Deteksi Anomali Jalur Pelayaran Alur Laut Kepulauan Indonesia II (ALKI II) Berbasis Data AIS dengan Mean Fullstack Application

Abdullah Fiqru Siech*[1], Afif Zuhri Arifianto[2], Mohammad Khoirul Hasin[3], Ryan Yudha Adhitya[4], Ii Munadhif[5], Mustika Kurnia Mayang Sari[6]
Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya[1]
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya[2,3,4,5,6]
*[1]e-mail: abdullah.fiqru@student.ppns.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan lalu lintas maritim yang efektif menjadi tantangan penting dalam dunia modern, terutama dengan meningkatnya volume transportasi laut yang membutuhkan sistem navigasi yang aman dan efisien. *Automatic Identification System* (AIS) berperan penting dalam memantau pergerakan kapal, namun kemampuan sistem ini dalam mendeteksi perilaku anomali dan mengelola zona geografis tertentu masih terbatas. Jurnal ini bertujuan untuk mengembangkan sistem AIS berbasis teknologi *Geovience* dan *Anomaly Detection* dengan memanfaatkan kerangka kerja Angular pada *front-end* dan *Node.js Express TypeScript* pada *back-end.* Sistem ini dirancang untuk memproses data AIS yang diterima dalam format NMEA dari port maritim, yang kemudian didekode dan disimpan ke dalam basis data MongoDB. Teknologi *geovience* digunakan untuk menentukan zona navigasi yang aman, sementara deteksi anomali berbasis aturan diterapkan untuk mengidentifikasi aktivitas kapal yang tidak wajar, seperti pelanggaran rute atau kecepatan melebihi ambang batas. Hasil pemrosesan data divisualisasikan melalui antarmuka berbasis peta interaktif yang memungkinkan operator memantau lalu lintas kapal secara *real-time* dan menerima notifikasi terkait anomali. Pengembangan sistem ini mencakup beberapa langkah utama, mulai dari pemrosesan data AIS, implementasi *geovience*, pengembangan algoritma *anomaly detection*, hingga integrasi komponen *back-end* dan *front-end.* Hasil akhir dari tugas akhir ini adalah sebuah sistem yang mampu memberikan solusi terpadu untuk mendukung efisiensi dan keamanan navigasi maritim, dengan potensi aplikasi lebih lanjut pada pengelolaan wilayah perairan skala besar.

Kata kunci **:** *Anomaly Detection; Angular; Automatic Identification System (AIS); Geovience; Manajemen Lalu Lintas Maritim; MongoDB; Node.js Express TypeScript; Sistem Navigasi.*

ABSTRACT

Effective maritime traffic management is a crucial challenge in the modern era, especially with the increasing volume of sea transportation that demands safe and efficient navigation systems. The Automatic Identification System (AIS) plays a vital role in monitoring vessel movements. However, its ability to detect anomalous behavior and manage specific geographical zones remains limited. This final project aims to develop an AIS-based system utilizing Geovience technology and Anomaly Detection, leveraging the Angular framework for the front-end and Node.js Express TypeScript for the back-end. The system is designed to process AIS data received in NMEA format from maritime ports, decode it, and store it in a MongoDB database. Geovience technology is employed to determine safe navigation zones, while rule-based anomaly detection is implemented to identify unusual vessel activities, such as route violations or exceeding speed limits. The processed data is visualized through an interactive map-based interface, enabling operators to monitor vessel traffic in real time and receive notifications of anomalies. The development of this system involves several key steps, including AIS data processing, Geovience implementation, anomaly detection algorithm development, and integration of back-end and front-end components. The final outcome is an integrated solution to enhance the efficiency and security of maritime navigation, with potential applications for managing large-scale marine territories.

Keywords : *Anomaly Detection; Angular; Automatic Identification System (AIS); Geovience; Maritime Traffic Management; MongoDB; Navigation System; Node.js Express TypeScript.*

PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia membentang dari 6° LU sampai 11° LS dan 92° sampai 142° BT, terdiri dari sekitar 17.504 pulau dengan wilayah laut seluas 5,9 juta km² dan garis pantai sepanjang 95.161 km (Arianto, 2020). Posisi Indonesia yang berada di antara dua benua, Asia dan Australia, serta dua samudera, Pasifik dan Hindia, menjadikannya negara strategis di kawasan Asia Tenggara dan Asia Pasifik (Sagala, 2021). Adapun letaknya yang berada di persimpangan jalur pelayaran internasional membuat Indonesia penting bagi transportasi laut global, dengan beberapa jalur internasional melewati wilayahnya. Indonesia menetapkan sejumlah alur internasional (ALKI) yang melewati yurisdiksinya sebagai jalur pelintasan kapal asing.

