

PENGAWASAN MARITIM EFEKTIF MELALUI IMPLEMENTASI AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) UNTUK JALUR PELAYARAN SURABAYA-MAKASSAR

(EFFECTIVE MARITIME SURVEILLANCE THROUGH AUTOMATIC IDENTIFICATION
SYSTEM (AIS) IMPLEMENTATION FOR SHIPPING LANES SURABAYA-MAKASSAR)

Agung Bachtiar, Dewi Trilia, Hendrin Agus Franciscus Hia, Rayhan Aulia Zafirawan, Asep Adang
Supriyadi

Pogram Studi Magister Keamanan Maritim, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
Kawasan *Indonesia Peace and Security Center (IPSC)* Sentul Bogor Jawa Barat
E-mail: bachtiaragung90@gmail.com

Diterima: 10 Juni 2024; Direvisi: 10 September 2024; Disetujui untuk Dipublikasikan: 14 Oktober 2024

ABSTRAK

Pengawasan maritim yang efektif sangat penting untuk menjaga keamanan dan efisiensi jalur pelayaran, terutama di era globalisasi yang ditandai dengan meningkatnya aktivitas perdagangan internasional. Penelitian ini mengkaji efektivitas implementasi Automatic Identification System (AIS) dalam pengawasan jalur pelayaran Surabaya-Makassar, bagian dari Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II. Metode observasi digunakan untuk mengumpulkan data posisi kapal selama 24 jam melalui situs MarineTraffic dengan interval pengambilan data setiap 15 menit. Data dianalisis menggunakan metode Haversine untuk menghitung jarak antar titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat geografis kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AIS memberikan informasi real-time dan menyeluruh mengenai situasi maritim, memungkinkan optimalisasi rute, peningkatan keselamatan dan keamanan pelayaran, serta peningkatan efisiensi operasional. Informasi mengenai kecepatan rata-rata kapal dan jarak tempuh penting untuk menilai efisiensi dan keselamatan pelayaran. Rata-rata kecepatan kapal KM. Gunung Dempo adalah 14 knot, dengan total jarak tempuh 757,06 km. Implementasi AIS dalam pengawasan jalur pelayaran Surabaya-Makassar memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan maritim, memastikan jalur pelayaran yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci: *Automatic Identification System (AIS)*, Jalur pelayaran, Pengawasan maritim

ABSTRACT

Effective maritime surveillance is essential to maintain the safety and efficiency of shipping lanes, especially in an era of globalization marked by increasing international trade activities. This study examines the effectiveness of Automatic Identification System (AIS) implementation in monitoring the Surabaya-Makassar shipping lane, part of the Indonesian Archipelago Sea Route (ALKI) II. Observation method was used to collect ship position data for 24 hours through Marine Traffic website with data retrieval interval every 15 minutes. The data was analyzed using the Haversine method to calculate the distance between points on the earth's surface based on the geographical coordinates of the ship. The results showed that AIS provides real-time and comprehensive information on the maritime situation, enabling route optimization increased safety and security of shipping, and improved operational efficiency. Information on average ship speed and distance traveled is important for assessing shipping efficiency and safety. The average ship speed of KM. Gunung Dempo is 14 knots, with a total mileage of 757.06 km. The implementation of AIS in the surveillance of the Surabaya-Makassar shipping lane makes a significant contribution in improving efficiency and maritime safety, ensuring safer and more efficient shipping lanes.

Keywords: *Automatic Identification System (AIS)*, Shipping lanes, Maritime surveillance

PENDAHULUAN

Dalam konteks globalisasi dan meningkatnya aktivitas perdagangan internasional, pengawasan maritim menjadi elemen krusial dalam menjamin keamanan dan efisiensi jalur pelayaran. Pengawasan yang efektif di perairan global sangat penting karena laut adalah jalur utama pergerakan barang antarnegara, yang menghubungkan berbagai

perekonomian di seluruh dunia (Garcia, 2019). Tanpa pengawasan yang memadai, risiko seperti kecelakaan kapal, pembajakan, penyelundupan, dan berbagai aktivitas ilegal lainnya dapat meningkat, mengancam keselamatan pelayaran dan stabilitas perdagangan internasional.

AIS diperkenalkan pada tahun 1990-an oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) sebagai sistem pelengkap untuk radar frekuensi tinggi, dengan tujuan utama untuk menghindari tabrakan

kapal. Pada tahun 2002, perjanjian SOLAS (Safety of Life at Sea) mengharuskan kapal di atas ukuran tertentu untuk dilengkapi dengan AIS. Penerima AIS yang dipasang di satelit kemudian digunakan untuk meningkatkan jangkauan penerimaan, memungkinkan pengawasan global terhadap kapal besar. Salah satu teknologi yang kini banyak digunakan untuk mendukung pengawasan maritim adalah Sistem Identifikasi Otomatis atau *Automatic Identification System* (AIS) (Suharto, 2023).

AIS merupakan sistem pelacakan otomatis yang digunakan pada kapal dan lalu lintas maritim untuk mengidentifikasi dan memantau pergerakan kapal. Sistem ini berfungsi dengan mengirimkan dan menerima data melalui frekuensi radio VHF, yang mencakup informasi penting seperti identitas kapal, posisi geografis, kecepatan, dan arah. Informasi ini disiarkan secara berkala oleh perangkat AIS yang terpasang di kapal, dan dapat diterima oleh stasiun pantai, kapal lain, serta satelit yang berada dalam jangkauan sinyal (Putra, 2022).

