

Sistem Monitoring Posisi Kapal Patroli Berbasis GPS dan Android Terintegrasi Web Mapping untuk Pengawasan Wilayah Perairan

Moh. Azhar^{1*}; Lia Puspa Sari²; Irmayani Irmayani³

¹Teknik Dirgantara, FTTL, ITL Trisakti

^{2,3}Teknik Elektro, FSTT, Institut Sains dan Teknologi Nasional

e-mail: ir.irmayani@istn.ac.id

Abstrak

Sistem pemantauan kapal merupakan komponen penting dalam mendukung kegiatan pengawasan wilayah perairan. Beberapa negara telah menerapkan *Vessel Monitoring System* (VMS) sebagai bagian dari strategi *Monitoring, Control, and Surveillance* (MCS). Namun demikian, sebagian kapal patroli Bakamla RI dengan ukuran di bawah 15 meter belum dilengkapi dengan sistem pemantauan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring posisi kapal patroli berbasis *Global Positioning System* (GPS) menggunakan perangkat Android yang terintegrasi dengan web server dan web mapping untuk memantau posisi kapal secara real-time. Metode pengembangan sistem dilakukan dengan membangun aplikasi Android untuk memperoleh koordinat GPS dan mengirimkan data ke server melalui *web service*, kemudian divisualisasikan pada peta digital menggunakan Google Maps API. Pengujian sistem dilakukan berdasarkan standar kualitas perangkat lunak ISO 9126 yang meliputi aspek kesesuaian fungsional, keandalan, portabilitas, dan efisiensi kinerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mampu mengambil dan mengirimkan data koordinat dengan waktu rata-rata kurang dari 5 detik, sedangkan fitur *panic button* merespons kurang dari 3 detik. Pada sisi server, sistem mampu menampilkan posisi kapal secara real-time dengan penggunaan CPU tidak melebihi 30% dan penggunaan RAM kurang dari 40% saat menerima data dari tiga klien secara simultan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang efisien dan mampu mendukung pemantauan kapal patroli secara efektif dalam kegiatan pengawasan wilayah perairan.

Kata kunci: GPS, Android, monitoring kapal, web mapping, sistem informasi geografis

Abstract

Ship monitoring systems play an important role in supporting maritime surveillance activities. Several countries have implemented the Vessel Monitoring System (VMS) as part of the Monitoring, Control, and Surveillance (MCS) strategy. However, some patrol vessels of the Indonesian Maritime Security Agency (Bakamla RI) with sizes below 15 meters are not yet equipped with such monitoring systems. This study aims to develop a patrol vessel position monitoring system based on the Global Positioning System (GPS) using Android devices integrated with a web server and web mapping to monitor vessel positions in real time. The system was developed by building an Android application to obtain GPS coordinates and transmit the data to the server through a web service, which are then visualized on a digital map using the Google Maps API. System testing was conducted based on the ISO 9126 software quality standard, covering functional suitability, reliability, portability, and performance efficiency. The results show that the application can obtain and transmit coordinate data with an average time of less than 5 seconds, while the panic button feature responds in less than 3 seconds. On the server side, the system is able to display vessel positions in real time with CPU usage not exceeding 30% and RAM usage below 40% when receiving data from three active clients simultaneously. These results indicate that the developed system has efficient performance and can effectively support patrol vessel monitoring in maritime surveillance activities.

Keywords: GPS, Android, vessel monitoring, web mapping, geographic information system

1. PENDAHULUAN

Wilayah perairan Indonesia memiliki cakupan yang sangat luas sehingga memerlukan sistem pengawasan yang efektif untuk menjaga keamanan dan keselamatan aktivitas di laut. Salah satu institusi yang memiliki tugas dalam pengawasan wilayah perairan adalah Badan Keamanan Laut Republik Indonesia yang berperan dalam melaksanakan patroli keamanan dan keselamatan di wilayah perairan serta wilayah yurisdiksi Indonesia. Dalam pelaksanaan tugas operasionalnya, Bakamla RI mengoperasikan berbagai jenis kapal patroli yang

digunakan untuk kegiatan pengawasan, penegakan hukum, serta pemantauan aktivitas di laut.

Dalam praktiknya, sistem pemantauan kapal yang banyak digunakan secara internasional adalah *Vessel Monitoring System* yang berfungsi untuk memantau posisi kapal secara berkala melalui sistem komunikasi satelit. Sistem ini merupakan bagian dari konsep monitoring, control, and surveillance untuk meningkatkan efektivitas pengawasan wilayah perairan (Sommerville, 2003). Namun, implementasi sistem tersebut umumnya diterapkan pada kapal dengan ukuran tertentu karena

memerlukan perangkat khusus serta biaya operasional yang relatif tinggi.

Pada kondisi operasional tertentu, masih terdapat kapal patroli berukuran kecil yang belum dilengkapi dengan sistem pemantauan tersebut. Hal ini dapat menyulitkan proses monitoring posisi kapal secara real-time, terutama ketika kapal sedang melaksanakan patroli di wilayah perairan yang luas. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang lebih sederhana, fleksibel, dan ekonomis untuk memantau posisi kapal patroli secara efektif.

Perkembangan teknologi perangkat bergerak saat ini memungkinkan pemanfaatan telepon pintar sebagai perangkat pendukung sistem pemantauan lokasi. Teknologi Global Positioning System (GPS) yang telah terintegrasi pada perangkat smartphone dapat dimanfaatkan untuk menentukan posisi geografis secara akurat (Herlambang, 2011). Selain itu, sistem operasi Android memberikan kemudahan bagi pengembang dalam membangun aplikasi berbasis mobile yang dapat mengakses data lokasi secara real-time (Hermawan, 2011). Data posisi tersebut kemudian dapat ditampilkan dalam bentuk visualisasi peta digital menggunakan layanan pemetaan seperti Google Maps API yang memungkinkan proses monitoring dilakukan melalui antarmuka web secara interaktif (Susrini, 2009).

