.03
3/11/2022	12:35	-7.4085	134.87	90	0.03
3/11/2022	12:41	-7.4085	134.8701	90	0.03
3/11/2022	12:47	-7.4085	134.8701	104	0.05
3/11/2022	12:53	-7.4085	134.8702	98	0.1
3/11/2022	12:59	-7.4086	134.8704	98	0.15
3/11/2022	13:05	-7.4086	134.8707	98	0.2
3/11/2022	13:11	-7.4087	134.871	98	0.25
3/11/2022	13:17	-7.4087	134.8715	98	0.3
3/11/2022	13:23	-7.4088	134.872	98	0.35
3/11/2022	13:29	-7.4089	134.8726	98	0.4
3/11/2022	13:35	-7.409	134.8734	98	0.45
3/11/2022	13:41	-7.4091	134.8742	98	0.5
3/11/2022	13:47	-7.4092	134.8751	98	1
3/11/2022	13:53	-7.4095	134.8769	98	1.5
3/11/2022	13:59	-7.4098	134.8796	98	2
3/11/2022	14:05	-7.4104	134.8832	98	2.5
3/11/2022	14:11	-7.411	134.8876	98	3
3/11/2022	14:17	-7.4117	134.893	98	3.5
3/11/2022	14:23	-7.4126	134.8993	98	4
3/11/2022	14:29	-7.4137	134.9065	98	4.5
3/11/2022	14:35	-7.4148	134.9146	98	5

Tabel B. 21 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	95	6
3/12/2022	00:24	-6.3716	135.1089	95	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3724	135.118	95	5
3/12/2022	00:36	-6.3732	135.1271	98	4.5
3/12/2022	00:42	-6.3743	135.1351	98	4
3/12/2022	00:48	-6.3753	135.1423	101	3.5
3/12/2022	00:54	-6.3765	135.1485	104	3
3/12/2022	01:00	-6.3778	135.1538	111	2.5
3/12/2022	01:06	-6.3794	135.158	118	2.5
3/12/2022	01:12	-6.3815	135.162	132	2.5
3/12/2022	01:18	-6.3846	135.1654	143	2.5
3/12/2022	01:24	-6.3881	135.1681	147	2.5
3/12/2022	01:30	-6.3919	135.1705	151	2.5
3/12/2022	01:36	-6.3958	135.1727	162	2.5
3/12/2022	01:42	-6.4001	135.1741	165	2.5
3/12/2022	01:48	-6.4045	135.1753	169	2.5
3/12/2022	01:54	-6.4089	135.1762	175	2.5
3/12/2022	02:00	-6.4134	135.1766	176	2.5
3/12/2022	02:06	-6.4179	135.177	178	2.5
3/12/2022	02:12	-6.4223	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:18	-6.4268	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:24	-6.4313	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:30	-6.4358	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:36	-6.4403	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:42	-6.4448	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:48	-6.4493	135.1772	180	2.5
3/12/2022	02:54	-6.4538	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:00	-6.4583	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:06	-6.4628	135.1771	180	2.5
3/12/2022	03:12	-6.4673	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:18	-6.4718	135.1771	180	2.5
3/12/2022	03:24	-6.4763	135.1771	180	2.5
3/12/2022	03:30	-6.4808	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:36	-6.4853	135.1771	180	2.5
3/12/2022	03:42	-6.4898	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:48	-6.4943	135.1772	180	2.5
3/12/2022	03:54	-6.4988	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:00	-6.5033	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:06	-6.5078	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:12	-6.5123	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:18	-6.5168	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:24	-6.5213	135.1771	180	2.5

Lanjutan Tabel B. 21 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/12/2022	04:30	-6.5258	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:36	-6.5303	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:42	-6.5348	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:48	-6.5393	135.1771	180	2.5
3/12/2022	04:54	-6.5438	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:00	-6.5483	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:06	-6.5528	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:12	-6.5573	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:18	-6.5618	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:24	-6.5663	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:30	-6.5708	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:36	-6.5753	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:42	-6.5797	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:48	-6.5842	135.1771	180	2.5
3/12/2022	05:54	-6.5887	135.1771	180	2.5
3/12/2022	06:00	-6.5932	135.1771	180	2.5
3/12/2022	06:06	-6.5977	135.1771	180	2.5
3/12/2022	06:12	-6.6022	135.1771	180	2.5

Tabel B. 22 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.2612	135.2129	180	6
3/12/2022	00:24	-6.2706	135.213	180	5.5
3/12/2022	00:30	-6.2798	135.2129	180	5
3/12/2022	00:36	-6.2887	135.2129	180	4.5
3/12/2022	00:42	-6.2968	135.2129	180	4
3/12/2022	00:48	-6.304	135.2129	180	3.5
3/12/2022	00:54	-6.3103	135.2129	180	3
3/12/2022	01:00	-6.3157	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:06	-6.3202	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:12	-6.3247	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:18	-6.3292	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:24	-6.3337	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:30	-6.3382	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:36	-6.3427	135.2129	180	2
3/12/2022	01:42	-6.3463	135.2129	180	2
3/12/2022	01:48	-6.3499	135.2129	180	2
3/12/2022	01:54	-6.3535	135.2129	180	2
3/12/2022	02:00	-6.3571	135.2129	180	2
3/12/2022	02:06	-6.3607	135.2129	180	2