Teknologi AIS memungkinkan otoritas maritim untuk memiliki pandangan yang lebih komprehensif dan *real-time* mengenai situasi di laut. Informasi yang terus diperbarui tentang posisi dan gerakan kapal, otoritas dapat mengelola lalu lintas laut dengan lebih efektif, mencegah terjadinya tabrakan, dan memastikan bahwa kapal-kapal bergerak sesuai dengan jalur yang telah ditentukan (Johnson, 2021). Selain itu, data AIS memungkinkan otoritas untuk memantau aktivitas kapal secara lebih rinci, termasuk mendeteksi kapal yang mungkin terlibat dalam kegiatan ilegal seperti penangkapan ikan tanpa izin atau penyelundupan.

Penerapan teknologi AIS di Indonesia telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas pengawasan maritim. Sebagai contoh, pada 18 November 2022, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) berhasil menghentikan dua kapal ikan asing berbendera Vietnam yang beroperasi secara ilegal di perairan Natuna Utara. Kedua kapal tersebut, KG 9394 TS (140 GT) dan KG 9397 TS (100 GT), terdeteksi melalui Command Center KKP yang memanfaatkan teknologi AIS. Operasi ini menunjukkan bagaimana data AIS dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghentikan aktivitas ilegal di laut, serta mengamankan wilayah perairan Indonesia dari ancaman penangkapan ikan ilegal.

Kemampuan AIS untuk menyediakan informasi yang akurat dan *real-time* juga sangat berharga dalam merespons insiden maritim (Suharto, 2023). Dalam situasi darurat, seperti kecelakaan atau kerusakan kapal, informasi posisi dan status kapal yang disediakan oleh AIS

memungkinkan tim penyelamat untuk merespons dengan cepat dan tepat. Dengan demikian, AIS tidak hanya meningkatkan keselamatan dan keamanan pelayaran tetapi juga membantu mengurangi waktu respons dalam operasi pencarian dan penyelamatan, yang pada akhirnya dapat menyelamatkan nyawa dan mengurangi kerugian material (Utama, 2021).

Implementasi AIS dalam pengawasan maritim menawarkan berbagai manfaat signifikan. Sistem ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi ancaman atau pelanggaran hukum, seperti keberadaan kapal yang tidak terdaftar atau yang beroperasi di luar jalur yang ditentukan (Permana, 2019). Selain itu, AIS sangat berguna dalam operasi pencarian dan penyelamatan, karena memberikan informasi yang akurat mengenai posisi terakhir kapal yang mengalami masalah. Dengan demikian, AIS tidak hanya meningkatkan keamanan pelayaran tetapi juga berkontribusi pada efisiensi operasional dengan membantu otoritas dalam mengambil keputusan yang cepat dan tepat berdasarkan data yang akurat dan *up-to-date* (Budianto, 2018).

Namun, meskipun teknologi AIS telah banyak diadopsi, tantangan dalam pengawasan maritim masih tetap ada. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan jangkauan sinyal AIS (Susanto, 2020). Sistem ini menggunakan frekuensi radio VHF yang memiliki jangkauan terbatas, sehingga sinyal AIS hanya dapat diterima pada jarak tertentu dari stasiun pantai atau kapal lain. Di lautan terbuka atau area yang jauh dari infrastruktur pantai, jangkauan sinyal ini menjadi terbatas, sehingga pemantauan kapal menjadi kurang efektif (Brown, 2020). Sebagai contoh, data AIS yang diambil dari satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 menunjukkan bahwa meskipun cakupan sinyal yang luas, masih terdapat banyak data yang rusak atau hilang karena keterbatasan jangkauan sinyal. Rata-rata data yang diterima oleh LAPAN-A2 adalah 1.730.868 data per hari dengan kerusakan data mencapai 59,5%, sedangkan LAPAN-A3 menerima rata-rata 1.009.477 data per hari dengan kerusakan data sebesar 56,1% (Karim, 2019).

Selain itu, manipulasi data AIS oleh pihak yang tidak bertanggung jawab juga menjadi masalah serius. Beberapa kapal mungkin mematikan perangkat AIS mereka atau memalsukan informasi yang dikirimkan untuk menghindari deteksi oleh otoritas maritim (Putri & Pramono, 2022). Praktik-praktik ini mengurangi keandalan data AIS dan menyulitkan upaya pengawasan.

Deteksi dan pencegahan manipulasi data memerlukan pengembangan teknologi keamanan yang lebih canggih serta regulasi yang ketat untuk

memastikan kepatuhan semua pengguna. Keterbatasan dalam integrasi dengan sistem pengawasan maritim lainnya juga merupakan tantangan yang signifikan (Suryanto & Cahyadi, 2023). AIS, meskipun sangat berguna, perlu diintegrasikan dengan sistem lain seperti radar, satelit, dan sistem informasi geografis (GIS) untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang situasi maritim. Tanpa integrasi yang baik, informasi dari berbagai sumber mungkin tidak dapat digunakan secara efektif untuk pengambilan keputusan. Oleh karena itu, penelitian dan inovasi terus diperlukan untuk mengatasi kendala ini, seperti mengembangkan teknologi satelit (Setiawan & Rahayu, 2021) AIS untuk memperluas jangkauan sinyal, meningkatkan keamanan data, dan memperbaiki integrasi sistem. Upaya ini akan membantu meningkatkan efektivitas pengawasan maritim dan memaksimalkan manfaat dari teknologi AIS.

Penelitian ini bertujuan untuk menginformasikan bagaimana pengawasan maritim dalam implementasi AIS pada jalur pelayaran pada ALKI II. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana AIS dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi pelayaran, terutama dalam konteks memantau dan mengelola lalu lintas kapal. Dengan memanfaatkan data real-time yang disediakan oleh AIS, penelitian ini berupaya untuk memberikan informasi sejauh mana sistem AIS mampu mencegah insiden ancaman maritim, seperti tabrakan, serta mempercepat respons dalam situasi darurat.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi AIS. Beberapa faktor yang akan dieksplorasi meliputi keandalan teknologi, kepatuhan kapal terhadap penggunaan AIS, dan integrasi AIS dengan sistem pengawasan lainnya. Dengan mengkaji aspek-aspek ini, penelitian ini diharapkan dapat mengungkap hambatan-hambatan yang masih ada dan menawarkan solusi untuk mengatasi kendala tersebut. Hal ini penting untuk memastikan bahwa AIS tidak hanya diadopsi secara luas, tetapi juga digunakan secara optimal untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi pelayaran. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan strategi dan kebijakan yang lebih baik dalam pengawasan maritim.

