UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Pergerakan Kapal Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) Menggunakan
Random Forest dengan Penghalusan Kalman Filter di Perairan Selat Sunda**
Kyla Lavinia Aisha Suryanto, Dr. Iswandi, S.T., M.Eng ; Prof. Dr. Ir Risanuri Hidayat,M.Sc., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN iii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR SINGKATAN xi

Intisari xii

Abstract xiii

Abstract xiii

I LATAR BELAKANG 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 6

II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 7

2.1 Tinjauan Pustaka 7
2.2 Landasan Teori 9
2.2.1 *Automatic Identification System* (AIS) 9
2.2.2 Komponen Teknis AIS 10
2.2.3 Mekanisme Operasional dan Format Pesan 13
2.2.4 Trajektori Kapal 14
2.2.5 Perhitungan Jarak (*Haversine Formula*) 15

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Pergerakan Kapal Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) Menggunakan
Random Forest dengan Penghalusan Kalman Filter di Perairan Selat Sunda**
Kyla Lavinia Aisha Suryanto, Dr. Iswandi, S.T., M.Eng ; Prof. Dr. Ir Risanuri Hidayat,M.Sc., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.6 Machine Learning 16
2.2.7 Supervised Learning 17
2.2.8 Fase dalam Machine Learning 18
2.2.9 Metrik Evaluasi 20
2.2.10 Interpretasi Umum Metrik Evaluasi 22
2.2.11 Kalman Filter 22
2.2.12 Mekanisme Random Forest 29

III METODOLOGI PENELITIAN 36
3.1 Alat dan Bahan 36
3.1.1 Alat Tugas Akhir 36
3.1.2 Bahan Tugas Akhir 36
3.2 Metode yang digunakan 37
3.3 Tahapan Pelaksanaan 38
3.3.1 Akuisisi Data *(Data Acquisition)* 39
3.3.2 Pengumpulan Data *(Data Collection)* 40
3.3.3 Pembersihan Data *(Data Cleaning)* 41
3.3.4 *Data Preprocessing* 42
3.3.5 Pembagian Data (*Data Splitting*) 46
3.3.6 *Filtering* dengan *kalman filter* 47
3.3.7 Pelatihan Model (*Model Training*) 48
3.3.8 Evaluasi Model 49
3.4 Jadwal Kegiatan 51

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 52
4.1 Gambaran Umum Dataset 52
4.2 Analisis Data Eksploratif 53
4.2.1 Struktur Data dan Statistik Deskriptif 54
4.2.2 Analisis *Missing Value* 55
4.2.3 Distribusi Geografis dan Kecepatan Kapal 56
4.2.4 Tipe Kapal dan Frekuensi Ping 57
4.2.5 Aktivitas Temporal 59
4.3 Filter Nilai Tidak Valid 61
4.4 Filter Jumlah Ping Minimum 62
4.5 Pembentukan Fitur Trajektori 62
4.6 Encoding Fitur Kategorikal dan Siklikal 63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Pergerakan Kapal Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) Menggunakan
Random Forest dengan Penghalusan Kalman Filter di Perairan Selat Sunda**
Kyla Lavinia Aisha Suryanto, Dr. Iswandi, S.T., M.Eng ; Prof. Dr. Ir Risanuri Hidayat,M.Sc., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7 Filter Kapal Bergerak dan Pembersihan Akhir 64
4.8 Pemilihan Fitur dan Penentuan Target 66
4.9 Pembagian Data Latih dan Data Uji 67
4.10 *Filtering Trajektori* 67
4.11 Pelatihan dengan Algoritma *Random Forest* 68
4.12 Analisis Kepentingan Fitur 69
4.13 Trajektori Kapal Sampel 71
4.14 Nilai Aktual dibandingkan dengan Nilai Prediksi 72
4.15 Hasil Evaluasi Model 74
4.16 Pengaruh Prapemrosesan dan Rekayasa Fitur 77
4.17 Distribusi Error Prediksi 78

