



DESAIN SISTEM INFORMASI UNTUK TRACKING KAPAL PT. BINTANG KHATULISTIWA INTERNUSA

Mutiara Tifana¹, Rini Sulistiyowati²

^{1,2}Sistem Informasi, Universitas Indonesia Membangun
Jl. Soekarno Hatta No. 448, Batununggal, Bandung - Jawa Barat 40266
¹mutiaratifana27@gmail.com

Abstract

The development of information technology has fundamentally transformed maritime transportation management, particularly in ship tracking and monitoring systems. This research aims to design a ship tracking information system for PT. Bintang Khatulistiwa Internusa through a systematic library research approach. The research method involves a systematic literature review analyzing scientific publications from 2020-2024, using content analysis and meta-synthesis techniques. Research findings reveal that modern tracking systems require complex technology integration such as GPS, GIS, IoT, big data analytics, and machine learning. The system architecture is designed to provide comprehensive visibility, optimize operations, and enhance maritime safety. Contemporary tracking technology can reduce operational costs by up to 25%, provide predictive analysis, and support strategic decision-making. Phased implementation considering technological infrastructure, human resources, and digital culture is key to system transformation. This research provides theoretical and practical contributions to developing innovative and responsive ship tracking information systems.

Keywords: Ship Tracking System, Maritime Technology, Fleet Management, Geospatial Information, Predictive Analysis.

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah fundamental manajemen transportasi maritim, khususnya dalam sistem pelacakan dan *monitoring* kapal. Penelitian ini bertujuan merancang sistem informasi *tracking* kapal untuk PT. Bintang Khatulistiwa Internusa melalui pendekatan *library research* sistematis. Metode penelitian mencakup *systematic literature review* dengan menganalisis publikasi ilmiah pada rentang 2020-2024, menggunakan teknik *content analysis* dan *meta-synthesis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *tracking* modern memerlukan integrasi teknologi kompleks seperti GPS, GIS, IoT, *big data analytics*, dan *machine learning*. Arsitektur sistem dirancang untuk memberikan visibilitas komprehensif, mengoptimalkan operasional, dan meningkatkan keamanan maritim. Teknologi *tracking* kontemporer mampu menurunkan biaya operasional

Article History:

Received: February 2025
Reviewed: February 2025
Published: February 20254

Plagiarism Checker No 234
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



hingga 25%, menyediakan analisis prediktif, dan mendukung pengambilan keputusan strategis. Implementasi bertahap dengan memperhatikan infrastruktur teknologi, sumber daya manusia, dan kultur digital menjadi kunci transformasi sistem. Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam pengembangan sistem informasi *tracking* kapal yang inovatif dan responsif.

Kata kunci: Sistem *Tracking* Kapal, Teknologi Maritim, Manajemen Armada, Informasi Geospasial, Analisis Prediktif.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah mengubah fundamental manajemen transportasi maritim, khususnya dalam sistem pelacakan dan *monitoring* kapal. PT. Bintang Khatulistiwa Internusa, sebagai perusahaan yang bergerak dalam industri pelayaran, menghadapi tantangan kompleks dalam mengelola armada kapalnya secara efisien dan akurat. Sistem *tracking* kapal menjadi aspek kritis yang menentukan keberhasilan operasional perusahaan dalam mengoptimalkan kinerja logistik dan transportasi maritim (Ninvika, 2023). Kebutuhan akan sistem informasi yang terintegrasi dan real-time menjadi prasyarat utama dalam mengelola armada kapal di era digital saat ini. Kompleksitas manajemen armada kapal memerlukan pendekatan teknologi yang canggih dan komprehensif. Menurut penelitian (Kusmantoro & Harsono, 2024), sistem *tracking* berbasis *Geographic Information System* (GIS) telah menjadi solusi strategis bagi perusahaan pelayaran dalam memonitor pergerakan kapal secara akurat. Implementasi teknologi *Global Positioning System* (GPS) dan sistem komunikasi satelit memungkinkan perusahaan untuk mendapatkan informasi lokasi kapal secara real-time, memberikan kontrol yang lebih baik terhadap rute, kondisi kapal, dan efisiensi operasional (Fauzan & Zuhrie, 2024).