Temuan-temuan dari penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga bagi otoritas maritim, pembuat kebijakan, dan para pemangku kepentingan lainnya dalam upaya mereka untuk mengoptimalkan penggunaan AIS. Rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat memberikan gambaran manfaat AIS

kepada masyarakat dan stakeholder. Harapannya stakeholder terkait dapat mewajibkan semua perusahaan pelayaran mengadopsi teknologi tersebut agar terciptanya keselamatan dan efisiensi pelayaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode observasi dengan penerapan sistem pengidentifikasian otomatis (AIS) yang tersedia melalui situs web *Marine Traffic*. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengamati pergerakan kapal KM. Gunung Dempo di jalur pelayaran Surabaya-Makassar. Data dikumpulkan secara *real-time* selama 24 jam dengan interval pengambilan data setiap 15 menit. Metode ini dikombinasikan dengan pendekatan *Haversine* untuk menghitung jarak antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat geografis kapal.

Desain Pengamatan

Pemilihan kapal dan jalur pelayaran merupakan langkah awal dalam penelitian ini. Kapal yang diamati adalah KM. Gunung Dempo, yang sering melintasi jalur pelayaran Surabaya-Makassar. Kapal KM. Gunung Dempo dipilih karena merupakan salah satu kapal penumpang utama yang beroperasi secara reguler di rute ini, yang memberikan representasi yang baik dari lalu lintas maritim di jalur pelayaran Surabaya-Makassar yang merupakan salah satu jalur pelayaran sibuk di Indonesia. Jalur ini juga strategis karena menghubungkan pelabuhan penting di Jawa Timur dan Sulawesi Selatan, sehingga menjadi fokus utama dalam studi keamanan dan efisiensi pelayaran. Selain itu, jalur pelayaran ini dipilih karena masuk ke dalam Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II, yang meskipun tidak sepadat ALKI I, tetapi merupakan jalur strategis yang rawan terhadap pelanggaran hukum maritim. ALKI II mencakup daerah yang memerlukan pengawasan ketat karena peningkatan aktivitas pelayaran dan potensi ancaman keamanan maritim.

Pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan situs web *MarineTraffic* yang menyediakan informasi AIS dari berbagai kapal di seluruh dunia. Data posisi kapal dikumpulkan secara real-time selama 24 jam dengan interval pengambilan data setiap 15 menit. Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *MarineTraffic* yang memungkinkan pemantauan kapal secara langsung melalui AIS. Perangkat lunak ini menyediakan informasi detail tentang posisi, kecepatan, dan arah kapal berdasarkan sinyal AIS yang dipancarkan oleh kapal.

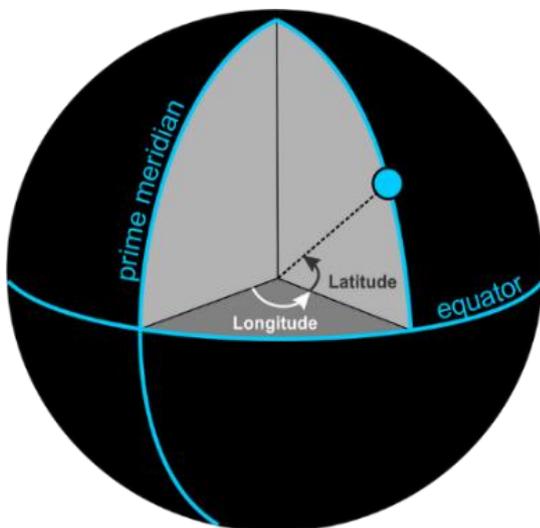
AIS Decoder pada *MarineTraffic* digunakan untuk menerima dan mengolah sinyal AIS yang dipancarkan oleh kapal-kapal yang berada dalam jangkauan, memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan real-time. Data yang diambil mencakup koordinat geografis (lintang dan bujur),

kecepatan kapal, dan arah pelayaran. Untuk memastikan kualitas data yang diperoleh, setiap posisi kapal diperiksa secara berkala. Pedoman dari International Maritime Organization (IMO) digunakan sebagai referensi untuk memastikan keandalan data observasi. Validasi data dilakukan dengan membandingkan hasil pengamatan dengan data historis dan laporan lain yang relevan. Data yang diperoleh dari AIS kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Pengolahan data di Excel meliputi, penyusunan data dalam format yang dapat dianalisis, serta penerapan rumus-rumus dan fungsi Excel untuk melakukan analisis lebih lanjut.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Gambar digunakan untuk menampilkan rute yang diambil oleh kapal KM. Gunung Dempo selama periode pengamatan, sementara tabel menampilkan hitungan jarak yang ditempuh menggunakan metode *Haversine* serta data kecepatan dan arah kapal. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan pergerakan aktual kapal dengan rencana pelayaran yang telah ditentukan. Identifikasi area rawan pelanggaran dan penilaian efektivitas pengawasan melalui AIS juga dilakukan.

Metode *Haversine* digunakan dalam analisis untuk menghitung jarak antara dua titik koordinat di permukaan bumi. Kami menggunakan metode *Haversine* untuk menghitung jarak antar titik di permukaan bumi dengan menggunakan bujur dan lintang sebagai variabel masukan. Rumus *Haversine* merupakan persamaan penting dalam navigasi yang memberikan informasi jarak lingkaran besar antara dua titik di permukaan bola (bumi) berdasarkan informasi garis bujur dan garis lintang (Purbaningtyas & et al, 2019). Hal ini memungkinkan perhitungan yang lebih akurat terhadap jarak yang ditempuh oleh kapal dalam periode waktu tertentu. Dengan demikian, dapat diidentifikasi apakah kapal bergerak sesuai dengan jalur yang diharapkan atau terjadi penyimpangan (Ani & et al, 2024).