Lanjutan Tabel B. 22 Data Jalur Referensi Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/12/2022	02:12	-6.3643	135.2129	180	2
3/12/2022	02:18	-6.3679	135.2129	187	1.5
3/12/2022	02:24	-6.3706	135.2125	187	0.75
3/12/2022	02:30	-6.3719	135.2124	187	0.7
3/12/2022	02:36	-6.3731	135.2122	187	0.5
3/12/2022	02:42	-6.374	135.2121	200	0.3
3/12/2022	02:48	-6.3745	135.2119	200	0.15
3/12/2022	02:54	-6.3748	135.2118	206	0.03
3/12/2022	03:00	-6.3748	135.2118	209	0.2
3/12/2022	03:06	-6.3752	135.2116	210	0.3
3/12/2022	03:12	-6.3756	135.2113	210	0.4
3/12/2022	03:18	-6.3763	135.211	230	0.5
3/12/2022	03:24	-6.3768	135.2103	230	0.6
3/12/2022	03:30	-6.3775	135.2095	230	0.7
3/12/2022	03:36	-6.3783	135.2085	230	0.8
3/12/2022	03:42	-6.3793	135.2074	230	0.9
3/12/2022	03:48	-6.3803	135.2061	230	1
3/12/2022	03:54	-6.3815	135.2048	230	2
3/12/2022	04:00	-6.3838	135.202	230	2.5
3/12/2022	04:06	-6.3867	135.1985	230	3
3/12/2022	04:12	-6.3901	135.1944	230	3
3/12/2022	04:18	-6.3937	135.1902	230	3
3/12/2022	04:24	-6.3971	135.186	230	3
3/12/2022	04:30	-6.4005	135.1819	180	3
3/12/2022	04:36	-6.4059	135.1819	180	1
3/12/2022	04:42	-6.4077	135.1819	180	0.3
3/12/2022	04:48	-6.4083	135.1819	180	0.05
3/12/2022	04:54	-6.4084	135.1819	180	0.03
3/12/2022	05:00	-6.4084	135.1819	180	1
3/12/2022	05:06	-6.4102	135.1819	180	2
3/12/2022	05:12	-6.4138	135.1819	180	3
3/12/2022	05:18	-6.4192	135.1819	180	3
3/12/2022	05:24	-6.4246	135.1819	180	3
3/12/2022	05:30	-6.43	135.1819	180	3
3/12/2022	05:36	-6.4354	135.1819	180	3
3/12/2022	05:42	-6.4408	135.1819	180	3
3/12/2022	05:48	-6.4462	135.1819	180	3
3/12/2022	05:54	-6.4516	135.1818	180	3
3/12/2022	06:00	-6.457	135.1818	180	3
3/12/2022	06:06	-6.4624	135.1818	180	3
3/12/2022	06:12	-6.4678	135.1818	180	3

Tabel B. 23 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/12/2022	00:18	-6.3707	135.0996	95	6
3/12/2022	00:24	-6.3716	135.1089	95	5.5
3/12/2022	00:30	-6.3724	135.118	95	5
3/12/2022	00:36	-6.3732	135.1271	98	4.5
3/12/2022	00:42	-6.3743	135.1351	98	4
3/12/2022	00:48	-6.3753	135.1423	101	3.5
3/12/2022	00:54	-6.3765	135.1485	104	3
3/12/2022	01:00	-6.3778	135.1538	111	2.5
3/12/2022	01:06	-6.3794	135.158	118	2.5
3/12/2022	01:12	-6.3815	135.162	132	2.5
3/12/2022	01:18	-6.3846	135.1654	143	2.5
3/12/2022	01:24	-6.3881	135.1681	147	2.5
3/12/2022	01:30	-6.3919	135.1705	151	2.5
3/12/2022	01:36	-6.3958	135.1727	162	2
3/12/2022	01:42	-6.3993	135.1738	165	1.5
3/12/2022	01:48	-6.4019	135.1745	169	1
3/12/2022	01:54	-6.4036	135.1748	175	0.5
3/12/2022	02:00	-6.4045	135.1749	175	0.45
3/12/2022	02:06	-6.4053	135.175	176	0.4
3/12/2022	02:12	-6.4061	135.175	177	0.35
3/12/2022	02:18	-6.4067	135.1751	178	0.3
3/12/2022	02:24	-6.4072	135.1751	180	0.25
3/12/2022	02:30	-6.4077	135.1751	180	0.2
3/12/2022	02:36	-6.4081	135.1751	180	0.15
3/12/2022	02:42	-6.4083	135.1751	180	0.1
3/12/2022	02:48	-6.4085	135.1751	179	0.05
3/12/2022	02:54	-6.4086	135.1751	179	0.03
3/12/2022	03:00	-6.4086	135.1751	180	0.2
3/12/2022	03:06	-6.409	135.1751	180	0.3
3/12/2022	03:12	-6.4095	135.1751	180	0.4
3/12/2022	03:18	-6.4103	135.1751	186	0.5
3/12/2022	03:24	-6.4111	135.175	188	0.6
3/12/2022	03:30	-6.4122	135.1748	195	0.7
3/12/2022	03:36	-6.4134	135.1745	195	0.8
3/12/2022	03:42	-6.4148	135.1741	195	0.9
3/12/2022	03:48	-6.4164	135.1737	195	1
3/12/2022	03:54	-6.4181	135.1732	195	1.5
3/12/2022	04:00	-6.4207	135.1723	195	2
3/12/2022	04:06	-6.4242	135.1716	195	2.5
3/12/2022	04:12	-6.4285	135.1704	190	2.5
3/12/2022	04:18	-6.433	135.1696	185	2.5
3/12/2022	04:24	-6.4375	135.1692	185	2.5
3/12/2022	04:30	-6.4419	135.1688	180	2.5

Lampiran Tabel B. 23 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/12/2022	04:36	-6.4464	135.1688	180	2.5
3/12/2022	04:42	-6.4509	135.1688	180	2.5
3/12/2022	04:48	-6.4554	135.1688	180	2.5
3/12/2022	04:54	-6.4599	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:00	-6.4644	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:06	-6.4689	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:12	-6.4734	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:18	-6.4779	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:24	-6.4824	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:30	-6.4869	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:36	-6.4914	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:42	-6.4959	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:48	-6.5004	135.1688	180	2.5
3/12/2022	05:54	-6.5049	135.1688	180	2.5
3/12/2022	06:00	-6.5094	135.1688	180	2.5
3/12/2022	06:06	-6.5139	135.1688	180	2.5
3/12/2022	06:12	-6.5184	135.1688	180	2.5

Tabel B. 24 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/12/2022	02:18	-6.3679	135.2129	187	1.5
3/12/2022	02:24	-6.3706	135.2125	187	0.75
3/12/2022	00:18	-6.2612	135.2129	180	6
3/12/2022	00:24	-6.2706	135.213	180	5.5
3/12/2022	00:30	-6.2798	135.2129	180	5
3/12/2022	00:36	-6.2887	135.2129	180	4.5
3/12/2022	00:42	-6.2968	135.2129	180	4
3/12/2022	00:48	-6.304	135.2129	180	3.5
3/12/2022	00:54	-6.3103	135.2129	180	3
3/12/2022	01:00	-6.3157	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:06	-6.3202	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:12	-6.3247	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:18	-6.3292	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:24	-6.3337	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:30	-6.3382	135.2129	180	2.5
3/12/2022	01:36	-6.3427	135.2129	180	2
3/12/2022	01:42	-6.3463	135.2129	180	2
3/12/2022	01:48	-6.3499	135.2129	180	2
3/12/2022	01:54	-6.3535	135.2129	180	2
3/12/2022	02:00	-6.3571	135.2129	180	2
3/12/2022	02:06	-6.3607	135.2129	180	2
3/12/2022	02:12	-6.3643	135.2129	180	2