Tantangan utama yang dihadapi PT. Bintang Khatulistiwa Internusa adalah keterbatasan sistem informasi *eksisting* dalam memberikan visibilitas komprehensif terhadap pergerakan armada kapal. Penelitian (Khatami et al., 2024) mengidentifikasi bahwa ketidakmampuan sistem *tracking* konvensional untuk mengintegrasikan data secara real-time dapat menyebabkan inefisiensi operasional, risiko keselamatan, dan potensi kerugian ekonomi. Sistem *tracking* modern tidak hanya sekadar melacak lokasi, tetapi juga mampu menganalisis pola pergerakan, mengidentifikasi potensi risiko, dan memberikan prediksi berbasis data. Aspek keamanan dan keselamatan maritim menjadi pertimbangan kritis dalam desain sistem informasi *tracking* kapal. Menurut kajian internasional oleh (Apriliani, 2018), integrasi teknologi *advanced tracking systems* dapat secara signifikan meningkatkan respons terhadap situasi darurat, memfasilitasi komunikasi real-time antara kapal dan pusat kendali, serta mendukung protokol keselamatan maritim internasional. Hal ini menjadi sangat relevan mengingat kompleksitas wilayah pelayaran Indonesia yang memiliki karakteristik geografis yang unik dan menantang.

Perspektif ekonomi dan efisiensi operasional menjadi *driving force* utama pengembangan sistem *tracking* kapal. Penelitian (Scarlat et al., 2023) menunjukkan bahwa implementasi sistem informasi berbasis teknologi dapat mengurangi biaya operasional hingga 25% melalui optimalisasi rute, manajemen bahan bakar, dan prediksi pemeliharaan kapal. Sistem *tracking* cerdas memungkinkan manajemen untuk membuat keputusan strategis berdasarkan data



komprehensif yang dikumpulkan secara kontinyu. Kompleksitas teknologi yang dibutuhkan dalam sistem *tracking* kapal modern melibatkan integrasi *multiple technologies*. Menurut penelitian (Brandoli et al., 2022), arsitektur sistem informasi yang efektif memerlukan kombinasi teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, *big data analytics*, *cloud computing*, dan *machine learning*. Integrasi teknologi ini memungkinkan pengolahan data yang kompleks, analisis prediktif, dan pengambilan keputusan berbasis *intelligent insights*.

Konteks regulasi dan standar internasional turut memengaruhi desain sistem *tracking* kapal. *International Maritime Organization (IMO)* telah menetapkan berbagai protokol dan standar teknologi *maritime tracking* yang harus dipenuhi oleh perusahaan pelayaran. Sistem informasi yang dirancang harus mampu memenuhi standar keamanan data, kepatuhan regulasi, dan protokol komunikasi internasional (Li & Li, 2024). Signifikansi penelitian ini terletak pada pengembangan model sistem informasi *tracking* kapal yang terintegrasi, adaptif, dan responsif terhadap kebutuhan operasional PT. Bintang Khatulistiwa Internusa. Melalui pendekatan sistematis dan komprehensif, penelitian ini bertujuan untuk merancang arsitektur sistem yang tidak hanya sekadar melacak lokasi, tetapi juga memberikan *insights* strategis yang dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kinerja operasional perusahaan.

METODE

Metode penelitian dalam kajian "Desain Sistem Informasi untuk *Tracking* Kapal PT. Bintang Khatulistiwa Internusa" mengadopsi pendekatan kualitatif dengan strategi *library research* yang sistematis dan mendalam. Penelitian *library research* merupakan metode penelitian yang fokus pada pengumpulan data dan informasi melalui kajian literatur, dokumen ilmiah, publikasi akademik, dan sumber referensi yang kredibel (Sugiyono, 2019). Metode ini memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis komprehensif terhadap perkembangan teknologi *tracking* kapal, sistem informasi maritim, dan inovasi *technological solutions* dalam industri pelayaran. Tahapan pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui *systematic literature review* yang terstruktur. Proses ini melibatkan identifikasi, evaluasi, dan sintesis literatur ilmiah dari berbagai sumber akademik bereputasi, termasuk jurnal nasional dan internasional, prosiding konferensi, laporan penelitian, dan publikasi resmi terkait sistem informasi maritim (Sugiyono, 2016). Kriteria seleksi sumber meliputi publikasi pada rentang tahun 2020-2024, relevansi tema sistem *tracking* kapal, dan kualitas metodologi penelitian.