Gambar 1. Pola dasar haversine.

Gambar 1 menunjukkan pengukuran sudut lintang (Latitude) dan bujur (Longitude) yang merupakan dasar dari perhitungan jarak menggunakan rumus Haversine. Prime Meridian adalah garis bujur nol derajat yang membagi bumi menjadi belahan timur dan barat, sedangkan Equator adalah garis lintang nol derajat yang membagi bumi menjadi belahan utara dan selatan. Pada **Gambar 1**, kita dapat melihat bahwa Prime Meridian dan Equator berpotongan di titik pusat bumi. Latitude diukur dari Equator ke arah kutub utara atau selatan, dan dibagi menjadi derajat dari 0° di Equator hingga 90° di kutub. Longitude diukur dari Prime Meridian ke arah timur atau barat, dan dibagi menjadi derajat dari 0° hingga 180°.

Pengukuran lintang dan bujur ini sangat penting dalam navigasi dan pemetaan karena memungkinkan kita menentukan posisi yang tepat di permukaan bumi. Dalam perhitungan jarak, rumus Haversine digunakan untuk menghitung jarak lingkaran besar antara dua titik di permukaan bola bumi berdasarkan koordinat lintang dan bujur mereka. Rumus Haversine bekerja dengan menggunakan fungsi trigonometri untuk menghitung jarak antara dua titik dengan mempertimbangkan kelengkungan bumi. Ini memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode pengukuran jarak lurus sederhana yang tidak memperhitungkan bentuk bulat bumi.

Rumus Haversine menghitung jarak dengan mengasumsikan jari-jari bumi. Untuk menghitung jarak menggunakan rumus Haversine, kita pertama-tama mengkonversi lintang dan bujur dari derajat ke radian. Kemudian, kita menghitung perbedaan lintang dan bujur antara dua titik, dan menggunakan fungsi sinus dan kosinus dalam rumus untuk mendapatkan jarak. Rumus Haversine sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti penerbangan, pelayaran, dan sistem navigasi global (GPS), dimana akurasi posisi dan jarak sangat penting. Secara keseluruhan, pemahaman tentang lintang, bujur, Prime Meridian, dan Equator adalah dasar yang penting untuk berbagai bidang ilmu yang melibatkan navigasi dan pemetaan, serta perhitungan jarak yang akurat di permukaan bumi menggunakan rumus Haversine. Rumus ini mengasumsikan jari-jari bumi adalah 6.367,45 km. Posisi dua titik diberikan oleh koordinat bola dengan lintang dan bujur masing-masing: lon1, lat1, serta lon2, lat2. Rumus Harvesine dapat ditulis **Persamaan 1**, **Persamaan 2** dan **Persamaan 3** sebagai berikut (Nugroho et al., 2020):

$$A = \sin^2 \left(\frac{lat2-lat1}{2} \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$B = \cos(\text{lat}1) \times \cos(\text{lat}2) \times \sin^2\left(\frac{\text{lon}2 - \text{lon}1}{2}\right) \dots\dots(2)$$

$$d = 2r \times \arcsin(\sqrt{A+B}) \dots\dots(3)$$

di mana:

lat1 = Lintang titik pertama (dalam derajat)

lat2 = Lintang titik kedua (dalam derajat)

lon1 = Bujur titik pertama (dalam derajat)

lon2 = Bujur titik kedua (dalam derajat)

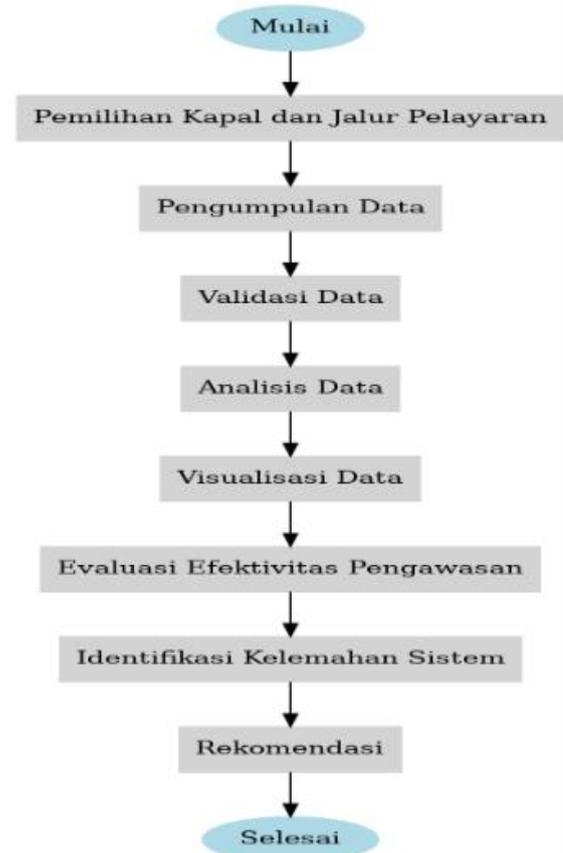
d = jarak

r = radius bumi = 6371 km

Contoh perhitungannya, jika diketahui data rute pelayaran Sorong ke Surabaya (lat1, lon1): lat1 = -0.8762, lon1 = 131.2558 dan (lat2, lon2): lat2 = -7.2575, lon2 = 112.7521. Perhitungan adalah $\Delta\text{lat} = \text{lat}2 - \text{lat}1 = -7.2575 - (-0.8762) = -6.3813$ dan $\Delta\text{lon} = \text{lon}2 - \text{lon}1 = 112.7521 - 131.2558 = -18.5037$. Selanjutnya konversi ke radian $\Delta\text{lat} = -0.1114$ radian $\Delta\text{lon} = -0.3230$ radian. Hitung A dan B: A = 0.0031 B = 0.0249. Jarak d: $d \approx 2145$ km. Jadi, jarak antara Sorong dan Surabaya sekitar 2145 km.