Lanjutan Tabel B. 24 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 3 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/12/2022	02:30	-6.3719	135.2124	187	0.7
3/12/2022	02:36	-6.3731	135.2122	187	2
3/12/2022	02:42	-6.374	135.2121	200	1.5
3/12/2022	02:48	-6.3745	135.2119	200	0.75
3/12/2022	02:54	-6.3748	135.2118	206	0.03
3/12/2022	03:00	-6.3748	135.2118	209	0.2
3/12/2022	03:06	-6.3752	135.2116	210	0.3
3/12/2022	03:12	-6.3756	135.2113	210	0.4
3/12/2022	03:18	-6.3763	135.211	230	0.5
3/12/2022	03:24	-6.3768	135.2103	230	0.6
3/12/2022	03:30	-6.3775	135.2095	230	0.7
3/12/2022	03:36	-6.3783	135.2085	230	0.8
3/12/2022	03:42	-6.3793	135.2074	230	0.9
3/12/2022	03:48	-6.3803	135.2061	230	1
3/12/2022	03:54	-6.3815	135.2048	230	2
3/12/2022	04:00	-6.3838	135.202	230	2.5
3/12/2022	04:06	-6.3867	135.1985	230	3
3/12/2022	04:12	-6.3901	135.1944	230	3
3/12/2022	04:18	-6.3937	135.1902	230	3
3/12/2022	04:24	-6.3971	135.186	230	3
3/12/2022	04:30	-6.4005	135.1819	180	3
3/12/2022	04:36	-6.4059	135.1819	180	1
3/12/2022	04:42	-6.4077	135.1819	180	0.3
3/12/2022	04:48	-6.4083	135.1819	180	0.05
3/12/2022	04:54	-6.4084	135.1805	181	0.03
3/12/2022	05:00	-6.4084	135.1819	180	1
3/12/2022	05:06	-6.4102	135.1819	180	2
3/12/2022	05:12	-6.4138	135.1819	180	3
3/12/2022	05:18	-6.4192	135.1819	180	3
3/12/2022	05:24	-6.4246	135.1819	180	3
3/12/2022	05:30	-6.43	135.1819	180	3
3/12/2022	05:36	-6.4354	135.1819	180	3
3/12/2022	05:42	-6.4408	135.1819	180	3
3/12/2022	05:48	-6.4462	135.1819	180	3
3/12/2022	05:54	-6.4516	135.1818	180	3
3/12/2022	06:00	-6.457	135.1818	180	3
3/12/2022	06:06	-6.4624	135.1818	180	3

Tabel B. 25 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
3/11/2022	08:59	-7.4085	134.915	270	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4085	134.9069	270	4
3/11/2022	09:11	-7.4085	134.8996	270	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4085	134.8933	270	3
3/11/2022	09:23	-7.4085	134.8879	270	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4085	134.8833	270	2
3/11/2022	09:35	-7.4085	134.8797	270	2
3/11/2022	09:41	-7.4085	134.8761	270	2
3/11/2022	09:47	-7.4085	134.8725	270	2
3/11/2022	09:53	-7.4085	134.8688	270	2
3/11/2022	09:59	-7.4085	134.8652	270	2
3/11/2022	10:05	-7.4085	134.8616	270	2
3/11/2022	10:11	-7.4085	134.858	270	2
3/11/2022	10:17	-7.4085	134.8543	270	2
3/11/2022	10:23	-7.4085	134.8507	270	2
3/11/2022	10:29	-7.4085	134.8471	270	2
3/11/2022	10:35	-7.4085	134.8435	270	2
3/11/2022	10:41	-7.4085	134.8398	270	2
3/11/2022	10:47	-7.4085	134.8362	270	2
3/11/2022	10:53	-7.4085	134.8326	270	2
3/11/2022	10:59	-7.4085	134.829	270	2
3/11/2022	11:05	-7.4085	134.8253	270	2
3/11/2022	11:11	-7.4085	134.8217	270	2
3/11/2022	11:17	-7.4085	134.8181	270	2
3/11/2022	11:23	-7.4085	134.8144	270	2
3/11/2022	11:29	-7.4085	134.8108	270	2
3/11/2022	11:35	-7.4085	134.8072	270	2
3/11/2022	11:41	-7.4084	134.8036	270	2
3/11/2022	11:47	-7.4084	134.7999	270	2
3/11/2022	11:53	-7.4084	134.7963	270	2
3/11/2022	11:59	-7.4085	134.7927	270	2
3/11/2022	12:05	-7.4084	134.7891	270	2
3/11/2022	12:11	-7.4084	134.7854	270	2
3/11/2022	12:17	-7.4084	134.7818	270	2
3/11/2022	12:23	-7.4084	134.7782	270	2
3/11/2022	12:29	-7.4084	134.7745	270	2
3/11/2022	12:35	-7.4084	134.7709	270	2
3/11/2022	12:41	-7.4084	134.7673	270	2
3/11/2022	12:47	-7.4084	134.7637	270	2

Lanjutan Tabel B. 25 Data Jalur Referensi Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	Heading Ref K1 (°)	Speed Ref K1 (kn)
3/11/2022	12:53	-7.4084	134.76	270	2
3/11/2022	12:59	-7.4084	134.7564	270	2
3/11/2022	13:05	-7.4084	134.7528	270	2
3/11/2022	13:11	-7.4084	134.7492	270	2
3/11/2022	13:17	-7.4084	134.7455	270	2
3/11/2022	13:23	-7.4084	134.7419	270	2
3/11/2022	13:29	-7.4084	134.7383	270	2
3/11/2022	13:35	-7.4084	134.7346	270	2
3/11/2022	13:41	-7.4084	134.731	270	2
3/11/2022	13:47	-7.4084	134.7274	270	2
3/11/2022	13:53	-7.4084	134.7238	270	2
3/11/2022	13:59	-7.4084	134.7202	270	2
3/11/2022	14:05	-7.4084	134.7165	270	2
3/11/2022	14:11	-7.4084	134.7129	270	2
3/11/2022	14:17	-7.4084	134.7093	270	2
3/11/2022	14:23	-7.4084	134.7056	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4084	134.702	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4084	134.6984	270	2