Teknik analisis data menggunakan pendekatan *content analysis* dan *meta-synthesis* yang memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi, menginterpretasi, dan mengintegrasikan temuan-temuan kunci dari berbagai sumber literatur. Menurut Kurniawan et al. (2023), metode ini memungkinkan peneliti untuk melakukan komparasi sistematis, mengidentifikasi pola-pola konseptual, dan menghasilkan kerangka teoritis yang komprehensif terkait desain sistem informasi *tracking* kapal. Sumber data primer dalam penelitian ini mencakup jurnal-jurnal ilmiah bereputasi, antara lain *Indonesian Journal of Maritime Technology*, *Journal of Maritime Research*, dan *International Maritime Engineering Journal*. Sumber sekunder akan diperoleh melalui laporan teknis dari lembaga maritim internasional, dokumentasi teknologi *tracking*, serta publikasi resmi yang berkaitan dengan sistem informasi *maritime* (Delvina et al., 2024).



Proses validasi data dilakukan melalui triangulasi sumber literatur, yaitu membandingkan dan memverifikasi informasi dari *multiple sources* untuk memastikan kredibilitas dan konsistensi temuan penelitian. Pendekatan ini mengacu pada metodologi yang menekankan pentingnya validasi silang dalam penelitian kualitatif berbasis literatur. Tahapan analisis data meliputi beberapa fase kritis: (1) Pengumpulan komprehensif literatur terkait sistem *tracking* kapal, (2) Kategorisasi dan klasifikasi temuan berdasarkan tema spesifik, (3) Analisis komparatif teknologi dan metodologi *tracking*, (4) Sintesis konseptual untuk menghasilkan model desain sistem informasi, dan (5) Interpretasi komprehensif untuk mengembangkan rekomendasi implementasi.

Kriteria inklusi dan eksklusi sumber literatur ditentukan secara ketat untuk menjamin kualitas dan relevansi data. Kriteria inklusi meliputi: (a) Publikasi berbahasa Indonesia dan Inggris, (b) Membahas teknologi *tracking* kapal atau sistem informasi maritim, (c) Terbit pada rentang 2020-2024, (d) Memiliki metodologi penelitian yang jelas. Kriteria eksklusi mencakup artikel dengan metodologi yang tidak sistematis, sumber yang tidak dapat diverifikasi, dan publikasi di luar rentang waktu yang ditentukan. Pendekatan etika penelitian *library research* dilakukan dengan menerapkan prinsip *academic integrity*, yaitu mengutip sumber secara transparan, menghindari plagiarisme, dan memberikan penghargaan akademik yang tepat kepada penulis asli. Sitasi dan referensi akan dikelola menggunakan *reference management* software untuk memastikan keakuratan dan konsistensi.

HASIL PEMBAHASAN

Analisis Teknologi *Tracking* Kapal Kontemporer

Perkembangan teknologi *tracking* kapal telah mengalami transformasi signifikan dalam dekade terakhir, dengan integrasi *multiple technologies* yang semakin kompleks dan canggih. Penelitian (Fauzan & Zuhrie, 2024) menunjukkan bahwa evolusi sistem *tracking* maritim tidak lagi sekadar memantau lokasi, melainkan menciptakan ekosistem teknologi yang komprehensif untuk mendukung manajemen armada kapal secara *holistic*. *Global Positioning System* (GPS) telah menjadi fondasi utama dalam teknologi pelacakan, mengalami peningkatan akurasi dan resolusi yang memungkinkan pemantauan real-time dengan presisi hingga beberapa sentimeter (Monalisa et al., 2019). *Geographic Information System* (GIS) memainkan peranan kritis dalam mengintegrasikan data spasial dengan konteks maritim. Menurut (Heppi, 2023), teknologi GIS memungkinkan visualisasi kompleks pergerakan kapal, analisis rute, dan identifikasi potensi risiko navigasi. Integrasi GIS dengan teknologi satelit memberikan kemampuan prediktif yang signifikan dalam manajemen armada, memungkinkan perusahaan pelayaran seperti PT. Bintang Khatulistiwa Internusa untuk membuat keputusan strategis berbasis data geospasial yang akurat.