Konektivitas antar pulau dan stabilitas ALKI, terutama ALKI I, II, dan III, menjadi aspek penting yang perlu dikaji, dengan fokus pada ALKI II karena panjang dan kelikuannya serta berbagai masalah dan potensi ancaman yang ada. ALKI merupakan jalur pelayaran dan penerbangan internasional yang dapat dimanfaatkan secara damai oleh kapal dan pesawat asing sesuai ketentuan *Law of the Sea Convention* (LOSC) (Rustam, 2016). ALKI II mencakup jalur perairan Laut Sulawesi, Selat Makassar, Selat Lombok, dan Laut Flores, yang menghubungkan lalu lintas perdagangan internasional dari Afrika ke Asia Tenggara dan Jepang, serta dari Australia ke Singapura, Tiongkok, dan Jepang, untuk memastikan kelancaran pelayaran dan penerbangan internasional secara berkesinambungan (Harris, 2021).



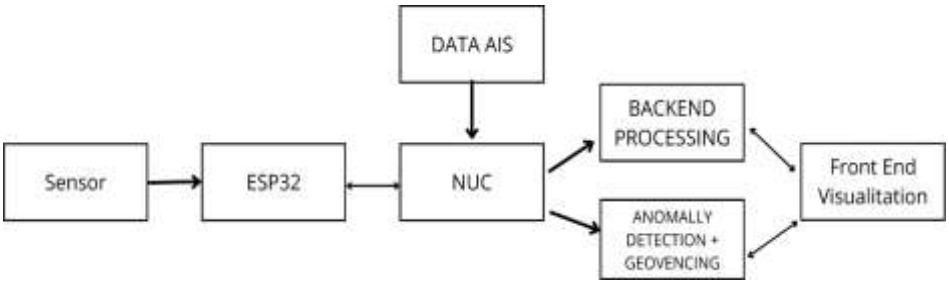
Gambar 1. Alur Laut Kepulauan Indonesia dan Pembagiannya

Keberadaan jalur ALKI tidak hanya sebagai jalur pelayaran internasional, tetapi juga berfungsi sebagai pintu gerbang memanjang yang membelah wilayah laut Indonesia. Fenomena ini dapat menguntungkan namun juga menimbulkan potensi ancaman terhadap keselamatan pelayaran, pertahanan, dan keamanan nasional, seiring meningkatnya kompleksitas pengawasan alur laut (Sihasale & Leatemia, 2021). Pintu masuk dan keluar yang terpusat di tiga ALKI tersebut berdampak pada timbulnya berbagai potensi ancaman (Hidayat, 2019). Adapun ancaman ini seperti perompakan, penyelundupan, dan pelanggaran hukum menjadi isu yang perlu ditangani secara efektif, meskipun keterbatasan sumber daya menyebabkan lemahnya penegakan hukum dan pengelolaan wilayah laut (Aliyah et al., 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang terintegrasi dan efisien. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah *Automatic Identification System* (AIS), sistem pelacakan otomatis yang wajib dimiliki setiap kapal dan diatur oleh IMO untuk menjamin kepatuhan (Triandy & Santoso, 2020). *Automatic Identification System* (AIS) adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan informasi kapal dan mengirimkannya dari kapal ke kapal maupun dari kapal ke darat melalui station penerima menggunakan gelombang radio VHF secara otomatis (A A Istri Sri Wahyuni, Sereati Hasugian, 2022). Data AIS, baik berbasis satelit maupun terestrial, memungkinkan pemantauan pergerakan kapal secara *real-time*, sehingga membantu deteksi dini terhadap potensi ancaman di ALKI II. Untuk mengelola data AIS secara komprehensif, pengembangan aplikasi berbasis *MEAN Fullstack (MongoDB, Express.js, Angular*, dan *Node.js)* dapat menjadi solusi efektif. Aplikasi ini menyediakan platform pemantauan berbasis *web* yang memungkinkan pemantauan *real-time*, peringatan dini, dan pengambilan keputusan cepat. Dengan optimalisasi pemanfaatan data AIS dan penerapan teknologi MEAN Stack, pengawasan serta keamanan ALKI II dapat ditingkatkan secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan yang mendukung efektivitas pengawasan dan