Diagram Alur Penelitian

Pada **Gambar 2**, ditampilkan alur penelitian pengawasan maritim efektif melalui implementasi Automatic Identification System (AIS) untuk jalur pelayaran Surabaya-Makassar. Diagram ini menggambarkan langkah-langkah yang diambil dalam penelitian mulai dari pemilihan kapal dan jalur pelayaran, pengumpulan data, validasi data, analisis data, visualisasi data, evaluasi efektivitas pengawasan, identifikasi kelemahan sistem, hingga rekomendasi dan kesimpulan akhir. Untuk evaluasi efektivitas dilakukan dengan membandingkan hasil analisis data AIS dengan standar atau target pengawasan yang telah ditetapkan. Beberapa kriteria yang digunakan dalam evaluasi ini meliputi jumlah dan frekuensi pelanggaran, waktu respons pengawasan, kepatuhan kapal terhadap rute yang ditentukan, serta peningkatan keselamatan dan keamanan pelayaran. Hasil evaluasi ini digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan dalam sistem pengawasan, seperti keterbatasan jangkauan sinyal AIS dan keakuratan data. Berdasarkan temuan ini, rekomendasi perbaikan sistem dapat dibuat, termasuk peningkatan infrastruktur AIS dan pelatihan bagi petugas pengawas. Kesimpulan akhir menyajikan ringkasan temuan penelitian serta saran untuk penelitian lebih lanjut guna meningkatkan efektivitas pengawasan maritim di masa mendatang.

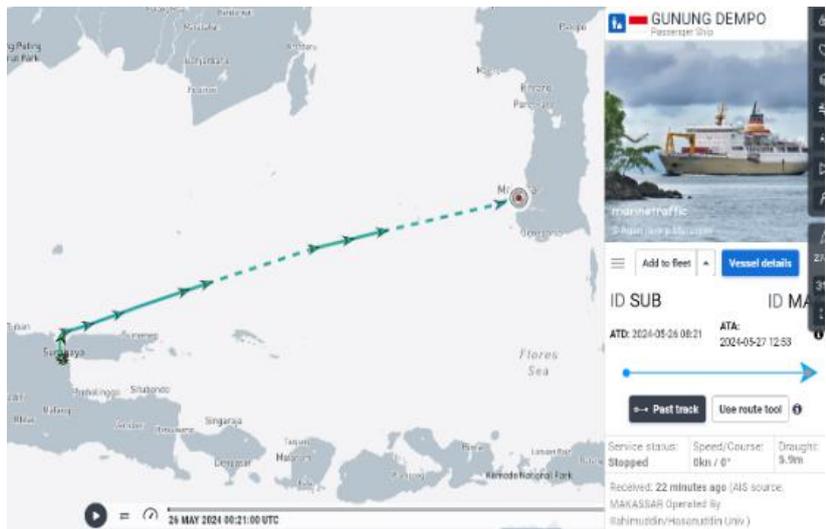


Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

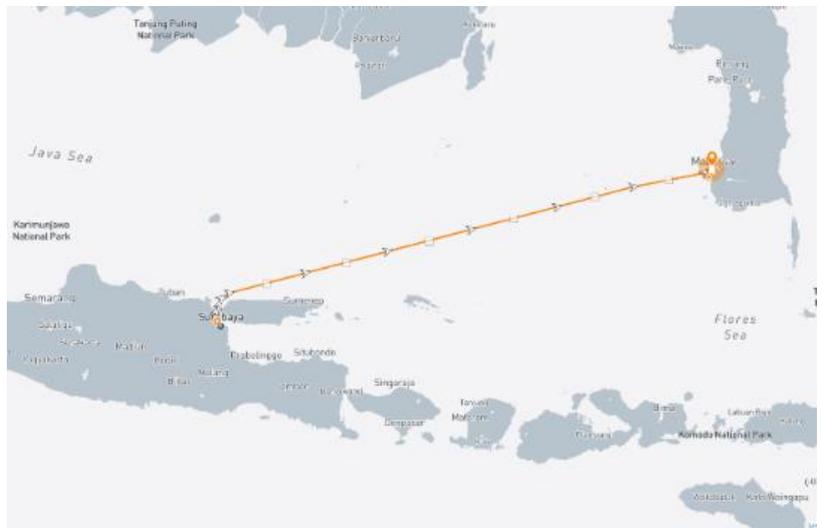
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Kapal dan Jalur Pelayaran pada web *Marine Traffic*

Penelitian ini menggunakan web *Marine Traffic* dengan memilih Kapal KM. Gunung Dempo rute Surabaya-Makassar untuk diteliti. *Marine Traffic* adalah situs web yang menyajikan data pergerakan kapal dan kondisi pelabuhan di seluruh dunia dalam waktu nyata. Di bagian atas halaman utama, pengguna dapat menggunakan kotak pencarian untuk memilih kapal dan jalur pelayaran. Setelah memasukkan nama kapal, nomor IMO, atau MMSI, informasi detail tentang kapal tersebut akan ditampilkan, termasuk posisi saat ini, tujuan, kecepatan, dan data historis (**Gambar 3**). Pengguna juga dapat melihat jalur pelayaran kapal melalui tab "TRACK" atau "ROUTE" *Marine Traffic* (**Gambar 4**). Tab ini menampilkan rute yang telah ditempuh dan jalur yang akan dilalui menuju tujuan. Selain itu, pengguna dapat menyesuaikan kapal sesuai dengan jenis, ukuran, tujuan, dan statusnya, serta memperbesar atau memperkecil peta interaktif. Informasi tentang pelabuhan tertentu juga disediakan oleh *Marine Traffic*.