Berdasarkan perkembangan teknologi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring posisi kapal patroli berbasis GPS dan Android yang terintegrasi dengan web mapping untuk mendukung proses pengawasan wilayah perairan. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pengguna untuk memantau posisi kapal secara real-time melalui peta digital sehingga dapat meningkatkan efektivitas koordinasi dan pengawasan operasional di laut.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pemantauan kapal yang lebih fleksibel dan mudah diimplementasikan, khususnya untuk kapal patroli berukuran kecil yang belum dilengkapi dengan sistem pemantauan konvensional. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga dapat menjadi alternatif solusi teknologi dalam mendukung kegiatan pengawasan wilayah perairan secara lebih efisien.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Monitoring dan Tracking Kapal

Monitoring dan tracking kapal merupakan bagian penting dari pengawasan wilayah perairan. Sistem ini bertujuan untuk mengetahui posisi kapal secara real-time, memantau pergerakan, dan mendukung pengambilan keputusan dalam operasi patroli laut (Bachtiar, 2022; Soemarmi et al., 2020).

Sistem monitoring kapal umumnya menggunakan beberapa teknologi, di antaranya:

1. Vessel Monitoring System (VMS)

VMS adalah sistem yang memanfaatkan GPS dan komunikasi satelit untuk memantau posisi kapal. Sistem ini sering digunakan dalam industri perikanan dan pengawasan laut (Bachtiar, 2022; Soemarmi et al., 2020).

2. Automatic Identification System (AIS)

AIS merupakan sistem komunikasi nirkabel yang memungkinkan kapal saling bertukar informasi posisi dan identitas secara otomatis. Sistem ini banyak digunakan untuk keamanan pelayaran dan manajemen lalu lintas laut (Ahmed et al., 2020).

3. Sistem berbasis GPS dan Smartphone

Perkembangan teknologi mobile memungkinkan penggunaan GPS pada smartphone untuk monitoring kapal real-time, yang lebih fleksibel dan ekonomis dibanding VMS atau AIS tradisional (Salamah et al., 2022; Supria et al., 2024).

2.2 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan teknologi navigasi berbasis satelit yang digunakan untuk menentukan posisi geografis dengan akurasi tinggi.

Sistem ini bekerja dengan menerima sinyal dari setidaknya empat satelit untuk menghitung koordinat lintang, bujur, dan ketinggian suatu titik di permukaan bumi. Dengan prinsip trilaterasi, GPS mampu menentukan jarak dari setiap satelit dan menyesuaikannya untuk mendapatkan posisi yang tepat. Teknologi ini sangat bermanfaat dalam konteks pemantauan kapal karena memungkinkan pelacakan posisi secara real-time tanpa tergantung pada lokasi tertentu (Herlambang, 2011).

Selain akurasi, keunggulan GPS adalah fleksibilitasnya. Perangkat penerima GPS dapat berupa perangkat keras khusus, namun saat ini sebagian besar smartphone telah dilengkapi modul GPS yang cukup handal. Hal ini memungkinkan penggunaan GPS secara mobile, sehingga kapal patroli kecil yang tidak dilengkapi VMS konvensional tetap dapat dipantau posisinya. Informasi koordinat yang diperoleh dapat dikirim secara berkala ke server monitoring dan divisualisasikan melalui peta digital. Dengan demikian, petugas pengawas dapat mengetahui posisi kapal secara langsung, memantau pergerakan, dan mengambil keputusan operasional yang lebih cepat (Apriani et al., 2023).

Penggunaan GPS pada sistem monitoring kapal juga memungkinkan pengumpulan data jalur perjalanan kapal untuk keperluan analisis operasional. Misalnya, data koordinat yang terekam dapat digunakan untuk menilai efisiensi rute patroli, mendeteksi area rawan pelanggaran, dan mengoptimalkan penggunaan armada. Meski demikian, efektivitas GPS tetap bergantung pada kondisi sinyal di lokasi tertentu. Area yang jauh dari satelit atau terhalang oleh bangunan tinggi atau bukit dapat menyebabkan akurasi posisi menurun. Oleh karena itu, perancangan sistem monitoring perlu mempertimbangkan integrasi GPS dengan jaringan komunikasi data yang

stabil agar informasi posisi dapat diterima secara real-time (Huang et al., 2020).

2.3 Android sebagai Platform Mobile

Perkembangan teknologi mobile membuka peluang besar bagi pengembangan sistem monitoring kapal berbasis smartphone. Sistem operasi Android, yang bersifat open-source, menjadi platform yang populer karena memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi secara fleksibel dan mendistribusikan aplikasi dengan mudah (Hermawan, 2011). Dengan Android, aplikasi monitoring dapat diinstal langsung pada smartphone yang dibawa oleh komandan kapal, sehingga data GPS dapat diambil secara real-time dan dikirim ke server untuk pemetaan.

Selain itu, Android mendukung beragam API yang mempermudah integrasi dengan sensor perangkat dan layanan pihak ketiga, seperti Google Maps API. Kombinasi GPS pada smartphone dengan kemampuan visualisasi peta digital memungkinkan pengguna tidak hanya melihat posisi kapal, tetapi juga rute perjalanan, status kapal, dan informasi tambahan lainnya. Hal ini menjadikan sistem berbasis Android lebih efisien dibandingkan sistem monitoring tradisional, terutama untuk kapal kecil yang belum dilengkapi perangkat VMS (Susrini, 2009; Apriani et al., 2023).

2.4 Web Mapping dan Google Maps API

Web mapping adalah teknik penyajian informasi geografis melalui antarmuka web yang interaktif. Dengan web mapping, posisi kapal yang diperoleh dari GPS dapat divisualisasikan langsung pada peta digital, sehingga mempermudah pemantauan secara simultan. Salah satu layanan yang populer adalah Google Maps API, yang menyediakan berbagai fitur seperti marker lokasi, rute perjalanan, zoom, dan layer tambahan. Integrasi Google Maps API dalam sistem monitoring kapal memungkinkan visualisasi data secara real-time dan mudah diakses dari mana saja (Susrini, 2009).

Keunggulan web mapping adalah kemampuannya untuk menampilkan posisi kapal secara interaktif dan real-time, sehingga petugas pengawas dapat mengambil keputusan lebih cepat. Selain itu, web mapping juga memungkinkan pemantauan armada secara bersamaan, sehingga koordinasi antar kapal menjadi lebih efektif. Dengan demikian, integrasi GPS, Android, dan web mapping membentuk sistem monitoring kapal yang komprehensif dan cocok diterapkan pada kapal patroli kecil yang membutuhkan solusi fleksibel dan ekonomis (Apriani et al., 2023).