perlindungan jalur pelayaran strategis nasional melalui pendekatan teknologi yang inovatif dan adaptif terhadap tantangan keamanan maritim modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem berbasis perangkat lunak menggunakan *MEAN Fullstack* untuk mengelola data AIS yang diterima melalui AIS *receiver*. Data tersebut akan dikombinasikan dengan data sensor tambahan seperti GPS, giroskop, dan kompas guna mendukung analisis lebih lanjut dan pengolahan terpusat di server. Tujuan utamanya adalah memproses data, mendeteksi anomali, serta menyajikan visualisasi data secara *real-time* berbasis peta untuk mendukung sistem pengamanan di ALKI II.

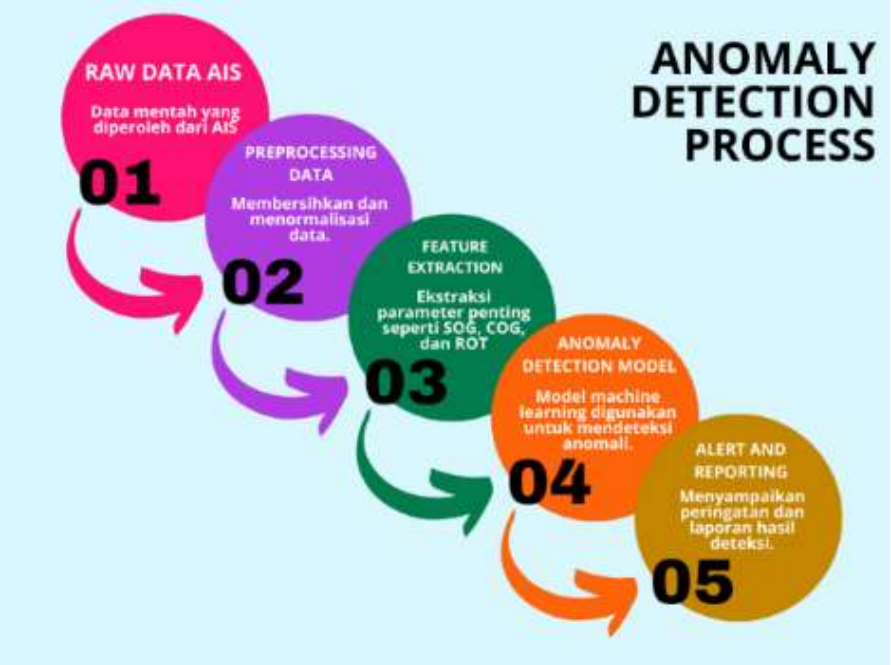


Gambar 2. Diagram Perancangan

Perancangan sistem *database* dilakukan untuk memastikan penyimpanan data secara terstruktur, efisien, dan fleksibel yang mencakup data AIS, deteksi anomali, dan aktivitas sistem. Data AIS berformat NMEA 0183 didekode untuk memperoleh informasi penting seperti posisi, kecepatan, arah, dan identitas kapal, lalu disimpan dalam basis data NoSQL MongoDB guna mempermudah pengelolaan dan analisis. Metode deteksi anomali menggunakan dua pendekatan. Pendekatan pertama bersifat *rule-based,* yaitu dengan mendeteksi aktivitas kapal yang melanggar aturan tertentu seperti kecepatan maksimum, arah menyimpang, atau keluar dari jalur pelayaran.

Pendekatan kedua menggunakan algoritma pembelajaran mesin *Random Forest* untuk mengklasifikasikan data pergerakan kapal sebagai perilaku normal atau anomali berdasarkan pola historis dan fitur-fitur tertentu dalam data AIS. Sistem *geofencing* diterapkan untuk menetapkan zona aman pelayaran di wilayah ALKI II. Zona ini dibuat dalam bentuk *polygon* atau lingkaran *(circle)* menggunakan *Leaflet GeoJSON.* Sistem akan memantau apakah kapal tetap berada dalam zona yang ditentukan. Apabila kapal keluar dari batas *geofencing*, maka hal tersebut akan dicatat sebagai anomali.