Tabel B. 26 Data Jalur Referensi 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	90	6
3/11/2022	08:47	-7.4184	134.8035	90	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4184	134.8134	90	5
3/11/2022	08:59	-7.4184	134.8225	90	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4184	134.8307	90	4
3/11/2022	09:11	-7.4184	134.8379	90	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4184	134.8443	90	3
3/11/2022	09:23	-7.4184	134.8497	90	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4184	134.8542	90	2
3/11/2022	09:35	-7.4184	134.8579	90	2
3/11/2022	09:41	-7.4184	134.8615	90	2
3/11/2022	09:47	-7.4184	134.8651	90	2
3/11/2022	09:53	-7.4184	134.8687	90	2
3/11/2022	09:59	-7.4184	134.8724	90	2
3/11/2022	10:05	-7.4184	134.876	90	2
3/11/2022	10:11	-7.4184	134.8796	90	2
3/11/2022	10:17	-7.4184	134.8832	90	2
3/11/2022	10:23	-7.4184	134.8869	90	2
3/11/2022	10:29	-7.4184	134.8905	90	2

Lanjutan Tabel B. 26 Data Jalur Referensi 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat Ref K2 (°)	Long Ref K2 (°)	Heading Ref K2 (°)	Speed Ref K2 (kn)
3/11/2022	10:35	-7.4184	134.8941	90	2
3/11/2022	10:41	-7.4184	134.8977	90	2
3/11/2022	10:47	-7.4184	134.9014	90	2
3/11/2022	10:53	-7.4184	134.905	90	2
3/11/2022	10:59	-7.4184	134.9086	90	2
3/11/2022	11:05	-7.4184	134.9123	90	2
3/11/2022	11:11	-7.4184	134.9159	90	2
3/11/2022	11:17	-7.4184	134.9195	90	2
3/11/2022	11:23	-7.4184	134.9231	90	2
3/11/2022	11:29	-7.4184	134.9268	90	2
3/11/2022	11:35	-7.4184	134.9304	90	2
3/11/2022	11:41	-7.4184	134.934	90	2
3/11/2022	11:47	-7.4184	134.9376	90	2
3/11/2022	11:53	-7.4184	134.9413	90	2
3/11/2022	11:59	-7.4184	134.9449	90	2
3/11/2022	12:05	-7.4184	134.9485	90	2
3/11/2022	12:11	-7.4184	134.9521	90	2
3/11/2022	12:17	-7.4184	134.9558	90	2
3/11/2022	12:23	-7.4184	134.9594	90	2
3/11/2022	12:29	-7.4184	134.963	90	2
3/11/2022	12:35	-7.4184	134.9667	90	2
3/11/2022	12:41	-7.4184	134.9703	90	2
3/11/2022	12:47	-7.4184	134.9739	90	2
3/11/2022	12:53	-7.4184	134.9775	90	2
3/11/2022	12:59	-7.4184	134.9812	90	2
3/11/2022	13:05	-7.4184	134.9848	90	2
3/11/2022	13:11	-7.4184	134.9884	90	2
3/11/2022	13:17	-7.4184	134.992	90	2
3/11/2022	13:23	-7.4185	134.9957	90	2
3/11/2022	13:29	-7.4185	134.9993	90	2
3/11/2022	13:35	-7.4185	135.0029	90	2
3/11/2022	13:41	-7.4185	135.0065	90	2
3/11/2022	13:47	-7.4185	135.0102	90	2
3/11/2022	13:53	-7.4185	135.0138	90	2
3/11/2022	13:59	-7.4185	135.0174	90	2
3/11/2022	14:05	-7.4185	135.0211	90	2
3/11/2022	14:11	-7.4185	135.0247	90	2
3/11/2022	14:17	-7.4185	135.0283	90	2
3/11/2022	14:23	-7.4185	135.0319	90	2
3/11/2022	14:29	-7.4185	135.0356	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4185	135.0392	90	2

Tabel B. 27 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4081	134.9427	269	6
3/11/2022	08:47	-7.4083	134.9333	269	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4084	134.9241	269	5
3/11/2022	08:59	-7.4085	134.915	270	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4085	134.9069	270	4
3/11/2022	09:11	-7.4085	134.8996	270	3.5
3/11/2022	09:17	-7.4085	134.8933	270	3
3/11/2022	09:23	-7.4085	134.8879	270	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4085	134.8833	270	2
3/11/2022	09:35	-7.4085	134.8797	270	1.5
3/11/2022	09:41	-7.4085	134.877	270	1
3/11/2022	09:47	-7.4085	134.8751	270	0.5
3/11/2022	09:53	-7.4085	134.8742	270	0.45
3/11/2022	09:59	-7.4085	134.8734	270	0.4
3/11/2022	10:05	-7.4085	134.8727	270	0.35
3/11/2022	10:11	-7.4085	134.8721	270	0.3
3/11/2022	10:17	-7.4085	134.8715	270	0.25
3/11/2022	10:23	-7.4085	134.8711	270	0.2
3/11/2022	10:29	-7.4085	134.8707	270	0.15
3/11/2022	10:35	-7.4085	134.8704	270	0.1
3/11/2022	10:41	-7.4085	134.8702	260	0.05
3/11/2022	10:47	-7.4085	134.8702	270	0.03
3/11/2022	10:53	-7.4085	134.8701	269	0.1
3/11/2022	10:59	-7.4085	134.869	270	0.25
3/11/2022	11:05	-7.4085	134.8694	270	0.5
3/11/2022	11:11	-7.4085	134.8685	270	1.5
3/11/2022	11:17	-7.4085	134.8658	270	2
3/11/2022	11:23	-7.4085	134.8622	270	2
3/11/2022	11:29	-7.4085	134.8585	270	2
3/11/2022	11:35	-7.4085	134.8549	270	2
3/11/2022	11:41	-7.4085	134.8513	270	2
3/11/2022	11:47	-7.4085	134.8476	270	2
3/11/2022	11:53	-7.4085	134.844	270	2
3/11/2022	11:59	-7.4085	134.8404	270	2
3/11/2022	12:05	-7.4085	134.8368	270	2
3/11/2022	12:11	-7.4085	134.8331	270	2
3/11/2022	12:17	-7.4085	134.8295	270	2
3/11/2022	12:23	-7.4085	134.8259	270	2
3/11/2022	12:29	-7.4085	134.8223	270	2
3/11/2022	12:35	-7.4085	134.8186	270	2
3/11/2022	12:41	-7.4085	134.815	270	2
3/11/2022	12:47	-7.4085	134.8114	270	2
3/11/2022	12:53	-7.4085	134.8077	270	2