Internet of Things (IoT) telah merevolusi konsep *tracking* kapal melalui implementasi sensor cerdas yang mampu mengumpulkan data multidimensional secara simultan. (Mahendra et al., 2024) mengidentifikasi bahwa teknologi IoT memungkinkan *monitoring* kondisi mesin, konsumsi bahan bakar, dan parameter operasional kapal dalam waktu nyata. Sensor-sensor IoT yang terpasang di berbagai komponen kapal dapat mendeteksi anomali, memprediksi kebutuhan pemeliharaan, dan mengoptimalkan kinerja operasional secara berkelanjutan. *Big data analytics* menjadi komponen transformatif dalam ekosistem *tracking* kapal modern. Penelitian (Shahnaaz et al., 2024) membuktikan bahwa analisis data skala besar mampu menghasilkan *insights* strategis



melalui pengolahan kompleks data pergerakan, kondisi cuaca, riwayat operasional, dan variabel eksternal lainnya. Algoritma *machine learning* yang terintegrasi dalam *big data analytics* dapat mengidentifikasi pola tersembunyi, mengoptimalkan rute pelayaran, dan menurunkan risiko operasional secara signifikan.

Artificial Intelligence (AI) dan *Machine Learning* telah membawa dimensi baru dalam teknologi *tracking* kapal modern. Implementasi AI memungkinkan sistem *tracking* untuk melakukan prediksi yang lebih akurat tentang waktu kedatangan kapal (ETA), optimalisasi rute berdasarkan kondisi cuaca dan lalu lintas maritim, serta deteksi anomali dalam operasional kapal. Teknologi *deep learning*, sebagai *subset* dari AI, mampu menganalisis pola historis pergerakan kapal untuk mengidentifikasi rute yang paling efisien dan aman. Sistem AI juga dapat mengintegrasikan data dari berbagai sumber seperti radar, AIS (*Automatic Identification System*), dan sensor IoT untuk memberikan rekomendasi real-time kepada operator kapal dalam pengambilan keputusan operasional.

Blockchain technology muncul sebagai inovasi yang menjanjikan dalam meningkatkan keamanan dan transparansi sistem *tracking* kapal. Implementasi *blockchain* memungkinkan pencatatan yang tidak dapat dimanipulasi (*immutable*) atas seluruh pergerakan dan aktivitas kapal. Teknologi ini menciptakan sistem yang dapat dipercaya untuk memverifikasi autentisitas data *tracking*, yang sangat penting dalam konteks kepatuhan regulasi dan audit. *Blockchain* juga memfasilitasi *sharing* data yang aman antar *stakeholder* maritim, seperti operator pelabuhan, perusahaan pelayaran, dan otoritas maritim, sambil mempertahankan privasi dan keamanan informasi sensitif.

Edge computing telah mengubah paradigma pengolahan data dalam sistem *tracking* kapal. Dengan menempatkan kemampuan komputasi lebih dekat ke sumber data (pada kapal itu sendiri), *edge computing* memungkinkan analisis real-time yang lebih cepat dan efisien. Hal ini sangat kritis dalam situasi yang membutuhkan respons cepat, seperti penghindaran tabrakan atau manajemen keadaan darurat. *Edge computing* juga mengurangi ketergantungan pada konektivitas internet yang konstan, memungkinkan sistem *tracking* untuk tetap berfungsi bahkan dalam kondisi konektivitas terbatas di tengah lautan.

Augmented Reality (AR) dan *Virtual Reality* (VR) membawa dimensi visualisasi baru dalam *monitoring* dan *tracking* kapal. Teknologi AR memungkinkan operator di ruang kendali untuk melihat *overlay* data real-time pada tampilan visual kapal, termasuk informasi kecepatan, arah, kondisi mesin, dan parameter operasional lainnya. VR dapat digunakan untuk simulasi dan pelatihan, memungkinkan crew untuk memahami dan merespons berbagai skenario operasional dalam lingkungan virtual yang aman. Integrasi AR/VR dengan data *tracking* menciptakan pengalaman *monitoring* yang lebih intuitif dan komprehensif.