Sistem dikembangkan menggunakan *MEAN Stack*, dengan *Node.js, Express.js, TypeScript* sebagai *back-end* yang menyediakan API RESTful untuk mengelola data AIS, notifikasi, dan hasil analisis. Angular digunakan pada *front-end* untuk memvisualisasikan data kapal secara *real-time,* sementara MongoDB berfungsi sebagai basis data utama (Wijaya, 2023). Data dikumpulkan dari AIS dan sensor tambahan (GPS, *akselerometer, gyroscope*) melalui perangkat ESP32, lalu diproses oleh *server backend* dan dianalisis menggunakan algoritma deteksi anomali. Hasilnya ditampilkan di antarmuka *web*, dan sistem mengirim notifikasi jika ditemukan perilaku mencurigakan. Arsitektur *backend* dibuat modular dengan *middleware* untuk autentikasi, validasi, dan *logging* guna menjaga keamanan dan efisiensi sistem.



Gambar 3. Proses Deteksi *Anomaly*

Diagram ini menggambarkan alur logis dan teknis dari sistem deteksi anomali yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan pelayaran, terutama di jalur strategis seperti ALKI II. Proses ini memastikan bahwa setiap potensi ancaman atau perilaku kapal yang tidak biasa dapat dideteksi dan ditindaklanjuti secara cepat dan efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Engine deteksi anomali dalam sistem ini menggunakan algoritma *Random Forest* untuk membedakan pola pelayaran normal dan anomali berdasarkan fitur seperti posisi, kecepatan, arah, dan waktu dari data AIS. Algoritma ini dipilih karena tingkat akurasinya yang tinggi serta kemampuannya dalam memberikan penjelasan lokal melalui analisis *feature importance*, yang memudahkan interpretasi hasil. Dengan komponen tersebut, sistem diharapkan menjadi alat bantu yang efektif dalam pengawasan jalur pelayaran dan meningkatkan keamanan serta efisiensi lalu lintas maritim nasional.

Data *Automatic Identification System* (AIS) yang diterima dalam sistem ini terdiri atas sejumlah parameter penting, antara lain *Maritime Mobile Service Identity* (MMSI), lintang *(latitude),* bujur *(longitude), Speed Over Ground* (SOG), *Course Over Ground* (COG), *Rate of Turn* (ROT), serta status navigasi kapal. Dalam penelitian ini, proses perekaman dan *decoding* data AIS dilakukan menggunakan perangkat lunak. Perangkat lunak ini menerima data mentah dari perangkat keras AIS lalu mendekodenya menjadi informasi penting seperti MMSI, longitude, dan latitude kapal.

Tabel 1. Data AIS Setelah *Preprocessing*

MMSI	Latitude	Longitude	SOG (kt)	COG (°)	ROT (°/min)	Status Navigasi
525123456	-5.12345	119.12345	15.2	270	2	Underway
525654321	-5.13001	119.13001	0.0	0	0	Anchored
...	...	...	...	...	...	...