Lanjutan Tabel B. 27 Data Jalur *Real* Kapal 1 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	Heading K1 (°)	Speed K1 (kn)
3/11/2022	12:59	-7.4085	134.8041	270	2
3/11/2022	13:05	-7.4085	134.8005	270	2
3/11/2022	13:11	-7.4085	134.7969	270	2
3/11/2022	13:17	-7.4085	134.7932	270	2
3/11/2022	13:23	-7.4085	134.7896	270	2
3/11/2022	13:29	-7.4085	134.786	270	2
3/11/2022	13:35	-7.4085	134.7824	270	2
3/11/2022	13:41	-7.4085	134.7787	270	2
3/11/2022	13:47	-7.4085	134.7751	270	2
3/11/2022	13:53	-7.4085	134.7715	270	2
3/11/2022	13:59	-7.4085	134.7678	270	2
3/11/2022	14:05	-7.4085	134.7642	270	2
3/11/2022	14:11	-7.4085	134.7606	270	2
3/11/2022	14:17	-7.4085	134.757	270	2
3/11/2022	14:23	-7.4085	134.7533	270	2
3/11/2022	14:29	-7.4085	134.7497	270	2
3/11/2022	14:35	-7.4085	134.7461	270	2

Tabel B. 28 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/11/2022	08:41	-7.4184	134.794	83	6
3/11/2022	08:47	-7.4173	134.8032	82	5.5
3/11/2022	08:53	-7.4161	134.8124	82	5
3/11/2022	08:59	-7.4148	134.8214	82	4.5
3/11/2022	09:05	-7.4138	134.8294	83	4
3/11/2022	09:11	-7.4128	134.8366	82	3.5
3/11/2022	09:17	-7.412	134.8429	83	3
3/11/2022	09:23	-7.4113	134.8483	82	2.5
3/11/2022	09:29	-7.4107	134.8528	82	2
3/11/2022	09:35	-7.4102	134.8564	82	1.5
3/11/2022	09:41	-7.4099	134.8591	82	1
3/11/2022	09:47	-7.4096	134.8609	87	0.6
3/11/2022	09:53	-7.4096	134.862	87	0.6
3/11/2022	09:59	-7.4095	134.8631	88	0.5
3/11/2022	10:05	-7.4095	134.864	88	0.5
3/11/2022	10:11	-7.4094	134.8649	88	0.5
3/11/2022	10:17	-7.4094	134.8658	88	0.45
3/11/2022	10:23	-7.4094	134.8666	88	0.4
3/11/2022	10:29	-7.4093	134.8673	88	0.35
3/11/2022	10:35	-7.4093	134.8679	88	0.35
3/11/2022	10:41	-7.4093	134.8686	88	0.25
3/11/2022	10:47	-7.4093	134.869	84	0.03

Lanjutan Tabel B. 28 Data Jalur *Real* Kapal 2 Pola 4 Pergerakan Kapal IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	<i>Time</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	Heading K2 (°)	Speed K2 (kn)
3/11/2022	10:53	-7.4093	134.8691	90	0.1
3/11/2022	10:59	-7.4093	134.8693	90	0.25
3/11/2022	11:05	-7.4093	134.8697	90	0.5
3/11/2022	11:11	-7.4093	134.8706	94	1.5
3/11/2022	11:17	-7.4095	134.8733	94	2
3/11/2022	11:23	-7.4097	134.877	94	2
3/11/2022	11:29	-7.4099	134.8806	93	2
3/11/2022	11:35	-7.4101	134.8842	93	2
3/11/2022	11:41	-7.4103	134.8878	93	2
3/11/2022	11:47	-7.4105	134.8914	93	2
3/11/2022	11:53	-7.4107	134.8951	93	2
3/11/2022	11:59	-7.4108	134.8987	92	2
3/11/2022	12:05	-7.411	134.9023	92	2
3/11/2022	12:11	-7.4111	134.9059	92	2
3/11/2022	12:17	-7.4113	134.9096	92	2
3/11/2022	12:23	-7.4114	134.9132	92	2
3/11/2022	12:29	-7.4115	134.9168	92	2
3/11/2022	12:35	-7.4117	134.9204	92	2
3/11/2022	12:41	-7.4118	134.9241	92	2
3/11/2022	12:47	-7.4119	134.9277	92	2
3/11/2022	12:53	-7.412	134.9313	92	2
3/11/2022	12:59	-7.4122	134.9349	90	2
3/11/2022	13:05	-7.4122	134.9386	90	2
3/11/2022	13:11	-7.4122	134.9422	90	2
3/11/2022	13:17	-7.4122	134.9458	90	2
3/11/2022	13:23	-7.4122	134.9494	90	2
3/11/2022	13:29	-7.4122	134.9531	90	2
3/11/2022	13:35	-7.4122	134.9567	90	2
3/11/2022	13:41	-7.4122	134.9603	90	2
3/11/2022	13:47	-7.4122	134.964	90	2
3/11/2022	13:53	-7.4122	134.9676	90	2
3/11/2022	13:59	-7.4122	134.9712	90	2
3/11/2022	14:05	-7.4122	134.9748	90	2
3/11/2022	14:11	-7.4122	134.9785	90	2
3/11/2022	14:17	-7.4122	134.9821	90	2
3/11/2022	14:23	-7.4122	134.9857	90	2
3/11/2022	14:29	-7.4122	134.9893	90	2
3/11/2022	14:35	-7.4122	134.993	90	2