Gambar 3. Kapal KM. Gunung Dempo rute Surabaya Makassar.



Gambar 4. Rute pelayaran Surabaya-Makassar

Hasil Perhitungan Kecepatan Rata – Rata Kapal

Selama periode pengamatan yang berlangsung selama 24 jam, telah dikumpulkan data mengenai kecepatan kapal pada berbagai titik (lihat **Tabel 1**). Hasil ini mencakup kecepatan kapal di beberapa titik, yang masing-masing memberikan informasi perubahan kecepatan kapal sepanjang rute pengamatan.

Tabel 1. Data kecepatan Kapal KM. Gunung Dempo rute Surabaya-Makassar.

Titik	Kecepatan Kapal (knot)
Titik A	0,5
Titik B	14,6
Titik C	9,2
Titik D	17,0
Titik E	17,1
Titik F	16,2
Titik G	15,8
Titik H	15,6
Titik I	15,5

Titik	Kecepatan Kapal (knot)
Titik J	15,8
Titik K	17,1

Pada **Tabel 1** menunjukkan data kecepatan kapal KM. Gunung Dempo pada rute Surabaya-Makassar. Data tersebut diukur dalam satuan knot pada berbagai titik sepanjang rute. Berdasarkan tabel, rata-rata kecepatan kapal adalah 14 knot, meskipun terdapat variasi kecepatan yang signifikan di beberapa titik. Perbedaan kecepatan ini disebabkan oleh berbagai faktor.

Pada titik A, kecepatan kapal sangat rendah, hanya 0,5 knot, kemungkinan besar karena kondisi cuaca buruk atau kapal sedang bermanuver keluar atau masuk pelabuhan di Surabaya. Selain itu, kecepatan rendah pada titik A dan C, masing-masing 0,5 knot dan 9,2 knot, bisa disebabkan oleh prosedur pelabuhan yang mengharuskan kapal berlayar perlahan untuk memastikan keamanan. Arus laut juga memainkan peran penting dalam mempengaruhi

kecepatan kapal. Pada titik D, E, dan K, kecepatan kapal relatif tinggi, yaitu 17,0 knot, 17,1 knot, dan 17,1 knot, mungkin karena arus laut yang mendukung atau kondisi lautan yang lebih tenang. Selain itu, performa mesin kapal yang baik memungkinkan kapal berlayar dengan kecepatan optimal, sementara masalah teknis dapat menyebabkan penurunan kecepatan. Kapten kapal juga menyesuaikan kecepatan berdasarkan rute navigasi untuk menghindari rintangan atau melalui jalur pelayaran yang aman.

Titik-titik dengan kecepatan stabil menunjukkan kondisi pelayaran normal. Kesimpulannya, variasi kecepatan kapal KM. Gunung Dempo pada rute Surabaya-Makassar disebabkan oleh kombinasi faktor cuaca, prosedur pelabuhan, arus laut, performa mesin kapal, dan navigasi rute. Rata-rata kecepatan 14 knot mencerminkan kapal berlayar dengan kecepatan konsisten di sebagian besar rute, namun mengalami penurunan kecepatan pada beberapa titik karena faktor-faktor tersebut. Analisis ini memberikan gambaran tentang kompleksitas operasional kapal di laut dan pentingnya mempertimbangkan berbagai aspek untuk memastikan keselamatan dan efisiensi pelayaran.

Hasil Perhitungan Jarak menggunakan Metode Haversine

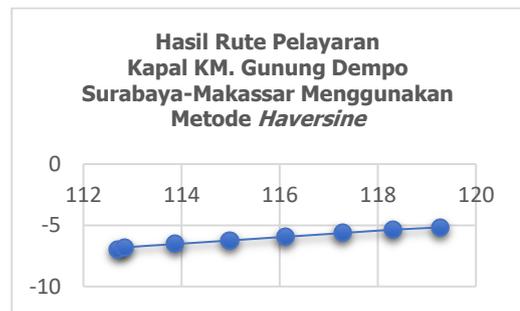
Tabel 2 adalah hasil penghitungan jarak Kapal KM. Gunung Dempo dengan kecepatan rata-rata 14 knot yang telah diolah oleh penulis menggunakan metode *Haversine*. Selama periode pengamatan yang berlangsung selama 24 jam, data mengenai posisi lintang (*Latitude*) dan bujur (*Longitude*) kapal di beberapa titik telah dikumpulkan, yang masing-masing memberikan informasi penting mengenai perubahan lokasi kapal sepanjang rute pengamatan.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Metode *Haversine* Kapal KM. Gunung Dempo Rute Surabaya-Makassar

Titik	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	Hasil (km)
Titik A	-6,965	112,708	-
Titik B	-6,8101	112,839	22,490
Titik C	-6,5335	113,878	118,79
Titik D	-6,2409	114,986	126,68
Titik E	-5,9421	116,113	128,96
Titik F	-5,6368	117,28	133,49
Titik G	-5,3606	118,307	117,74
Titik H	-5,1759	119,273	108,91