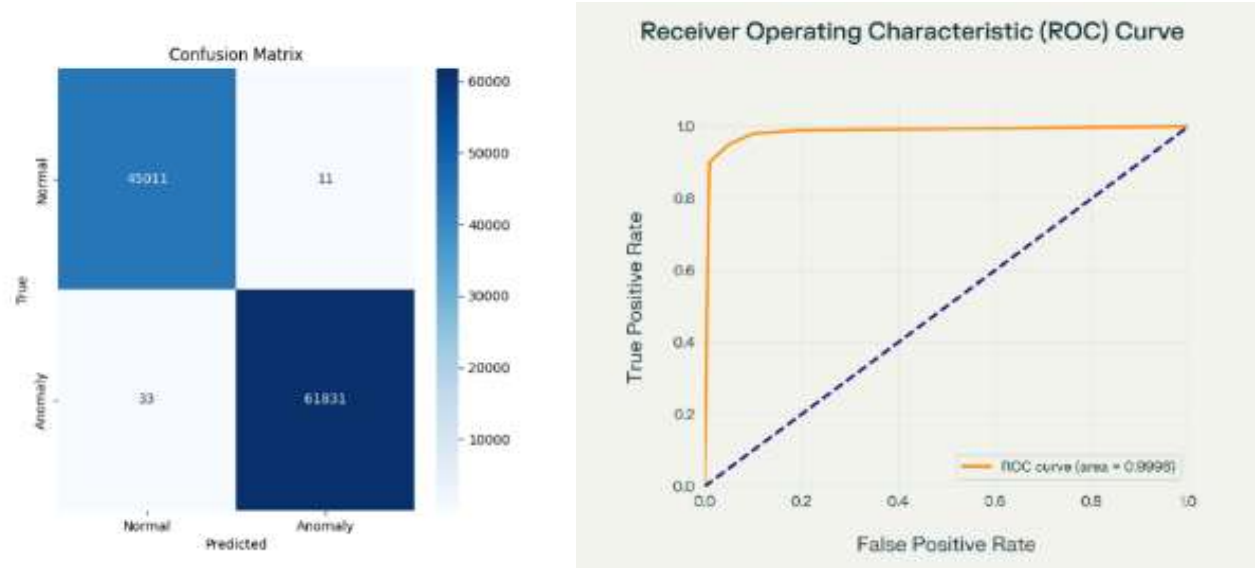
Setelah pelabelan data dengan sistem berbasis aturan, model *Random Forest* dilatih untuk mendeteksi pola anomali yang lebih kompleks yang tidak dapat dikenali oleh aturan statis, dengan memanfaatkan fitur-fitur yang telah disiapkan. Berikut adalah hasil yang di dapat dari *summary.json* pelatihan model dengan data *training.*

```
results > {} summary_anomaly_detection.json > ...
{
    "total_unique_vessels": 2465,
    "unique_vessels_anomaly": 1714,
    "unique_vessels_normal": 2484,
    "total_anomaly_records": 309259,
    "total_normal_records": 225167,
    "anomaly_percentage": 69.53346855983773,
    "record_anomaly_percentage": 57.86750644616841,
    "insights": [
        "Jumlah kapal unik yang terdeteksi anomali lebih sedikit dibandingkan kapal normal, menunjukkan bahwa sebagian kecil kapal menunjukkan perilaku anomali.",
        "Distribusi anomali dapat digunakan untuk fokus pengawasan pada kapal-kapal tertentu.",
        "Analisis lebih lanjut dapat dilakukan berdasarkan tipe kapal, waktu, dan lokasi untuk memahami pola anomali."
    ],
    "anomaly_breakdown": {
        "Pola pergerakan zig-zag / pergantian rotasi > 30 beberapakali": 180868,
        "Inkonsistensi: melaporkan bergerak tapi hampir diam": 110666,
        "Inkonsistensi: melaporkan berlayar tapi terlalu lambat": 12069,
        "Inkonsistensi: melaporkan diam tapi bergerak": 2208,
        "Anomali perbedaan waktu (>2 jam)": 1641,
        "Anomali kecepatan (>30 knot)": 402,
        "Sinyal duplikat": 351,
        "Inkonsistensi: melaporkan memancing tapi terlalu cepat": 300,
        "Inkonsistensi: melaporkan tidak terkendali tapi bergerak teratur": 250,
        "Manuver mendadak (perubahan arah >45 derajat)": 225,
        "Status navigasi tidak valid": 197,
        "Kecepatan tidak konsisten (>5 knot dalam 3 titik berturut-turut)": 39,
        "Posisi sama dalam waktu berbeda": 30,
        "Akselerasi tidak normal": 1,
        "Anomali posisi (jarak >5.5 km dalam <5 menit)": 1
    },
    "detection_timestamp": "2025-04-28T14:26:40.762994"
}
```


Gambar 4. Pelatihan model dengan data training.

Dari gambar berikut didapatkan hasil bahwasannya meskipun mayoritas data pergerakan kapal menunjukkan perilaku normal, sekitar 70% kapal terdeteksi memiliki setidaknya satu anomali dalam pola pergerakannya. Jenis anomali yang paling dominan adalah pola gerakan zig-zag atau perubahan arah secara tidak wajar, yang dapat mengindikasikan manuver mencurigakan atau tidak efisien. Informasi ini sangat bermanfaat untuk meningkatkan efektivitas sistem pemantauan keamanan maritim secara *real-time*, khususnya di wilayah strategis seperti ALKI II, dengan cara mengarahkan fokus pengawasan pada kapal-kapal yang menunjukkan pola anomali tertentu.

Berikut merupakan evaluasi pelatihan model. Pada bagian ini menyajikan hasil evaluasi dari proses pelatihan model, yang mencakup kinerja model dalam mengklasifikasikan data, tingkat akurasi, serta efektivitasnya dalam mendeteksi anomali berdasarkan data yang telah dilabeli.