Lampiran C. Data Validasi IUU *Transshipment* di Perairan Jawa

Tabel C. 1 Data Validasi Kapal 1 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	SOG K1 (knot)	COG K1 (°)
11/19/2015	-7.1926	112.7096	11.7	299.8
11/19/2015	-7.1917	112.7082	12.1	303.9
11/19/2015	-7.1913	112.7077	12.2	305.5
11/19/2015	-7.1911	112.7073	12.2	306.2
11/19/2015	-7.1907	112.7068	12.3	306.6
11/19/2015	-7.1904	112.7064	12.4	306.4
11/19/2015	-7.1900	112.7059	12.4	305.9
11/19/2015	-7.1897	112.7054	12.5	304.8
11/19/2015	-7.1894	112.7050	12.5	305
11/19/2015	-7.1879	112.7030	12.6	306.2
11/19/2015	-7.1876	112.7026	12.7	305.9
11/19/2015	-7.1873	112.7022	12.7	306.7
11/19/2015	-7.1866	112.7012	12.7	306.4
11/19/2015	-7.1862	112.7007	12.7	307.5
11/19/2015	-7.1858	112.7002	12.7	307.7
11/19/2015	-7.1855	112.6998	12.7	307.1
11/19/2015	-7.1852	112.6993	12.8	305.9
11/19/2015	-7.1848	112.6988	12.8	304.1
11/19/2015	-7.1844	112.6982	12.9	303.6
11/19/2015	-7.1841	112.6978	12.9	304
11/19/2015	-7.1834	112.6968	12.9	304.3
11/19/2015	-7.1831	112.6963	12.9	304.7
11/19/2015	-7.1824	112.6952	12.9	303.7
11/19/2015	-7.1821	112.6948	12.9	303.5
11/19/2015	-7.1817	112.6943	12.8	303.2
11/19/2015	-7.1811	112.6934	12.9	302.4
11/19/2015	-7.1801	112.6918	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1797	112.6912	13.2	302.8
11/19/2015	-7.1794	112.6907	13.2	304.2
11/19/2015	-7.1783	112.6892	13.3	307.7
11/19/2015	-7.1780	112.6887	13.3	307.5
11/19/2015	-7.1776	112.6882	13.3	307.5
11/19/2015	-7.1772	112.6877	13.4	310
11/19/2015	-7.1768	112.6873	13.4	312.1
11/19/2015	-7.1756	112.6859	13.4	314.4
11/19/2015	-7.1734	112.6838	13.4	317.6
11/19/2015	-7.1719	112.6825	13.5	320.8
11/19/2015	-7.1705	112.6814	13.5	321.9

Lanjutan Tabel C. 2 Data Validasi Kapal 1 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K1 (°)	Long K1 (°)	SOG K1 (knot)	COG K1 (°)
11/19/2015	-7.1679	112.6795	13.5	325.6
11/19/2015	-7.1669	112.6788	13.5	330
11/19/2015	-7.1657	112.6782	13.5	333
11/19/2015	-7.1652	112.6779	13.4	332.9
11/19/2015	-7.1641	112.6774	13.4	334.2
11/19/2015	-7.1635	112.6771	13.4	334.9
11/19/2015	-7.1618	112.6764	13.5	336.9
11/19/2015	-7.1612	112.6761	13.5	336.8
11/19/2015	-7.1595	112.6754	13.6	337.4
11/19/2015	-7.1583	112.6749	13.6	341
11/19/2015	-7.1577	112.6747	13.7	342
11/19/2015	-7.1565	112.6743	13.7	343
11/19/2015	-7.1547	112.6738	13.6	341.8
11/19/2015	-7.1541	112.6736	13.6	342
11/19/2015	-7.1529	112.6732	13.6	341.7
11/19/2015	-7.1523	112.6730	13.6	341.7
11/19/2015	-7.1510	112.6726	13.6	341.6
11/19/2015	-7.1487	112.6718	13.7	345
11/19/2015	-7.1362	112.6699	13.4	355.6
11/19/2015	-7.1355	112.6699	13.3	356.1
11/19/2015	-7.1312	112.6696	13.2	357
11/19/2015	-7.1269	112.6694	13.2	357.1
11/19/2015	-7.1258	112.6693	13.2	356.9
11/19/2015	-7.1245	112.6693	13.2	357.6
11/19/2015	-7.1227	112.6692	13.1	356.9
11/19/2015	-7.1196	112.6690	12.9	358.2
11/19/2015	-7.1185	112.6690	12.9	358.2

Tabel C. 3 Data Validasi Kapal 2 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	SOG K2 (knot)	COG K2 (°)
11/19/2015	-7.1888	112.7006	5.2	324.2
11/19/2015	-7.1886	112.7005	5.2	324.4
11/19/2015	-7.1884	112.7003	5.3	324.9
11/19/2015	-7.1882	112.7003	5.3	324.9
11/19/2015	-7.1876	112.6998	5.5	324.2
11/19/2015	-7.1870	112.6993	5.6	322.7
11/19/2015	-7.1868	112.6991	5.7	321.1
11/19/2015	-7.1866	112.6990	5.6	320.1
11/19/2015	-7.1864	112.6988	5.7	318.6