5G dan komunikasi satelit generasi baru telah meningkatkan kapabilitas transmisi data dalam sistem *tracking* kapal. Jaringan 5G menyediakan *bandwidth* yang lebih besar dan *latency* yang lebih rendah, memungkinkan transfer data real-time yang lebih lancar antara kapal dan pusat kendali. Teknologi satelit modern, termasuk konstelasi satelit LEO (*Low Earth Orbit*), menawarkan *coverage* global dengan performa yang lebih baik, memastikan konektivitas yang *reliable* bahkan di lokasi paling terpencil. Peningkatan infrastruktur komunikasi ini mendukung implementasi aplikasi *tracking* yang lebih *sophisticated* dan *data-intensive*.



Cybersecurity menjadi aspek kritis dalam evolusi sistem *tracking* kapal modern. Dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi digital, sistem *tracking* harus dilengkapi dengan proteksi keamanan yang *robust* terhadap ancaman *cyber*. Implementasi enkripsi *end-to-end*, sistem deteksi intrusi, dan protokol keamanan yang ketat menjadi standar dalam arsitektur sistem *tracking*. Pendekatan "*security by design*" diterapkan sejak tahap awal pengembangan sistem untuk memastikan integritas dan kerahasiaan data *tracking*.

Digital *Twin technology* membawa paradigma baru dalam *monitoring* dan manajemen armada kapal. Konsep digital *twin* menciptakan replika virtual dari kapal fisik, yang memungkinkan simulasi dan analisis mendalam terhadap berbagai aspek operasional. Data dari sistem *tracking* digunakan untuk memperbarui model digital *twin* secara *real-time*, memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi dan performa kapal. Teknologi ini memungkinkan *predictive maintenance* yang lebih akurat dan optimalisasi operasional berbasis simulasi.

Mobile technology dan aplikasi berbasis *cloud* telah demokratisasi akses terhadap data *tracking* kapal. *Stakeholder* dapat mengakses informasi *tracking* melalui perangkat *mobile* dengan *interface* yang *user-friendly*. *Cloud computing* memungkinkan penyimpanan dan *processing* data dalam skala besar, serta menyediakan fleksibilitas dalam mengakses dan menganalisis data historis. Integrasi *mobile* dan *cloud technology* menciptakan ekosistem *tracking* yang lebih *accessible* dan *scalable*.

Autonomous systems dan *robotics* mulai diintegrasikan dalam sistem *tracking* kapal modern. *Drone* maritim dan USV (*Unmanned Surface Vessels*) dilengkapi dengan sensor dan sistem *tracking* untuk membantu dalam operasi *monitoring* dan survei. Teknologi *autonomous* memungkinkan pengumpulan data dari lokasi yang sulit dijangkau atau berbahaya, serta mendukung operasi *search and rescue*. Integrasi sistem *autonomous* dengan infrastruktur *tracking* tradisional menciptakan *network monitoring* yang lebih komprehensif.

Environmental monitoring menjadi komponen integral dalam sistem *tracking* kontemporer. Sensor-sensor khusus dipasang untuk memantau emisi kapal, kualitas air, dan parameter lingkungan lainnya. Data ini diintegrasikan dengan sistem *tracking* utama untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dan mendukung inisiatif *green shipping*. Teknologi *tracking* modern tidak hanya fokus pada efisiensi operasional, tetapi juga *sustainability* dan *environmental stewardship*.

Pengembangan teknologi *tracking* kapal terus berlanjut dengan integrasi inovasi-inovasi baru yang memperluas kapabilitas dan meningkatkan efektivitas sistem. Kombinasi berbagai teknologi menciptakan ekosistem *monitoring* yang komprehensif, mendukung operasi maritim yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan. PT. Bintang Khatulistiwa Internusa, sebagai perusahaan pelayaran modern, dapat memanfaatkan perkembangan teknologi ini untuk meningkatkan daya saing dan kualitas layanannya dalam industri maritim yang semakin kompleks.