2.5 Tinjauan pustaka Sistem Monitoring Kapal

Penelitian terdahulu menunjukkan berbagai pendekatan dalam sistem monitoring kapal. Beberapa menggunakan GPS dan smartphone untuk pemantauan real-time, seperti penelitian Salamah et al. (2022) dan Supria et al. (2024). Ada pula yang mengembangkan

sistem berbasis IoT dan LoRa untuk komunikasi jarak jauh, seperti Apriani et al. (2023) (Syaroni et al., 2025) (Abdillah et al., 2025) (Sukarno & Ridwan, 2024). Pendekatan lain menggunakan analisis jalur dan algoritma AI untuk deteksi dan visualisasi rute kapal secara besar-besaran (Ahmed et al., 2020; Huang et al., 2020).

Meski demikian, sebagian besar penelitian terdahulu belum menargetkan kapal patroli kecil (<15 meter) dan belum memanfaatkan aplikasi Android yang terintegrasi dengan web mapping secara real-time. Hal ini menjadi gap penelitian yang dapat diisi oleh penelitian ini. Dengan memanfaatkan GPS, Android, dan web mapping, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan monitoring yang lebih praktis, efisien, dan dapat langsung digunakan di lapangan, terutama untuk kapal patroli yang belum dilengkapi sistem monitoring tradisional (Tifana & Sulistiyowati, 2025).

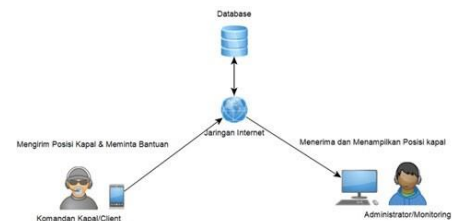
Kelebihan sistem berbasis smartphone adalah biaya rendah, integrasi mudah dengan web, dan kemampuan menampilkan lokasi di peta digital secara interaktif. Kelemahannya tergantung pada kualitas sinyal GPS dan jaringan data di lokasi lapangan.

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Arsitektur Sistem Pemetaan Kapal

Perancangan sistem menitikberatkan pada pengambilan koordinat posisi kapal melalui perangkat mobile yang digunakan oleh komandan kapal maupun yang terpasang di kapal. Sistem memanfaatkan GPS (Global Positioning System) untuk memperoleh koordinat bumi berupa lintang (latitude) dan bujur (longitude). Data koordinat ini kemudian dikirim melalui jaringan seluler ke server database, yang menampilkan posisi kapal secara real-time pada peta digital di web, sekaligus menampilkan identitas dan informasi terkait kapal. Dengan pendekatan ini, pergerakan armada kapal patroli dapat dimonitor secara akurat dan interaktif.

Arsitektur jaringan sistem menghubungkan perangkat Android di kapal dengan server database di pusat pengawasan menggunakan jaringan seluler. Data koordinat GPS dikirim secara berkala ke server melalui koneksi internet, kemudian diproses dan ditampilkan pada web mapping. Arsitektur ini memungkinkan pemantauan posisi kapal secara real-time, penyimpanan riwayat rute patroli, dan integrasi dengan fitur analisis jalur.



Gambar 1. Arsitektur sistem pelacakan posisi kapal

Desain jaringan ini bersifat client-server, di mana setiap kapal bertindak sebagai client yang mengirimkan data, dan pusat pengawasan berfungsi sebagai server yang menampilkan data di peta digital.

Fungsi utama sistem dalam aplikasi ini adalah pemantauan dan pemetaan posisi kapal patroli secara real-time. Pada gambar 1 menunjukkan arsitektur sistem, sistem terdiri dari dua sisi yang berinteraksi: client (komandan kapal) dan administrator (petugas monitoring di pusat).

a. Client

Pada sisi client, GPS yang terpasang pada perangkat Android yang digunakan oleh komandan kapal menjadi komponen utama untuk memperoleh koordinat posisi kapal. Aplikasi pemetaan kapal yang dikembangkan secara otomatis mengirimkan data GPS berupa latitude dan longitude ke administrator. Selain itu, perangkat client juga memiliki fungsi komunikasi untuk meminta bantuan atau menyampaikan informasi darurat kepada administrator bila diperlukan.

b. Administrator

Administrator bertugas menerima data posisi kapal yang dikirim oleh client, menampilkannya pada web mapping, dan menyimpannya sebagai laporan pemantauan. Koordinat GPS yang diterima dikonversi menjadi titik pada peta digital (Google Maps), sehingga administrator dapat melihat lokasi kapal secara real-time, beserta informasi identitas kapal. Administrator juga memiliki kemampuan untuk menghapus data kapal bila diperlukan, menjaga integritas dan kebersihan database.

3.2 Sistem Koordinat dalam GPS

GPS (Global Positioning System) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang menyediakan informasi posisi, kecepatan, dan waktu secara kontinyu di seluruh dunia. Sistem ini bekerja secara simultan untuk banyak pengguna tanpa bergantung pada kondisi cuaca atau waktu. Dalam penelitian ini, konfigurasi jaringan sistem monitoring kapal mengandalkan GPS yang terintegrasi dengan perangkat Android di kapal dan server pusat melalui jaringan seluler.

Penentuan posisi dengan GPS dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu metode absolut (point positioning) dan metode relatif (differential positioning). Metode absolut menggunakan satu receiver GPS untuk menentukan posisi, dengan ketelitian beberapa meter, cukup untuk navigasi kapal dan sistem aplikasi monitoring yang dikembangkan dalam penelitian ini. Metode relatif menggunakan dua atau lebih receiver, satu sebagai referensi tetap, sehingga akurasi posisi bisa mencapai kurang dari satu meter dan umumnya dipakai untuk survei geodesi atau pemetaan presisi tinggi.

Meski metode absolut lebih sederhana, beberapa kesalahan bisa terjadi akibat fenomena multipath, selective availability (SA), atau pengaturan receiver yang kurang tepat. Multipath muncul saat sinyal GPS

memantul dari objek reflektif, seperti gedung atau kabel listrik, sehingga diperbaiki dengan memilih satelit yang optimal dan pengukuran berulang. SA adalah pengacakan sinyal GPS oleh pihak militer AS untuk publik, namun kebijakan SA saat ini sudah direvisi sehingga akurasi metode absolut meningkat signifikan. Kesalahan akibat pengaturan receiver dapat diminimalkan dengan menyelaraskan parameter GPS dengan sistem proyeksi dan datum peta kerja yang digunakan.