Lanjutan Tabel C. 4 Data Validasi Kapal 2 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	SOG K2 (knot)	COG K2 (°)
11/19/2015	-7.1862	112.6986	5.7	318.1
11/19/2015	-7.1858	112.6983	5.8	318.2
11/19/2015	-7.1856	112.6981	5.9	317.7
11/19/2015	-7.1855	112.6980	5.9	316.7
11/19/2015	-7.1854	112.6979	5.9	316.1
11/19/2015	-7.1854	112.6979	5.9	315.5
11/19/2015	-7.1846	112.6971	6	307.7
11/19/2015	-7.1844	112.6968	6	306.5
11/19/2015	-7.1839	112.6962	6.2	307.5
11/19/2015	-7.1838	112.6959	6.2	308.5
11/19/2015	-7.1836	112.6958	6.2	308.4
11/19/2015	-7.1834	112.6955	6.2	307.8
11/19/2015	-7.1832	112.6953	6.3	307.1
11/19/2015	-7.1831	112.6950	6.3	305.9
11/19/2015	-7.1829	112.6948	6.3	306.5
11/19/2015	-7.1828	112.6945	6.4	306.8
11/19/2015	-7.1826	112.6943	6.4	306.8
11/19/2015	-7.1824	112.6941	6.4	306.7
11/19/2015	-7.1822	112.6938	6.5	306
11/19/2015	-7.1820	112.6936	6.5	305.6
11/19/2015	-7.1818	112.6933	6.5	304.2
11/19/2015	-7.1801	112.6899	7.6	288.4
11/19/2015	-7.1793	112.6873	9.3	286.3
11/19/2015	-7.1792	112.6869	9.5	285.5
11/19/2015	-7.1790	112.6866	9.7	286.7
11/19/2015	-7.1790	112.6865	9.7	286.8
11/19/2015	-7.1789	112.6863	9.8	287.5
11/19/2015	-7.1789	112.6862	9.8	287.9
11/19/2015	-7.1787	112.6856	10.1	293.3
11/19/2015	-7.1782	112.6846	10.5	300.2
11/19/2015	-7.1781	112.6845	10.6	300.9
11/19/2015	-7.1780	112.6843	10.6	302.1
11/19/2015	-7.1775	112.6836	10.9	306.6
11/19/2015	-7.1774	112.6835	10.9	307.2
11/19/2015	-7.1773	112.6833	11	308.1
11/19/2015	-7.1772	112.6832	11.1	308.6
11/19/2015	-7.1754	112.6813	11.7	318
11/19/2015	-7.1751	112.6810	11.7	320.9
11/19/2015	-7.1749	112.6809	11.8	323
11/19/2015	-7.1748	112.6808	11.8	323.9

Lanjutan Tabel C. 5 Data Validasi Kapal 2 diduga melakukan IUU *transshipment*

<i>Date</i>	Lat K2 (°)	Long K2 (°)	SOG K2 (knot)	COG K2 (°)
11/19/2015	-7.1746	112.6807	11.9	322.6
11/19/2015	-7.1619	112.6734	14.5	333.7
11/19/2015	-7.1455	112.6692	15.1	348.3
11/19/2015	-7.1372	112.6676	14.9	353
11/19/2015	-7.1330	112.6672	15	354.1
11/19/2015	-7.1327	112.6672	15	353.8
11/19/2015	-7.1314	112.6671	14.9	354
11/19/2015	-7.1228	112.6663	14.8	358.7
11/19/2015	-7.1219	112.6663	14.9	357.1
11/19/2015	-7.1215	112.6663	14.9	358.5
11/19/2015	-7.1206	112.6662	14.9	0.6
11/19/2015	-7.1203	112.6662	14.9	359.3
11/19/2015	-7.1145	112.6660	14.7	358.9

Tabel C. 6 Data Referensi Kapal untuk Validasi IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	SOG Ref K1 (knot)	COG Ref K1 (°)
11/19/2015	-7.1926	112.7096	11.7	299.8
11/19/2015	-7.1917	112.7082	12.1	303.9
11/19/2015	-7.1913	112.7077	12.2	305.5
11/19/2015	-7.1911	112.7073	12.2	306.2
11/19/2015	-7.1907	112.7068	12.3	306.6
11/19/2015	-7.1904	112.7064	12.4	306.4
11/19/2015	-7.1897	112.7059	12.4	305.9
11/19/2015	-7.1897	112.7052	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7050	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7030	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7026	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7022	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7012	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7007	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.7002	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6998	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6993	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6988	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6982	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6978	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6968	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6963	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6952	12.5	305.9

Lanjutan Tabel C. 7 Data Referensi Kapal untuk Validasi IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	SOG Ref K1 (knot)	COG Ref K1 (°)
11/19/2015	-7.1894	112.6948	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6943	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1894	112.6934	12.5	305.9
11/19/2015	-7.1897	112.6918	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1897	112.6912	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1897	112.6907	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1897	112.6892	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1897	112.6887	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1897	112.6882	13.1	303.1
11/19/2015	-7.1890	112.6877	13.4	310
11/19/2015	-7.1890	112.6873	13.4	310
11/19/2015	-7.1890	112.6859	13.4	310
11/19/2015	-7.1890	112.6838	13.4	310
11/19/2015	-7.1888	112.6825	13.5	320.8
11/19/2015	-7.1880	112.6814	13.5	321.9
11/19/2015	-7.1872	112.6795	13.5	325.6
11/19/2015	-7.1862	112.6788	13.5	330
11/19/2015	-7.1852	112.6782	13.5	333
11/19/2015	-7.1842	112.6779	13.4	332.9
11/19/2015	-7.1832	112.6774	13.4	334.2
11/19/2015	-7.1822	112.6771	13.4	334.9
11/19/2015	-7.1812	112.6764	13.5	336.9
11/19/2015	-7.1802	112.6761	13.5	336.8
11/19/2015	-7.1792	112.6754	13.6	337.4
11/19/2015	-7.1782	112.6749	13.6	341
11/19/2015	-7.1772	112.6747	13.7	342
11/19/2015	-7.1762	112.6743	13.7	343
11/19/2015	-7.1752	112.6738	13.6	341.8
11/19/2015	-7.1742	112.6736	13.6	342
11/19/2015	-7.1732	112.6732	13.6	341.7
11/19/2015	-7.1722	112.6730	13.6	341.7
11/19/2015	-7.1712	112.6726	13.6	341.6
11/19/2015	-7.1702	112.6718	13.7	345
11/19/2015	-7.1692	112.6699	13.4	355.6
11/19/2015	-7.1682	112.6699	13.3	356.1
11/19/2015	-7.1672	112.6696	13.2	357
11/19/2015	-7.1662	112.6694	13.2	357.1
11/19/2015	-7.1652	112.6693	13.2	356.9
11/19/2015	-7.1642	112.6693	13.2	357.6

Lanjutan Tabel C. 8 Data Referensi Kapal untuk Validasi IUU *Transshipment*

<i>Date</i>	Lat Ref K1 (°)	Long Ref K1 (°)	SOG Ref K1 (knot)	COG Ref K1 (°)
11/19/2015	-7.1632	112.6692	13.1	356.9
11/19/2015	-7.1622	112.6690	12.9	358.2
11/19/2015	-7.1612	112.6690	12.9	358.2

Lampiran D. Data Validasi IUU *Fishing* di Perairan Natuna**Tabel D. 1** Data Real Kapal Validasi IUU *Fishing* secara lengkap