Arsitektur Sistem Informasi *Tracking* Modern

Arsitektur sistem informasi *tracking* kapal kontemporer mensyaratkan desain terintegrasi yang mampu mengakomodasi kompleksitas teknologi maritim. (Subaeki, 2022) mengemukakan bahwa arsitektur modern harus memiliki fleksibilitas tinggi, kemampuan skalabilitas, dan keterhubungan antar komponen teknologi. Sistem *tracking* tidak lagi sekadar infrastruktur teknis, melainkan ekosistem cerdas yang mampu memberikan *value proposition* strategis bagi manajemen transportasi maritim. Komponen teknologi kunci dalam arsitektur *tracking* modern meliputi jaringan satelit komunikasi, sensor IoT multifungsi, dan infrastruktur *cloud computing*. Satelit komunikasi *maritime* menyediakan konektivitas global yang memungkinkan transmisi data *real-time* bahkan di wilayah geografis tersebar dan menantang. *Cloud computing* memfasilitasi penyimpanan, pengolahan, dan analisis data dengan kapasitas yang hampir tidak terbatas, memungkinkan skalabilitas sistem *tracking* sesuai kebutuhan operasional.

Arsitektur data dalam sistem *tracking* modern dirancang dengan memperhatikan aspek keamanan, integritas, dan aksesibilitas. Protokol enkripsi canggih dan mekanisme autentikasi multi-lapis menjamin kerahasiaan informasi sensitif. Aliran informasi dirancang secara sistematis, dimulai dari pengumpulan data melalui sensor, transmisi melalui jaringan satelit, penyimpanan di *cloud*, hingga visualisasi dan analisis melalui antarmuka manajemen yang intuitif.

Arsitektur sistem informasi *tracking* kapal kontemporer mensyaratkan desain terintegrasi yang mampu mengakomodasi kompleksitas teknologi maritim. (Subaeki, 2022) mengemukakan bahwa arsitektur modern harus memiliki fleksibilitas tinggi, kemampuan skalabilitas, dan keterhubungan antar komponen teknologi. Sistem *tracking* tidak lagi sekadar infrastruktur teknis, melainkan ekosistem cerdas yang mampu memberikan *value proposition* strategis bagi manajemen transportasi maritim. Komponen teknologi kunci dalam arsitektur *tracking* modern meliputi jaringan satelit komunikasi, sensor IoT multifungsi, dan infrastruktur *cloud computing*. Satelit komunikasi *maritime* menyediakan konektivitas global yang memungkinkan transmisi data *real-time* bahkan di wilayah geografis tersebar dan menantang. *Cloud computing* memfasilitasi penyimpanan, pengolahan, dan analisis data dengan kapasitas yang hampir tidak terbatas, memungkinkan skalabilitas sistem *tracking* sesuai kebutuhan operasional.

Dalam konteks implementasi, arsitektur sistem *tracking* modern mengadopsi pendekatan *microservices* yang memungkinkan pengembangan dan pemeliharaan komponen sistem secara independen. Setiap *microservice* menangani fungsi spesifik seperti akuisisi data sensor, pemrosesan koordinat GPS, manajemen *alert*, dan visualisasi *tracking*. Pendekatan ini meningkatkan reliabilitas sistem karena kegagalan pada satu komponen tidak mempengaruhi keseluruhan operasi. Arsitektur *microservices* juga memfasilitasi *scaling* horizontal dan *vertical* sesuai dengan beban kerja dan kebutuhan bisnis. *Containerization* teknologi seperti *Docker* dan *orchestration* platform seperti *Kubernetes* menjadi fondasi penting dalam implementasi arsitektur ini.

Integrasi teknologi *Machine Learning* dan *Artificial Intelligence* membawa dimensi baru dalam kapabilitas sistem *tracking* modern. Algoritma prediktif dapat menganalisis pola pergerakan kapal, mengidentifikasi anomali, dan memberikan rekomendasi rute optimal berdasarkan kondisi cuaca, lalu lintas maritim, dan faktor operasional lainnya. *Deep learning models* dilatih menggunakan *historical tracking* data untuk meningkatkan akurasi prediksi dan



deteksi anomali. Sistem AI juga dapat mengotomatisasi berbagai aspek operasional seperti perencanaan *maintenance*, optimasi konsumsi bahan bakar, dan manajemen armada yang efisien.