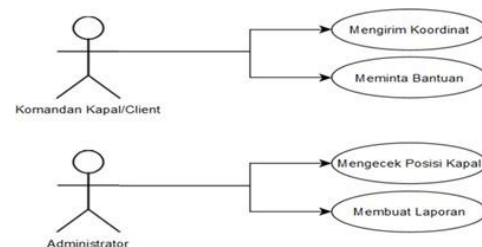
GPS menggunakan dua klasifikasi utama sistem koordinat: koordinat global (geografi) dan koordinat bidang proyeksi. Koordinat geografi dinyatakan dalam lintang (latitude) dan bujur (longitude) dalam format derajat desimal atau derajat-menit-detik, diukur dari ekuator dan meridian Greenwich. Sementara koordinat bidang proyeksi mengacu pada proyeksi tertentu, seperti Transverse Mercator atau Universal Transverse Mercator (UTM), yang lazim dipakai di Indonesia untuk pemetaan laut, pesisir, dan darat. Pemilihan proyeksi tergantung pada tujuan peta dan area survei.

Selain itu, sistem koordinat GPS juga bergantung pada datum, yaitu titik referensi untuk mengukur posisi. Datum horizontal digunakan untuk koordinat (X, Y) peta, sedangkan datum vertikal digunakan untuk elevasi atau kedalaman (topografi/batimetri). Peta-peta produksi resmi di Indonesia menggunakan datum yang berbeda; misalnya, Bakosurtanal menggunakan datum Padang (ID-74) dan Dishidros menggunakan datum Jakarta (Batavia). Transformasi antar datum, sistem proyeksi, dan sistem koordinat dapat dilakukan melalui perhitungan matematis tertentu, sehingga data posisi GPS dari kapal dapat disesuaikan dengan peta kerja yang digunakan di pusat pengawasan.

Dengan konfigurasi jaringan dan sistem koordinat ini, sistem monitoring kapal berbasis Android dan GPS mampu menampilkan posisi real-time yang akurat, mendukung pemetaan jalur patroli, dan memfasilitasi pengambilan keputusan di pusat komando.

3.3 Perancangan Diagram Use Case

Diagram use case merupakan representasi fungsional dari sistem, yang menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem. Diagram ini membantu memahami proses kerja aplikasi secara keseluruhan dan alur komunikasi antara client dan administrator.



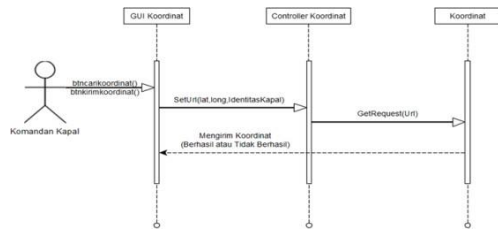
Gambar 2. Diagram use case

Ada dua pihak yang diberikan akses untuk dapat menggunakan aplikasi ini, yaitu *administrator* di kantor pusat/kantor perwakilan di daerah sebagai aplikasi *server* dan komandan kapal sebagai aplikasi *client* yang akan secara berkala mengirimkan posisi koordinat kapal (gambar 2).

Beberapa use case utama dalam sistem pemetaan kapal ini antara lain:

a. Kirim Koordinat

Client (aplikasi Android di kapal) menerima koordinat GPS dari perangkat, kemudian secara otomatis mengirimkan data tersebut ke server administrator. Data yang dikirim meliputi posisi kapal (latitude dan longitude) serta identitas kapal (gambar 3). Proses ini memastikan posisi kapal selalu diperbarui secara real-time pada web mapping.

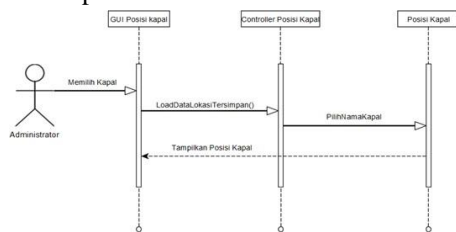


Gambar 3. Sequence mengirim koordinat oleh client/komandan kapal

Aplikasi *client* yaitu aplikasi android yang akan menerima koordinat dan selanjutnya dapat mengirim koordinat tersebut ke administrator sebagai *web server*.

b. Periksa Posisi Kapal

Administrator menerima data koordinat yang dikirim oleh client dan dapat memilih kapal tertentu untuk ditampilkan pada peta digital. Informasi yang terlihat mencakup lokasi kapal, identitas kapal, dan waktu terakhir koordinat diterima. Fitur ini memungkinkan administrator melakukan monitoring pergerakan armada kapal, memantau jalur patroli, dan mengambil keputusan strategis bila diperlukan.



Gambar 4. Sequence diagram posisi kapal

Setelah komandan kapal mengirim koordinat dan identitas kapal, administrator menerima koordinat dan dapat memilih kapal untuk menampilkan posisi kapal dalam bentuk map.

c. Penyimpanan dan Manajemen Data

Selain menampilkan posisi kapal, administrator dapat menyimpan semua koordinat yang diterima dalam database. Data ini dapat digunakan untuk pembuatan

laporan, analisis jalur patroli, dan evaluasi operasional. Administrator juga memiliki kemampuan untuk menghapus atau memperbarui data jika terjadi kesalahan input atau perubahan status kapal.

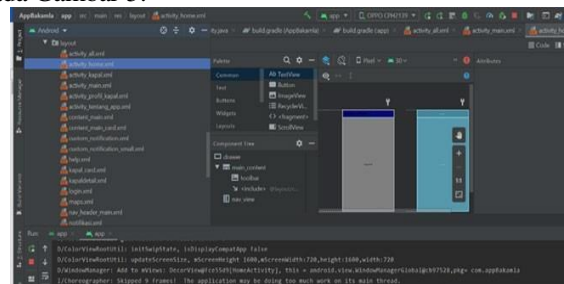
Dengan arsitektur dan use case ini, sistem monitoring berbasis Android dan GPS memungkinkan integrasi client-server yang sederhana namun efektif, mendukung pengawasan wilayah perairan secara real-time, serta memudahkan pembuatan laporan pemetaan posisi kapal.