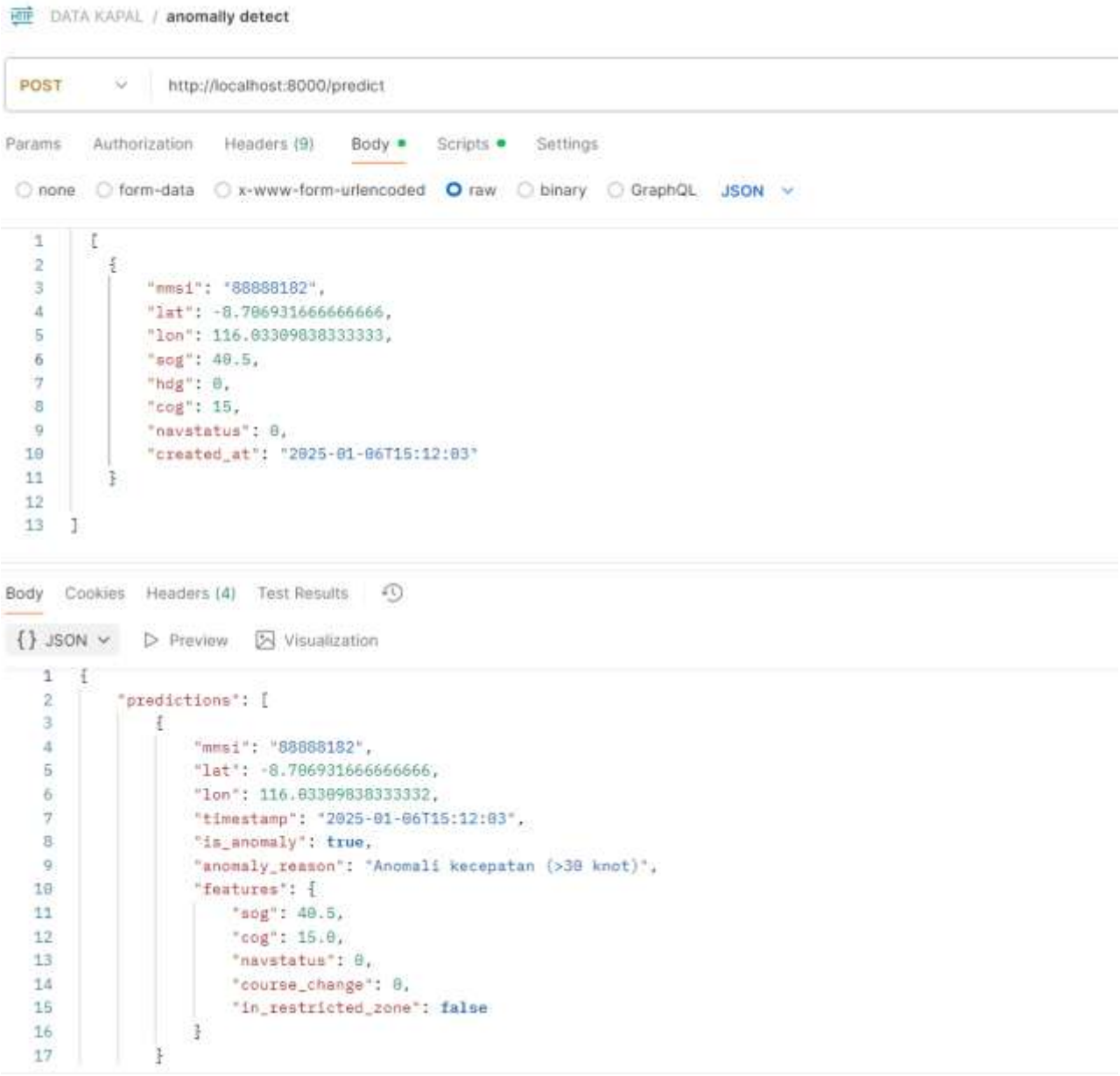
Gambar 5. visualisasi *confusion matrix*

Gambar v*isualisasi confusion matrix* menunjukkan *confusion matrix* dalam bentuk *heatmap* yang menggambarkan performa model dalam memprediksi kelas normal dan anomali. Hasil evaluasi model

menunjukkan performa yang sangat baik, dengan 45.011 data normal berhasil diprediksi dengan benar sebagai normal *(True Negative)* dan 61.831 data anomali juga diprediksi dengan benar sebagai *anomali (True Positive)*.