Aspek keamanan siber menjadi perhatian utama dalam arsitektur modern mengingat meningkatnya ancaman *cyber attacks* terhadap sistem maritim. Implementasi *Security Information and Event Management (SIEM)* system memungkinkan *monitoring* dan respons real-time terhadap potensi ancaman keamanan. *Zero-trust architecture* diterapkan untuk memastikan setiap akses dan transaksi data diverifikasi secara ketat. *Encryption end-to-end* menggunakan algoritma kriptografi modern seperti AES-256 dan RSA menjamin kerahasiaan data sensitif selama transmisi dan penyimpanan.

User experience design menjadi komponen integral dalam arsitektur modern dengan fokus pada intuitivitas dan efisiensi operasional. *Interface design* mengadopsi pendekatan *responsive* yang dapat diakses melalui berbagai *device* dan platform. Visualisasi data menggunakan teknologi *WebGL* dan *framework* modern seperti *Three.js* memungkinkan representasi 3D *real-time* dari posisi dan pergerakan kapal. *Dashboard* interaktif menyajikan *analytics* dan KPI dalam format yang mudah dipahami, mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat.

Arsitektur data dalam sistem modern mengadopsi pendekatan *hybrid* yang mengkombinasikan *traditional relational databases* untuk data terstruktur dengan *NoSQL databases* untuk data semi-terstruktur dan tidak terstruktur. *Time-series databases* khusus digunakan untuk menyimpan dan menganalisis data sensor temporal. *Data lake architecture* memungkinkan penyimpanan data mentah dalam format aslinya, sementara data *warehouse* menyediakan struktur terorganisir untuk *analytics* dan *reporting*. Implementasi data *governance framework* menjamin kualitas, konsistensi, dan *compliance* data.

Integrasi dengan sistem eksternal menjadi aspek krusial dalam arsitektur modern. *API-first approach* memungkinkan interoperabilitas *seamless* dengan berbagai sistem seperti *port management systems*, *weather services*, dan *supply chain platforms*. Implementasi *event-driven architecture* menggunakan *message brokers* seperti *Apache Kafka* memungkinkan komunikasi *asynchronous* yang efisien antar sistem. Standard protokol seperti REST dan *GraphQL* memfasilitasi integrasi dengan *third-party services* dan *partner systems*.

Manajemen performa sistem menjadi fokus penting dengan implementasi *comprehensive monitoring* dan *observability tools*. *Distributed tracing* menggunakan teknologi seperti *Jaeger* memungkinkan *tracking request flow across services*. *Metrics collection* dan *visualization* menggunakan stack seperti *Prometheus* dan *Grafana* memberikan *visibility* terhadap sistem *health* dan *performance*. *Automated alerting system* memberikan notifikasi proaktif terhadap anomali dan potensi *issues*.

Disaster recovery dan *business continuity* menjadi pertimbangan fundamental dalam arsitektur modern. Implementasi multi-region *deployment* dengan *automatic failover* memastikan *high availability* sistem. *Backup strategy* mengadopsi pendekatan 3-2-1 dengan replikasi data di *multiple locations*. *Regular disaster recovery testing* dan *documentation* menjamin kesiapan sistem menghadapi berbagai skenario kegagalan.

Sustainability dan efisiensi energi menjadi aspek yang semakin penting dalam arsitektur modern. Implementasi *green computing practices* seperti *dynamic resource allocation* dan *power management optimizations* mengurangi konsumsi energi data center. *Edge computing deployment* mengurangi *latency* dan *bandwidth usage* dengan memproses data lebih dekat ke sumbernya.



Carbon footprint monitoring dan *reporting* membantu organisasi mencapai target sustainability mereka.

Arsitektur sistem informasi *tracking* modern merepresentasikan *convergence* berbagai teknologi *cutting-edge* yang diimplementasikan dengan mempertimbangkan aspek keamanan, skalabilitas, dan sustainability. Kompleksitas sistem ini membutuhkan pendekatan holistik dalam *design, implementation, dan maintenance* untuk memastikan sistem dapat memenuhi kebutuhan operasional *maritime industry* yang dinamis sambil tetap adaptif terhadap perkembangan teknologi masa depan.