Pada **Tabel 2** memperlihatkan hasil penghitungan menggunakan metode *Haversine* dan satuan km. Penghitungan tersebut mendapatkan jarak total 757,06 km. Perhitungan

jarak tempuh kapal KM. Gunung Dempo pada rute Surabaya-Makassar dilakukan menggunakan metode *Haversine*, yang memberikan estimasi jarak berdasarkan koordinat lintang dan bujur dari beberapa titik yang dilalui. Berdasarkan hasil perhitungan, jarak antara Titik A (-6,965; 112,708) dan Titik B (-6,8101; 112,839) adalah 22,49 km. Selanjutnya, jarak dari Titik B ke Titik C (-6,5335; 113,878) adalah 118,79 km, dari Titik C ke Titik D (-6,2409; 114,986) adalah 126,68 km, dari Titik D ke Titik E (-5,9421; 116,113) adalah 128,96 km, dari Titik E ke Titik F (-5,6368; 117,28) adalah 133,49 km, dari Titik F ke Titik G (-5,3606; 118,307) adalah 117,74 km, dan dari Titik G ke Titik H (-5,1759; 119,273) adalah 108,91 km. Jika dijumlahkan, total jarak yang ditempuh oleh kapal KM. Gunung Dempo dari titik awal di Surabaya hingga titik akhir di Makassar adalah 757,06 km. Perhitungan ini menunjukkan jarak efektif yang ditempuh kapal di laut, dan memberikan gambaran akurat mengenai rute yang dilalui berdasarkan koordinat geografis. Metode *Haversine* digunakan untuk menghitung jarak melintang di permukaan bumi, memberikan hasil yang relevan untuk aplikasi navigasi dan pemantauan maritim.



Gambar 5. Hasil rute pelayaran Kapal KM. Gunung Dempo Surabaya-Makassar.

Rute pelayaran Kapal KM. Gunung Dempo dari Surabaya ke Makassar dibagi menjadi beberapa segmen, masing-masing dengan jarak tertentu. Segmen-segmen ini menunjukkan titik-titik penting di sepanjang rute yang memerlukan pemantauan maritim (**Gambar 5**). Implementasi AIS memungkinkan pemantauan kapal secara *real-time* di setiap segmen rute, mulai dari Titik A (Surabaya) hingga Titik H (Makassar). Dengan data koordinat yang akurat, otoritas maritim dapat melacak pergerakan kapal dan memastikan kepatuhan terhadap rute yang direncanakan.

AIS memberikan informasi posisi yang terus menerus di setiap titik, membantu dalam mengidentifikasi dan menghindari potensi bahaya atau tabrakan. Misalnya, dalam segmen panjang seperti dari Titik E ke Titik F (133,49 km), pengawasan yang konsisten melalui AIS sangat penting untuk memastikan keselamatan pelayaran. Dengan jarak antar titik yang dihitung secara presisi, AIS dapat mendeteksi aktivitas mencurigakan atau ilegal di sepanjang rute.

Segmen-segmen dengan jarak panjang dan daerah terbuka, seperti dari Titik D ke Titik E (128,96 km), memerlukan pengawasan yang intensif untuk mencegah penyelundupan atau kegiatan ilegal lainnya.

Data jarak yang diperoleh melalui metode *Haversine* dapat digunakan untuk mengoptimalkan rute pelayaran, menghemat waktu dan bahan bakar. Selain itu, data rata-rata kecepatan kapal dan data perhitungan melalui metode *Haversine* bisa digunakan untuk menghitung estimasi waktu tiba (ETA), yang merupakan informasi penting untuk perencanaan dan pengelolaan logistik, serta untuk menginformasikan pihak penerima atau penumpang tentang waktu kedatangan yang lebih akurat. AIS membantu dalam memberikan informasi real-time tentang kondisi laut dan cuaca, memungkinkan kapten kapal untuk membuat keputusan navigasi yang lebih baik dan efisien. AIS memfasilitasi komunikasi yang lebih baik antara kapal dan otoritas maritim di setiap titik penting sepanjang rute. Hal ini memastikan bahwa informasi kritis dapat disampaikan dengan cepat dan tepat waktu, meningkatkan koordinasi keseluruhan dalam pengawasan maritim.

KESIMPULAN

Implementasi Automatic Identification System (AIS) dalam pengawasan maritim telah terbukti meningkatkan efektivitas dalam menjaga keamanan dan keselamatan jalur pelayaran. AIS memberikan manfaat signifikan seperti peningkatan keselamatan pelayaran melalui deteksi dan identifikasi kapal secara real-time, efisiensi operasional dengan optimasi rute dan koordinasi lalu lintas maritim, serta peningkatan keamanan dengan kemampuan mendeteksi aktivitas ilegal dan merespons keadaan darurat dengan cepat. Dengan memanfaatkan teknologi AIS dan analisis jarak yang akurat, seperti yang ditunjukkan dalam rute pelayaran kapal Gunung Dempo dari Surabaya ke Makassar, otoritas maritim dapat memastikan pengawasan yang lebih baik dan navigasi yang lebih aman bagi kapal-kapal yang beroperasi di perairan internasional.

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi AIS dengan menganalisis data kecepatan kapal KM. Gunung Dempo pada rute Surabaya-Makassar, menggunakan metode *Haversine* untuk menghitung jarak tempuh kapal berdasarkan koordinat lintang dan bujur, serta memanfaatkan AIS untuk pemantauan kapal secara real-time. Data kecepatan menunjukkan variasi yang disebabkan oleh kondisi cuaca, prosedur pelabuhan, arus laut, performa mesin kapal, dan navigasi rute. Berdasarkan temuan penelitian mengenai implementasi Automatic Identification System (AIS) dalam pengawasan maritim untuk rute pelayaran KM. Gunung Dempo dari Surabaya ke Makassar, beberapa

rekomendasi spesifik dapat diajukan untuk otoritas maritim dan pembuat kebijakan. Otoritas maritim perlu meningkatkan infrastruktur AIS di seluruh wilayah perairan Indonesia dan memastikan cakupan sinyal yang kuat. Pembuat kebijakan juga harus menginisiasi program pelatihan bagi operator kapal tentang penggunaan AIS yang efektif serta mengembangkan sistem peringatan dini berbasis AIS untuk mendeteksi aktivitas ilegal dan potensi bahaya di laut.