V KESIMPULAN DAN SARAN **81**
5.1 Kesimpulan 81
5.2 Saran 82

DAFTAR PUSTAKA **86**

LAMPIRAN **87**
L.1 Bukti Wawancara dengan Narasumber 87
L.2 Daftar Pertanyaan Wawancara 87
L.3 Kode Pemrograman 87

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Pergerakan Kapal Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) Menggunakan
Random Forest dengan Penghalusan Kalman Filter di Perairan Selat Sunda**
Kyla Lavinia Aisha Suryanto, Dr. Iswandi, S.T., M.Eng ; Prof. Dr. Ir Risanuri Hidayat,M.Sc., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian 51

Tabel 4.2 Nilai Minimum Kolom Utama Dataset AIS 53
Tabel 4.3 Informasi Struktur Kolom Dataset AIS 54
Tabel 4.4 Statistik Deskriptif Kolom Utama Dataset AIS 54
Tabel 4.5 Jumlah Kapal Berdasarkan Jumlah Ping 58
Tabel 4.6 Sepuluh Bendera Kapal Terbanyak dalam Dataset AIS 60
Tabel 4.7 Informasi Data Setelah Penerapan Batasan Ping Minimal . . 62
Tabel 4.8 Informasi Fitur Trajektori dan Selisih Waktu 63
Tabel 4.9 Contoh Hasil Encoding dan Cyclical Encoding 64
Tabel 4.10 Informasi Dataset Kapal Bergerak 65
Tabel 4.11 Input Model 66
Tabel 4.12 Output Model 67
Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Model pada Data Latih dan Data Uji 75

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Pergerakan Kapal Berbasis Data Automatic Identification System (AIS) Menggunakan
Random Forest dengan Penghalusan Kalman Filter di Perairan Selat Sunda**
Kyla Lavinia Aisha Suryanto, Dr. Iswandi, S.T., M.Eng ; Prof. Dr. Ir Risanuri Hidayat,M.Sc., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh perangkat *transponder Automatic Identification System* (AIS) transponder,diambil dari [1]. 11
Gambar 2.2 Contoh perangkat VHF pada AIS, diambil dari [2]. 12
Gambar 2.3 Tahapan dalam *machine learning*. 19
Gambar 2.4 Kalman Filter. 23
Gambar 2.5 *Decision tree* dalam *random forest*. 30

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian pada Jalur Pelayaran Selat Sunda. 37
Gambar 3.2 Diagram sistem penelitian. 38
Gambar 3.3 Alur tahap penelitian. 39
Gambar 3.4 Alur akuisisi data AIS oleh BAKAMLA. 39
Gambar 3.5 Tahap pembersihan data. 41
Gambar 3.6 Flowchart data *preprocessing*. 43
Gambar 3.7 Visualisasi lintasan kapal dari data AIS yang telah dibersihkan. 45

Gambar 4.1 *Missing value* per kolom 55
Gambar 4.2 Distribusi Geografis Posisi Kapal dan Kecepatan Kapal Bergerak di Selat Sunda 56
Gambar 4.3 Distribusi Kecepatan Kapal Bergerak di Selat Sunda 57
Gambar 4.4 Tipe Kapal Terbanyak 58
Gambar 4.5 Frekuensi Ping AIS per Kapal 59
Gambar 4.6 Aktivitas Harian Kapal di Selat Sunda 61
Gambar 4.7 Lintasan Kapal sebelum dan sesudah *filtering* oleh Kalman Fiter 68
Gambar 4.8 Tingkat Kepentingan Fitur pada Model 69
Gambar 4.9 Trajektori Kapal Sampel 71
Gambar 4.10 Nilai Aktual VS Prediksi Lintang Kapal 73
Gambar 4.11 Nilai Aktual VS Prediksi Bujur Kapal 73
Gambar 4.12 Distribusi Error dalam persentil 78
Gambar 4.13 Distribusi Spasial *Error* pada Selat Sunda 79

Gambar L.1 Bukti wawancara dengan narasumber. 87