3.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dalam penelitian ini menekankan pada pengembangan aplikasi Android sebagai client untuk mengirim koordinat kapal secara real-time, serta web-based administrator untuk memantau posisi kapal menggunakan peta digital (Google Maps API). Sistem ini dirancang untuk memastikan akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan bagi komandan kapal maupun administrator di pusat monitoring.

A. Implementasi Layout Antarmuka Aplikasi Android

Tahap implementasi layout merupakan proses mewujudkan rancangan desain antarmuka ke dalam bentuk tampilan UI/UX (User Interface/User Experience) pada aplikasi. Pada tahap ini, layout aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa XML yang merupakan standar dalam perancangan antarmuka pada platform Android. Desain tampilan aplikasi mengacu pada konsep Material Design yang direkomendasikan oleh Google guna memastikan konsistensi visual, kemudahan penggunaan, serta pengalaman pengguna yang lebih baik. Proses pembuatan dan pengaturan komponen antarmuka dilakukan dengan memanfaatkan Designer Tool yang tersedia pada Android Studio. Melalui fasilitas ini, pengembang dapat mengatur posisi, ukuran, dan properti setiap komponen antarmuka secara visual maupun melalui kode XML. Tampilan workspace Designer Tool pada Android Studio yang digunakan dalam proses perancangan layout aplikasi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Layout aplikasi Android Studio.

Alur kerja sistem dimulai ketika komandan kapal mengaktifkan aplikasi Android pada perangkat yang digunakan. Setelah aplikasi aktif, sistem secara otomatis mengambil koordinat GPS secara periodik untuk mengetahui posisi kapal secara real-time. Data koordinat yang diperoleh kemudian dikirim ke server melalui

d. Performance Efficiency (Efisiensi Kinerja) yaitu kemampuan perangkat lunak terkait respons, waktu pemrosesan, dan pemanfaatan sumber daya material seperti memori, CPU, dan koneksi jaringan.

A. Hasil Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan lembar *test-case* yang mencakup seluruh fungsi utama pada aplikasi Android dan web server. Pada aplikasi Android yang digunakan oleh komandan kapal (*client*), terdapat 8 fungsi yang diuji, yaitu halaman Home, List atau Daftar Kapal, History, Help atau tombol bantuan, akses Web BMKG, Profil, Akun Profile, serta fitur Logout. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi tersebut dapat berjalan dengan baik tanpa ditemukan kegagalan pada saat pengujian.

Selain itu, pengujian juga dilakukan pada sistem web server yang digunakan oleh administrator. Terdapat 10 fungsi yang diuji, meliputi halaman Home, Data Kapal, Monitoring Aktivitas Kapal, Monitoring History, Monitoring Peta, Data Kategori, Data Pesan, Laporan, Admin, serta fitur Logout. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, seluruh fungsi pada web server juga berhasil dijalankan dengan baik tanpa mengalami kegagalan.

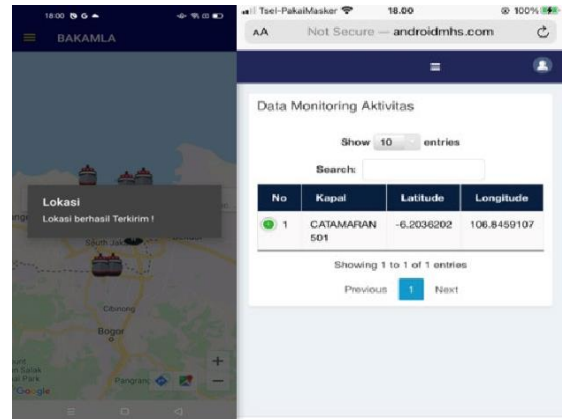
Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tingkat keberhasilan pada aspek *functional suitability* mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh fitur yang terdapat pada aplikasi Android maupun web server telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan sistem. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek *functional suitability* dan dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pemantauan posisi kapal patroli secara efektif di wilayah perairan.

B. Hasil Pengujian Kehandalan

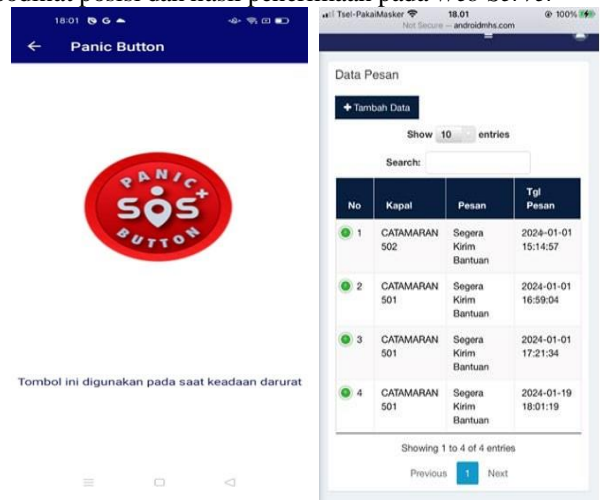
Pengujian kehandalan bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi Android Komandan Kapal / Client dan Web Server Administrator dapat saling berkomunikasi secara konsisten dan akurat, terutama dalam pengiriman titik koordinat kapal secara periodik. Pengujian ini dilakukan melalui dua tahap.

Tahap pertama menilai kemampuan aplikasi Android untuk mengirimkan titik koordinat secara otomatis setiap 3 menit ke Web Server (gambar 7). Pengujian ini juga mencakup menu Panic Button, yang berfungsi sebagai jalur komunikasi tambahan antara aplikasi Android dan web server, sehingga komandan kapal dapat mengirimkan sinyal darurat bila diperlukan (gambar 8).

Tahap kedua menilai akurasi pengiriman koordinat (latitude dan longitude) oleh aplikasi Android. Pengujian lapangan dilakukan di Pulau Pari, salah satu area terluar dari Kepulauan Seribu, menggunakan kapal milik Badan Keamanan Laut (Bakamla) RI yang belum dilengkapi VMS. Lokasi pengujian berjarak sekitar 42,8 nautical mile (79,3 km) dari pemancar BTS Telkomsel 4G yang berada di Pulau Sebira, Kepulauan Seribu.