Data AIS dapat digunakan untuk mengoptimalkan rute pelayaran, mengurangi risiko kecelakaan, dan menghemat bahan bakar. Kerja sama internasional dalam pertukaran data AIS penting untuk meningkatkan pengawasan lintas batas. Regulasi terkait penggunaan AIS perlu direvisi dan disempurnakan agar lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Selain itu, aplikasi mobile dapat dikembangkan untuk membantu nelayan dan operator kapal kecil dalam memantau posisi kapal dan menerima informasi penting. Monitoring dan evaluasi berkelanjutan terhadap implementasi AIS juga diperlukan untuk mengidentifikasi area yang membutuhkan peningkatan atau perbaikan. Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan, keamanan, dan efisiensi operasional pelayaran di perairan Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim penulisan yang luar biasa berperan penting dalam mengumpulkan data yang menjadi penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen kami Guru Besar di Universitas Pertahanan RI Marsda TNI (Purn) Prof. Dr. Ir. A. Adang Supriyadi, ST., MM., IPU., ASEAN Eng. yang telah memberikan support dan bimbingan terhadap tim.

DAFTAR PUSTAKA

- Ani, N., & et al. (2024). Application for Monitoring Ship Traffic in Marine Using the *Haversine* Formula Method. *Journal Scientific and Applied Informatics*, Vol. 6 No. 3.
- Enda, D., & et al. (2021). Rancang Bangun Aplikasi AIS Backned untuk Pemantauan Lalu Lintas Kapal di Selat Malaka. *INOVTEK Polbeng-Seri Informatika*, 6(2).
- Garcia, M. (2019). Efektivitas Sistem Pengawasan Maritim: Tinjauan Literatur. *Jurnal Ilmu Maritim*, 5(1), 78–89.
- Johnson, A. (2021). *Integrasi Teknologi Satelit dalam Pengawasan Maritim*. Penerbit Lautan Jaya.
- Karim, A. (2019). (Automatic Identification System (AIS) Satelit Data Correction USING Interpolation and Extrapolation Methode, (Case Study: LAPAN-A2 and LAPAN-A3 Satellite). *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 16(2), 159. <https://doi.org/10.30536/j.jtd.2018.v16.a3049>
- KKP. (2022). Terdeteksi Ilegal, Dua Kapal Ikan Asing Berbendera Vietnam Dihentikan KKP.

- <https://kkp.go.id/news/news-detail/terdeteksi-ilegal-dua-kapal-ikan-asing-berbendera-vietnam-dihentikan-kkp65c1a72638601.html>
- Koleva, E., & et al. (2018). Automated Information System for Evaluation the Stability of the Ship. *CEMA'18 Conference*, (s. 22). Sofia.
- Permana, E. (2019). Penggunaan Teknologi Satelit untuk Pemantauan Kapal di Laut Terbuka. *Jurnal Teknologi Kelautan*, 7(2), 34–48.
- Purbaningtyas, R., & et al. (2019). Regional Leading Potential Recommendations: Implementation of Haversine Formula in Sidoarjo on Hands Mobile Applications. *Problems of Information Technology*, 10(2), 70–76.
- Putra, A. (2022). Integrasi Sistem Radar dan AIS untuk Peningkatan Situational Awareness di Laut. *Prosiding Konferensi Teknologi Maritim*, (ss. 45–56).
- Putri, D., & Pramono, B. (2022). Implementasi Teknologi Enkripsi untuk Meningkatkan Keandalan Informasi AIS dalam Pengawasan Maritim. *Jurnal Keamanan Maritim*, 8(2).
- Rachman, A. N. (2023). Pemanfaatan Media Komunikasi Digital Pada Pelayaran. *Economics and Digital Business Review*, Vol. 4 No. 2.
- Rizki Putra Luriansyah, D. A. (2022). Sistem Pengenalan Wajah Pada Keamanan Pintu Otomatis Menggunakan Metode Eigenface Berbasis Raspberry Pi. *Kurawal Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 5 nomer 2(Vol 5 No 2 (2022): Vol 5 No 2 (2022): Jurnal Kurawal Volume 5, Nomor 2, Oktober 2022), 4-6. doi:<https://doi.org/10.33479/kurawal.v5i2.644>
- Setiawan, A., & Rahayu, M. (2021). Integrasi AIS dengan Sistem Radar Untuk Peningkatan Situational Awareness di Laut. *Konferensi Internasional Tentang Teknologi Maritim (ICTM)*.
- Suharto, B. (2023). Penerapan Teknologi AIS dalam Pengawasan Maritim: Studi Kasus di Selat Malaka. *Jurnal Navigasi Dan Keselamatan Pelayaran*, 15(2), 78–92.
- Suryanto, A., & Cahyadi, R. (2023). Efektivitas Integrasi Sistem Pengawasan Maritim dalam Mengelola Risiko Navigasi. *Jurnal Teknologi Maritim Dan Navigasi*, 12(1).
- Susanto, D. (2020). *Tantangan dan Solusi dalam Implementasi AIS untuk Pengawasan Maritim*. Jakarta: Lautan Nusantara.
- Tungribali, L. Y., & Andjarwirawan, J. (2022). Pengawasan Jalur Kapal dengan Automatic Identification System (AIS) Berbasis Android. *Jurnal Infra*, Vol. 10 No. 2.
- Utama, C. (2021). Analisis Efektivitas Sistem Pengawasan Maritim Berbasis AIS: Tinjauan dari Perspektif Operasional. *Jurnal Keamanan Maritim*, 8(1), 112–125.
- Wolsing, K., Roepert, L., Bauer, J., & Wehrle, K. (2022). Anomaly Detection in Maritime AIS Tracks: A Review of Recent Approaches. In *Journal of Marine Science and Engineering* (Vol. 10, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jmse10010112>
- Budianto, S. (2018). *Keamanan Pelayaran dalam Konteks Globalisasi: Peran AIS*. Jakarta: Terbitan Lautan.

Halaman ini sengaja kami kosongkan