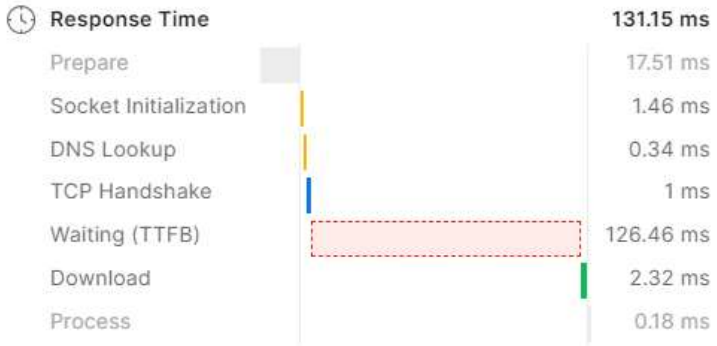
Hanya terdapat 11 data normal yang salah diklasifikasikan sebagai anomali *(False Positive)* dan 33 data anomali yang salah diklasifikasikan sebagai normal *(False Negative).* Warna biru yang lebih gelap pada diagonal utama *confusion matrix* menunjukkan akurasi prediksi yang tinggi. Selain itu, kurva ROC pada gambar kedua menunjukkan performa klasifikasi yang nyaris sempurna, dengan nilai AUC mencapai 0,9996, mendekati nilai maksimum 1,0, yang menandakan kemampuan model yang sangat tinggi dalam membedakan antara data normal dan data anomali.

Pengujian *endpoint* API bertujuan memastikan model *Random Forest* dapat diakses dan berfungsi dengan baik melalui antarmuka API. FastAPI digunakan sebagai *framework* karena menawarkan performa tinggi dan dokumentasi otomatis yang mudah. Berikut pengujian yang dilakukan pada *post data anomali*:



Gambar 6. Pengujian *post data anomaly*

Setelah pengujian pos data anomali dilanjutkan dengan pengujian *post response* API. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa *endpoint* mampu menerima, memproses, dan menyimpan data dengan benar ke dalam sistem.



Gambar 7. Pengujian Response API

Berdasarkan hasil pengujian sistem, diperoleh beberapa temuan penting. Pertama, *endpoint* API yang dikembangkan berfungsi dengan baik dan memberikan respons yang cepat, dengan rata-rata waktu respons sebesar 131,15 mili detik. Kedua, model *Random Forest* yang diterapkan mampu mendeteksi anomali kecepatan kapal, khususnya jika *Speed Over Ground* (SOG) melebihi 30 knot, dengan tingkat akurasi yang tinggi. Ketiga, performa keseluruhan sistem menunjukkan kinerja yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan pemantauan secara *real-time*. Terakhir, waktu tunggu awal (*Time to First Byte* atau TTFB) menjadi komponen terbesar dari waktu respons total, namun nilainya masih berada dalam kisaran yang sangat baik untuk aplikasi deteksi anomali.

Setelah dilakukan kalibrasi dan pengujian fungsi selesai, sensor HMC, Gy25, dan GPS diuji secara integrasi dalam sistem untuk memastikan data yang dihasilkan akurat dan dapat diproses dengan baik. Pengujian ini juga memverifikasi konektivitas antar sensor dan perangkat keras lain, serta memastikan data posisi, orientasi, dan gerakan kapal ditampilkan secara menyeluruh di antarmuka pengguna dalam bentuk peta interaktif yang mendukung deteksi anomali. Pengujian *website* dilakukan untuk memastikan semua fitur sistem *monitoring* dan deteksi anomali berjalan sesuai rencana, meliputi aspek fungsional, performa, dan kompatibilitas tampilan. Secara fungsional, diuji kemampuan interaksi pengguna dengan peta, seperti menampilkan posisi kapal, jalur pelayaran, zona *geofencing*, serta fitur pencarian dan filter data kapal.

Dari sisi performa, pengujian fokus pada kecepatan respons *website* saat memuat data *real-time* dan *rendering* peta maupun grafik, agar sistem tetap responsif meski menghadapi jumlah data besar dan pergerakan kapal secara masif.