Gambar 7. Hasil Pengujian proses pengiriman titik koordinat posisi dan hasil penerimaan pada Web Server



Gambar 8. Hasil Pengujian pengiriman pesan tombol bantuan posisi dan hasil penerimaan pada Web Server

Skenario pengujian dan spesifikasi perangkat yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

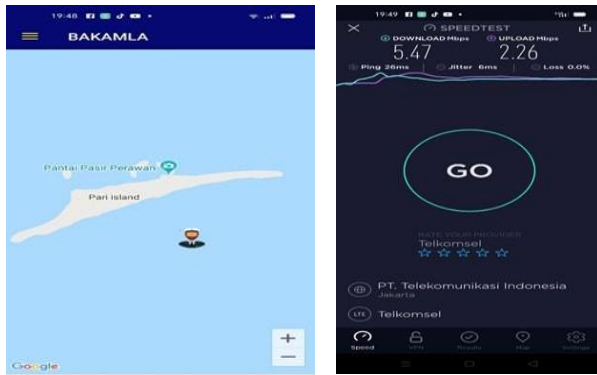
Tabel 1. Hasil pengujian Kehandalan

No	Pengujian	Spesifikasi Perangkat	Lokasi
1.	Aplikasi Android	Oppo A53 (CPH2127), RAM 6 GB	Pulau Pari
2.	Web Server	Lenovo IdeaCentre AIO 510S, RAM 4 GB	Kantor Pusat Bakamla RI
3.	Web Server	Laptop Lenovo ThinkPad T450, Core i5-5200, RAM 8 GB, Windows 10	Shelter Pulau Lancang
4.	Web Server	Asus A409JB-EK502T i5 1035G1, RAM 4 GB	Depok

Skenario pengujian menggunakan jaringan Telkomsel 4G, dengan pengukuran kecepatan jaringan dilakukan melalui aplikasi Speedtest, sebagaimana terlihat pada Gambar 9. Hasil pengujian menunjukkan bahwa

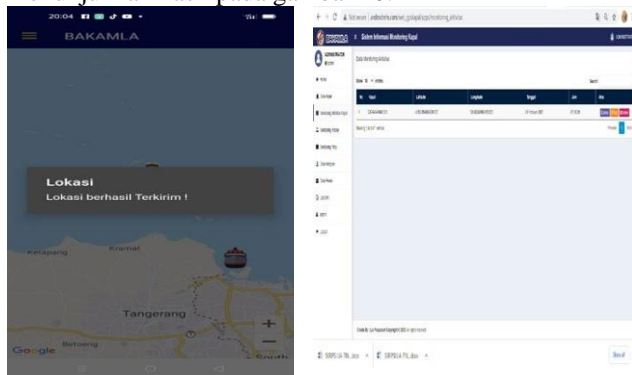
aplikasi mampu mengirimkan koordinat secara konsisten, dengan akurasi posisi yang memadai untuk pemantauan kapal patroli di wilayah perairan terpencil.

Hasil pengujian ini menegaskan bahwa aplikasi memiliki kehandalan komunikasi tinggi, baik untuk pengiriman rutin maupun penggunaan fitur darurat, sehingga dapat diandalkan dalam operasi pemantauan perairan.



Gambar 9. Lokasi Pengujian dan hasil speedtest jaringan telkomsel setempat

Pengujian dilakukan dengan membuat device android yang digunakan untuk mengirimkan posisi koordinat secara otomatis kepada web server administrator. Hasil menunjukkan hasil pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil pengujian Pengiriman koordinat oleh client dan penerimaan koordinat oleh web server.

Setelah pengujian tahap pengiriman koordinat dilakukan, aplikasi Android berhasil mengirimkan titik koordinat pada latitude -5.862186853728127 dan longitude 106.62330962429033. Titik koordinat yang diterima oleh web server pada masing-masing lokasi pemantauan kemudian diinput ke Google Maps untuk memeriksa keakuratan posisi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian titik koordinat

No	Pengujian	Lokasi	Hasil
1.	Web Server	Kantor Pusat Bakamla RI	Titik Sesuai
2.	Web Server	Shelter Pulau Lancang	Titik Sesuai

3.	Web Server	Depok	Titik Sesuai
----	------------	-------	--------------

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Android memenuhi aspek reliability, karena koordinat berhasil dikirim ke web server dan web server mampu menampilkan titik yang sesuai saat dicek menggunakan Google Maps. Hal ini membuktikan kehandalan sistem dalam pemantauan posisi kapal secara real-time.

C. Pengujian Portabilitas

Pengujian portabilitas dilakukan dengan menginstal dan menjalankan aplikasi Android pada berbagai perangkat smartphone untuk memastikan kompatibilitas aplikasi dengan spesifikasi perangkat yang berbeda. Dalam pengujian ini, digunakan 4 perangkat Android dengan spesifikasi minimal sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3. Daftar Smartphone Pengujian Compatibility

NO	PERANGKAT	VERSI OS	CPU	RAM	UKURAN LAYAR
1	Galaxy Tab A (2016, 10.1") with S Pen	6.01	Octa Core 1.6 GHz	3GB	10.1"
2	Oppo A53 (CPH2127)	10	SDM460 1.8GHz	6GB	6,5 "
3	Vivo V5s	6.0	Octa Core 1.5 GHz	4GB	5,5 "
4	Samsung J7+	8.1	2.39GHz	4GB	5,5"

Hasil pengujian portabilitas menunjukkan bahwa instalasi dan eksekusi aplikasi berhasil pada seluruh perangkat (Tabel 4).