<i>TIME ke-</i>	<i>Latitude (°)</i>	<i>Longitude (°)</i>	<i>SOG (knot)</i>	<i>COG (°)</i>
21	1.2421	111.7666	0.1	0
22	1.242	111.7975	0.1	0
23	1.242	111.8214	0.1	0
24	1.2419	111.7446	0.2	0
25	1.2419	111.7958	0.1	0
26	1.2419	111.8282	0.1	0
27	1.2419	111.8265	0.1	0
28	1.2427	111.8301	0.3	0
29	1.2427	111.8027	0.1	0
30	1.2428	111.8059	0.1	0
31	1.2427	111.8298	0.1	0
32	1.2426	111.751	0.2	0
33	1.2427	111.7816	0.1	0
34	1.2426	111.7474	0.1	0
35	1.2427	111.7884	0.1	0
36	1.2425	111.8276	0.2	0
37	1.2427	111.8192	0.1	0
38	1.2427	111.7953	0.1	0
39	1.2428	111.809	0.2	0
40	1.2425	111.7935	0	0
41	1.2425	111.8277	0.1	0
42	1.2425	111.8089	0.1	0
43	1.2425	111.8089	0.2	0
44	1.2426	111.8191	0.1	0
45	1.2426	111.7441	0.1	0
46	1.2427	111.8159	0.1	0
47	1.2428	111.7988	0	0
48	1.2422	111.8293	0.2	0
49	1.2426	111.744	0.1	0
50	1.2429	111.7817	0.1	0
51	1.2428	111.823	0.1	0

Lampiran E. Source Code Sub-sistem Anomali

```

# import library
import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.ensemble import IsolationForest
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

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

# to read csv
df = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/DRIVE.csv')

# to mention the dataset used
X_train = df.iloc[:, 0:3]

# define the model by using the IsolationForest class of Scikit-learn API
iForest = IsolationForest(n_estimators=60, verbose=2)
iForest.fit(X_train)

# predict dataset
pred = iForest.score_samples(X_train)

# plot delE anomali
plt.scatter(X_train.iloc[:, 0], X_train.iloc[:, 1], c=pred, cmap='RdBu')

# pred scores dataset
predE_scores = -1*iForest.score_samples(X_train)

# plot delE with anomali score
plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.scatter(X_train.iloc[:, 0], X_train.iloc[:, 1], c=predE_scores, cmap='coolwarm')
plt.colorbar(label='Anomali Score')
plt.xlabel('Time (Hour)')
plt.ylabel('Position Difference (Meter)')
plt.show()

# define model delE to show anomali scores and anomali classification
delE = (X_train['delE'].values.reshape(-1,1))
model_isoforest = IsolationForest()
model_isoforest.fit(delE)
scores = model_isoforest.score_samples(delE)
X_train['anomali_scores'] = model_isoforest.score_samples(delE)
X_train['anomali_classification'] = model_isoforest.predict(X_train['delE'].values.reshape(-1,1))

np.average(predE_scores)
anomali_scores = model_isoforest.score_samples(delE)
def mape(anomali_scores, pred):
    return np.mean(np.abs((anomali_scores - pred) / anomali_scores)) * 100
result = mape(anomali_scores, pred)
result

```

Lampiran F. *Source Code Sub-sistem Selection dan Decision*

Source code pada MATLAB

```
%% Initialize
clc
clear
close all
warning off all

%% Load Data
load = readmatrix('TrainingData');
TrainData = load(:,1:3);
TrainClass = load(:,4);

%% Classification Demo 1
epoch_n = 20;
dispOpt = zeros(1,4);
numMFs = 3;
inmfype= 'gauss2mf';
outmfype= 'constant';
split_range=2;
Model=ANFIS.train(TrainData,TrainClass,split_range,numMFs,inmfype,outmfype,dispOpt,epoch
_n);
save('model_mat/renam_Model','Model')
```

Source code pada Python

```
import matlab.engine
import numpy
import pandas

modelMat = "renam_Model"

#Load the dataset
trainingset = pandas.read_csv('TestingData.csv')
training_data = trainingset.values
X = training_data[:,0:3]
Y_testRaw = training_data[:,3]

numpy.savetxt("temp/renamTest.csv", X, delimiter=",")

eng = matlab.engine.start_matlab()
eng.matfis_predict(f"model_mat/{modelMat}.mat", "temp/renamTest.csv")

resultSet = pandas.read_csv('temp/matfis_result.csv')
result_matfish = resultSet.values

#Evaluating
Y_test = Y_testRaw[1:len(Y_testRaw)]
predictY = numpy.reshape(result_matfish, (-1))
mape = numpy.abs((Y_test-predictY)/Y_test).mean(axis=0)*100
print(mape)
```

```
#Identification result
input = numpy.asarray([[83, 2.2, 6.6]]).reshape(1,3)
numpy.savetxt("temp/renametest.csv", input, delimiter=",")
eng = matlab.engine.start_matlab()
eng.matfis_predict("model_mat/renametest_Model.mat", "temp/renametest.csv")
identresult = pandas.read_csv('temp/matfis_result.csv')
print(identresult.columns[0])
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya. Penulis menempuh Pendidikan di SDN Bulak Banteng 1/263 (2007-2012), SMPN 15 Surabaya (2012-2014), SMAN 19 Surabaya (2014-2017), dan sejak tahun 2018 hingga saat ini sedang menempuh Pendidikan S-1 di Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama aktif menjadi mahasiswa, penulis bergabung dalam organisasi kemahasiswaan HMTF selama periode 2019-2020 sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat dan Keprofesian dan selama periode 2020-2021 sebagai Wakil Kepala Departemen Sosial Masyarakat dan Keprofesian. Selain aktif dalam berorganisasi, penulis aktif dalam kegiatan akademik sebagai asisten Laboratorium Pengukuran, Keandalan, Resiko, dan Keselamatan mulai dari tahun 2020. Pengalaman *internship* selama 2 bulan dilakukan di PT. Petrokimia Gresik (Persero). Bidang minat penulis adalah instrumentasi dan control. Penulis pernah mendapatkan prestasi sebagai juara 2 dan best paper dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah yang diselenggarakan oleh Universitas Mataram. Dalam kegiatan diluar perkuliahan, penulis mengikuti kegiatan-kegiatan *volunteer*. Penulis dapat dihubungi melalui email *hanifahrasbinip@gmail.com*.