Gambar 8. Tampilan Website

Implementasi sistem menunjukkan bahwa *platform* mampu memproses data AIS secara *real-time* dan mendeteksi beberapa bentuk anomali seperti perubahan arah yang tiba-tiba, keberadaan kapal di area terbatas, serta pergerakan kapal yang tidak sesuai dengan ALKI II. Sistem juga menampilkan peta interaktif yang memberikan informasi lengkap kepada pengguna mengenai posisi kapal dan statusnya.

Penggunaan *MEAN Fullstack* terbukti efisien dalam membangun aplikasi dengan performa tinggi dan skalabilitas yang baik. *Backend* mampu menangani ribuan data per detik, sementara *frontend* memberikan pengalaman pengguna yang responsif.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem deteksi anomali jalur pelayaran berbasis data AIS menggunakan algoritma Random Forest, yang mampu mengidentifikasi pola pergerakan kapal yang tidak wajar secara *real-time*. Model dipilih karena akurasi tinggi dan kemampuannya menjelaskan pentingnya setiap fitur (*feature importance*), sehingga mendukung transparansi dalam proses pengambilan keputusan. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa sekitar 70% kapal mengalami setidaknya satu anomali, dengan anomali dominan berupa perubahan arah tidak wajar (zig-zag). Model menunjukkan performa klasifikasi sangat tinggi, terbukti dari akurasi nyaris sempurna (AUC = 0.9996), serta *false positive* dan *false negative* yang sangat rendah. Visualisasi *confusion matrix* dan kurva ROC mendukung temuan ini. Sistem ini juga berhasil diintegrasikan dengan API berbasis FastAPI, yang menunjukkan waktu respons rata-rata hanya 131,15 ms, dan mampu menyimpan serta menampilkan data dengan cepat dan andal. Penggunaan *MEAN Fullstack* terbukti efektif dalam mengelola data besar dan mendukung aplikasi berskala besar dengan performa yang stabil. Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan kinerja unggul sebagai alat bantu dalam pengawasan dan peningkatan keamanan maritim, khususnya di wilayah strategis seperti ALKI II, serta dapat menjadi bagian penting dalam sistem deteksi anomali nasional berbasis teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

A A Istri Sri Wahyuni, Sereati Hasugian, S. F. (2022). STUDI OPTIMASI IMPLEMENTASI AIS (AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM) TIPE B PADA KAPAL – KAPAL DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI (PPP) MAYANGAN PROBOLINGGO. *Syntax Literate*, *33*(1), 1–12.

Aliyah, P. N., Wijaya, A. U., & Hadi, F. (2024). Penegakan Hukum Illegal Fishing Dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Lingkungan Di Indonesia Guna Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). *Jurnal Yustisiabel*, *8*(1), 105–123.

Arianto, M. F. (2020). Potensi Wilayah Pesisir di Negara Indonesia. *Jurnal Geografi*, *20*(20), 1–7.

Harris, A. (2021). "StrategiPertahanan Laut Dalam RangkaAncaman Keamanan Laut Kepulauan Indonesia II." *Jurnal Strategi Pertahanan Laut (JSPL)*, *5*(1), 15–30.

Hidayat, A. S. (2019). Implementasi Strategi Pengendalian Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II Dalam Mendukung Ketahanan Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, *25*(3), 313. https://doi.org/10.22146/jkn.49528

Rustam, I. (2016). Tantangan ALKI dalam Mewujudkan Cita-cita Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia. *Indonesian Perspective*, *1*(1), 1–21. https://doi.org/10.14710/ip.v1i1.10426

Sagala, F. (2021). Peran Organisasi Maritim Internasional (International Maritime Organization) Melalui Konvensi Di Bidang Kemaritiman Dalam Lalulintas Perdagangan Internasional Di Wilayah Perairan Indonesia. *Jurnal Hukum Dan Bisnis (Selisik)*, *7*(2), 2–16.

Sihasale, J. D. C., & Leatemia, J. L. (2021). Analisis Penempatan Lokasi Station Ais (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring Alki (Alur Laut Kepulauan Indonesia) Iii Secara Maksimal. *ALE Proceeding*, *2*(April), 57–63. https://doi.org/10.30598/ale.2.2019.57-63

Triandy, R., & Santoso, N. (2020). Pengembangan Aplikasi Web Reservasi Paket Wisata menggunakan MERN Stack (Studi Kasus: Zona Tamasya Tour Organizer). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *4*(6), 1616–1624.

Wijaya, T. (2023). Implementasi Framework Angular untuk Meningkatkan Performa Aplikasi Web Modern. *Corisindo*, 33–37.