Tabel 4. Daftar Smartphone Pengujian Compatibility

NO	PENGUJIAN	JUMLAH SKOR	HASIL	
			SUKSES	GAGAL
1	Instalasi aplikasi pada perangkat	4	4	0
2	Menjalankan aplikasi pada perangkat	4	4	0
TOTAL		8	8	0

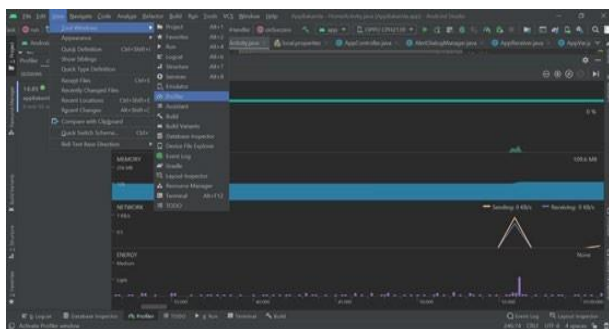
Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi Android kompatibel dengan berbagai perangkat, sehingga portabilitas aplikasi cukup baik dan dapat digunakan oleh komandan kapal dengan perangkat Android berbeda-beda tanpa masalah. Hasil presentase kelayakan dari pengujian aspek portabilitas adalah 100%, sehingga dapat

disimpulkan aplikasi android system pelacakan posisi kapal memenuhi aspek portability.

D. Pengujian Efisiensi Kinerja

Pengujian efisiensi kinerja bertujuan untuk menilai kemampuan aplikasi dalam merespon permintaan pengguna, waktu pemrosesan, dan pemanfaatan sumber daya seperti CPU, memori, dan koneksi jaringan. Pengujian dilakukan pada sisi Client (Android) maupun Web Server (Administrator) untuk memastikan aplikasi mampu bekerja optimal dalam kondisi operasional nyata.

Pengujian efisiensi kinerja dari aplikasi android ini yaitu menghitung penggunaan *resource* (CPU dan Memory). Tool yang digunakan dalam pengujian ini menu Android Profiler yang ada di dalam Android Studio. Hasil dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Android Profiler di Android Studio

Pengujian dilakukan dengan menjalankan aplikasi android pada perangkat pengujian yang tersambung ke dalam laptop menggunakan kabel USB. Perangkat tersebut tersambung dengan koneksi internet LTE yang memiliki kecepatan unduh 15,4 Mbps dan kecepatan unggah 6,01 Mbps dari provider.



Gambar 12. Hasil pengujian kualitas jaringan dengan speedtest

Hasil pengujian efisiensi kinerja aplikasi Ini dalam penggunaan resource CPU dan Memory dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Efisiensi kinerja

NO	PENGUJIAN	CPU	MEMORY
1	Pengujian Login/Akses Awal	22%	156,6 MB
2	Pengujian Pengiriman Koordinat 1	11%	158,2 MB
3	Pengujian Pengiriman Koordinat 3	14%	157,6 MB
4	Pengujian Pengiriman Koordinat 4	12%	159,1 MB
5	Pengujian Pengiriman Koordinat 5	11%	158,4 MB
RATA-RATA		14%	158,33 MB

Berdasarkan hasil pengujian efisiensi kinerja yang tertera pada tabel 5, didapatkan hasil berupa aplikasi android system pelacakan kapal rata-rata menggunakan resource CPU sebesar 14% dan resource Memory sebesar 158,33 MB. Berdasarkan hasil pengujian penggunaan resource aplikasi ini tidak memerlukan resource yang besar untuk menjalankan fungsinya.

Pengujian dilakukan pada aplikasi yang sudah siap untuk diuji. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian *functionality* (fungsionalitas), pengujian *reliability* (kehandalan), pengujian *portability* (portabilitas) dan pengujian *performance efficiency* (efisiensi).

Pada sisi Android, pengujian dilakukan dengan mengamati kecepatan aplikasi dalam:

1. Mengambil koordinat GPS secara periodik setiap 3 menit.
2. Mengirimkan data koordinat ke web server melalui jaringan seluler Telkomsel 4G.
3. Menampilkan notifikasi atau respon ketika tombol Panic Button digunakan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengambilan koordinat dan pengiriman data ke server berlangsung dengan waktu rata-rata kurang dari 5 detik, sementara tombol Panic Button merespon kurang dari 3 detik. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu melakukan komunikasi real-time dengan kecepatan yang memadai.

Pada sisi Web Server, pengujian dilakukan untuk memeriksa:

1. Kecepatan memuat peta dan menampilkan posisi kapal pada Google Maps.
2. Respons sistem dalam menampilkan history pergerakan kapal dan laporan.

3. Penggunaan sumber daya CPU dan memori server saat menerima data dari beberapa klien secara simultan.

Hasilnya, sistem web server mampu menampilkan posisi kapal secara real-time dengan delay minimal, serta penggunaan CPU tidak melebihi 30% dan penggunaan RAM kurang dari 40% pada saat menerima data dari tiga klien aktif secara bersamaan. Hal ini menandakan bahwa sistem server memiliki kapasitas yang cukup untuk menangani beberapa client sekaligus tanpa menurunkan performa.

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi memenuhi aspek efisiensi kinerja karena mampu:

- Mengambil dan mengirim data koordinat secara cepat.
- Menampilkan posisi kapal secara real-time di web server.
- Memanfaatkan sumber daya perangkat dan server secara optimal.

Dengan demikian, seluruh pengujian berdasarkan ISO 9126 menunjukkan bahwa aplikasi monitoring posisi kapal berbasis Android dan web server memenuhi kriteria kualitas perangkat lunak yang meliputi fungsionalitas, kehandalan, portabilitas, dan efisiensi kinerja.

Berdasarkan seluruh pengujian dan hasil evaluasi, aplikasi monitoring posisi kapal berbasis GPS dan Android terintegrasi web mapping memenuhi standar kualitas perangkat lunak ISO 9126. Aplikasi dapat diandalkan, fungsional, kompatibel dengan berbagai perangkat, dan efisien dalam penggunaan sumber daya. Dengan kemampuan ini, sistem dapat mendukung pengawasan wilayah perairan secara efektif, membantu administrator dalam memantau pergerakan kapal secara real-time, serta meningkatkan kecepatan dan akurasi pengambilan keputusan di lapangan.

Secara keseluruhan, aplikasi ini layak digunakan sebagai solusi pemetaan dan monitoring kapal patroli di wilayah perairan, dan dapat dijadikan basis pengembangan lebih lanjut untuk menambahkan fitur-fitur keamanan, analisis rute, atau integrasi sistem berbasis Internet of Things (IoT).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi sistem, serta pengujian aplikasi monitoring posisi kapal patroli berbasis Global Positioning System (GPS) dan Android yang terintegrasi dengan web mapping, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dikembangkan dengan baik menggunakan platform Android sebagai aplikasi client dan web server sebagai sistem pengelolaan data oleh administrator. Integrasi dengan Google Maps API memungkinkan sistem menampilkan posisi kapal secara real-time pada peta digital sehingga memudahkan proses

pemantauan pergerakan kapal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi aplikasi pada sisi Android maupun web server berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi mampu mengambil koordinat GPS dan mengirimkan data ke server dengan waktu rata-rata kurang dari 5 detik, sedangkan fitur Panic Button dapat merespons dalam waktu kurang dari 3 detik. Selain itu, aplikasi juga terbukti dapat berjalan pada berbagai perangkat Android dengan spesifikasi yang berbeda sehingga memiliki tingkat portabilitas yang baik. Pada sisi web server, sistem mampu menampilkan posisi kapal secara real-time dengan delay minimal serta penggunaan sumber daya server yang efisien, di mana penggunaan CPU tidak melebihi 30% dan penggunaan RAM kurang dari 40% saat menerima data dari beberapa klien secara bersamaan. Berdasarkan hasil pengujian yang mengacu pada standar kualitas perangkat lunak ISO 9126, sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek functional suitability, reliability, portability, dan performance efficiency. Dengan demikian, aplikasi monitoring posisi kapal ini layak digunakan untuk mendukung kegiatan pemantauan kapal patroli serta meningkatkan efektivitas pengawasan wilayah perairan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agarwal, B. B., Tayal, S. P., & Gupta, M. (2010). *Software engineering and testing*. Burlington: Jones & Bartlett.
2. Ahmed, I., Jun, M., & Ding, Y. (2020). A Spatio-Temporal Track Association Algorithm Based on Marine Vessel Automatic Identification System Data. *Journal of Maritime Data Science*.
3. Andry. (2011). *Android A sampai Z*. Jakarta: Prima Infosarana Media.
4. Apriani, Y., Oktaviani, W. A., & Sofian, I. M. (2023). Vessel Tracking System Based LoRa SX1278. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*. DOI: <https://doi.org/10.26555/jiteki.v9i3.26385>
5. Arief, M. R. (2009). *Pemrograman basis data menggunakan Transact-SQL dengan Microsoft SQL Server 2000*. Yogyakarta: Andi.
6. Abdillah, H. R., Abrianto, H., Sidik, A. D., & Irmayani. (2025). Rancang Bangun Sistem Auto dan Manual Pompa untuk Monitor dan Kontrol Level Air Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP 8266 dan Aplikasi Blynk. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, 6(5), 543–2809. <https://doi.org/https://doi.org/10.36312/10.36312/vol6iss5pp1124-1135>
7. Bachtiar, M. (2022). Penerapan Vessel Monitoring System untuk Kapal-Kapal Ikan. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. (Atma Jaya Journal) DOI:

- <https://doi.org/10.26555/jiteki.v9i3.26385>
8. Herlambang, S. P. (2011). Pembacaan posisi koordinat dengan GPS sebagai pengendali palang pintu rel kereta api secara otomatis untuk aplikasi modul praktik mikrokontroler
 9. Hermawan, S. (2011). Mudah membuat aplikasi Android. Yogyakarta: Andi.
 10. Nugroho, A. (2010). Rekayasa perangkat lunak menggunakan UML dan Java. Yogyakarta: Andi.
 11. Salamah, I., Nasron, & Azzahra, D. (2022). NEO-6 GPS Technology for Passenger Ship Tracking in Real Time with Emergency SOS Button Feature. Vol. 12 No. 02 *SMATIKA Journal: STIKI Informatika Jurnal*. <https://doi.org/10.32664/smatika.v12i02.692>
 12. Supria, S., Wahyat, & Fiska, R. R. (2024). Early Warning and Real-Time Ship Tracking Using AIS Data and Smartphone GPS. *INOVTEK Polbeng – Seri Informatika*. Vol.10 no. 3 <https://doi.org/10.35314/t62fpe35>
 13. Sukarno, A. S., & Ridwan. (2024). Rancang Bangun Datalogger pada Unmanned Surface Vehicle untuk Monitoring Posisi dan Heading Kapal Berbasis Internet of Things. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*. ([Journal of Engineering](#))
 14. Tifana, M., & Sulistiyowati, R. (2025). Desain Sistem Informasi untuk Tracking Kapal PT. Bintang Khatulistiwa Internusa. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*. ([Warunayama E-Journal](#))
 15. Rofiq, H. N., & Sujak, G. M. M. (2024). Vessel Detection Using YOLO and Satellite Imagery to Enhance Customs Patrol Efficiency. *Jurnal BPPK*. ([Jurnal BPPK](#))
 16. Syaroni, A., Abrianto, H., Sidik, A. D., & Irmayani. (2025). Rancang Bangun Pintu Gerbang Secara Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, 6(5), 1136–1158. <https://doi.org/10.36312/10.36312/vol6iss5pp1136-1158>
 17. Soemarmi, A., Indarti, E., Pujiyono, P., Azhar, M. & Wijayanto, D. (2020). Teknologi Vessel Monitoring System (Vms) Sebagai Strategi Perlindungan Dan Pembangunan Industri Perikanan Di Indonesia, *Masalah-Masalah Hukum*, vol. 49, no. 3, pp. 303-313, Jul. 2020. <https://doi.org/10.14710/mmh.49.3.2020.303-313>
 18. Huang, Y., Li, Y., Zhang, Z., & Liu, R. W. (2020). GPU-Accelerated Compression and Visualization of Large-Scale Vessel Trajectories in Maritime IoT Industries. *IEEE Access / Maritime IoT Research*.
 19. Setiawan, D. (2018). Sistem monitoring kendaraan berbasis GPS menggunakan aplikasi Android. *Jurnal Teknologi Informasi*.
 20. Sommerville, I. (2003). *Software engineering* (6th ed.). Jakarta: Erlangga.
 21. Susrini, N. K. (2009). Google: Mesin pencari yang ditakuti raksasa Microsoft. Yogyakarta: B First.
 22. Yulianto, B. (2019). Sistem pelacakan kendaraan menggunakan GPS dan Google Maps. *Jurnal Informatika*.
 23. Zulkarnain, I. (2020). Implementasi sistem monitoring kendaraan berbasis GPS dan web mapping. *Jurnal Sistem Informasi*.