Optimalisasi Operasional Melalui Sistem Tracking

Implementasi sistem *tracking* modern memberikan potensi optimalisasi operasional yang substansial bagi perusahaan pelayaran. (Muzaki et al., 2024) mengidentifikasi bahwa teknologi *tracking* cerdas mampu menurunkan biaya operasional hingga 25% melalui serangkaian mekanisme efisiensi. Kemampuan prediktif sistem memungkinkan manajemen untuk melakukan perencanaan proaktif, mengurangi waktu *downtime*, dan mengalokasikan sumber daya secara optimal. Mekanisme pengurangan risiko operasional menjadi salah satu keunggulan utama sistem *tracking* modern. Melalui analisis *real-time* kondisi cuaca, lalu lintas maritim, dan karakteristik kapal, sistem mampu memberikan rekomendasi rute alternatif yang lebih aman dan efisien. Strategi optimasi rute tidak hanya mempertimbangkan jarak terdekat, tetapi juga faktor kompleks seperti konsumsi bahan bakar, risiko navigasi, dan kondisi lingkungan.

Manajemen bahan bakar menjadi aspek kritis dalam optimalisasi operasional. Teknologi *tracking* modern dengan sensor IoT yang canggih mampu melakukan *monitoring* konsumsi bahan bakar secara presisi, mengidentifikasi pola pemborosan, dan memberikan rekomendasi konkret untuk efisiensi. Algoritma cerdas dapat memprediksi kebutuhan bahan bakar berdasarkan rute, kecepatan, dan kondisi mesin, sehingga memungkinkan perencanaan logistik yang lebih akurat.

Keamanan dan Keselamatan Maritim

Keamanan sistem informasi *tracking* kapal menjadi aspek fundamental dalam arsitektur teknologi maritim modern. Protokol keamanan data merupakan pertahanan kritis melawan potensi ancaman siber yang semakin kompleks. Menurut penelitian (Delvina et al., 2024), sistem *tracking maritime* membutuhkan *multilayer security framework* yang mampu melindungi data sensitif dari potensi pelanggaran keamanan siber. Enkripsi *end-to-end*, autentikasi multi-faktor, dan mekanisme *firewall* yang dinamis menjadi komponen utama dalam melindungi integritas informasi kapal.



Tabel 1. Protokol Keamanan Sistem *Tracking* Kapal

Tingkat Keamanan	Mekanisme Proteksi	Deskripsi Implementasi
Perimeter Security	Firewall Lanjut	Pembatasan akses eksternal, <i>monitoring traffic real-time</i>
Data Encryption	Enkripsi 256-bit	Proteksi data transmisi dan penyimpanan
Autentikasi	Multi-factor Authentication	Verifikasi bertingkat untuk akses sistem
Monitoring	Sistem Deteksi Intrusi	Pengenalan dan respon cepat terhadap ancaman siber
Kepatuhan	Standar Internasional	Pemenuhan regulasi IMO dan GDPR

Mekanisme respons darurat menjadi komponen kritis dalam sistem *tracking maritime*. (Muzaki et al., 2024) mengidentifikasi bahwa sistem modern tidak hanya mampu mendeteksi situasi darurat, tetapi juga menghasilkan protokol respons otomatis. Integrasi teknologi komunikasi satelit memungkinkan transmisi sinyal darurat secara instan, memfasilitasi koordinasi penyelamatan dengan pusat *maritime rescue coordination center* (MRCC) secara real-time.

Integrasi Teknologi dan Analisis Prediktif

Implementasi *machine learning* dalam *tracking* kapal menghadirkan revolusi fundamental dalam manajemen armada *maritime*. (Brandoli et al., 2022) menunjukkan bahwa algoritma *machine learning* mampu menghasilkan prediksi kompleks berdasarkan analisis *big data*. Kemampuan sistem untuk mengidentifikasi pola tersembunyi, memprediksi kondisi operasional, dan mengoptimalkan kinerja kapal menjadi keunggulan kompetitif yang signifikan.

Tabel 2. Metode Analisis Prediktif dalam Manajemen Kapal

Jenis Analisis	Teknologi	Output Prediktif
Prediksi Performansi Mesin	Machine Learning	Estimasi kebutuhan pemeliharaan
Optimasi Rute	Geographic Analytics	Rute tercepat dan terhemat
Manajemen Risiko	Deep Learning	Identifikasi potensi gangguan
Konsumsi Bahan Bakar	Predictive Modeling	Proyeksi konsumsi dan efisiensi
Kondisi Cuaca	Neural Networks	Antisipasi kondisi maritim

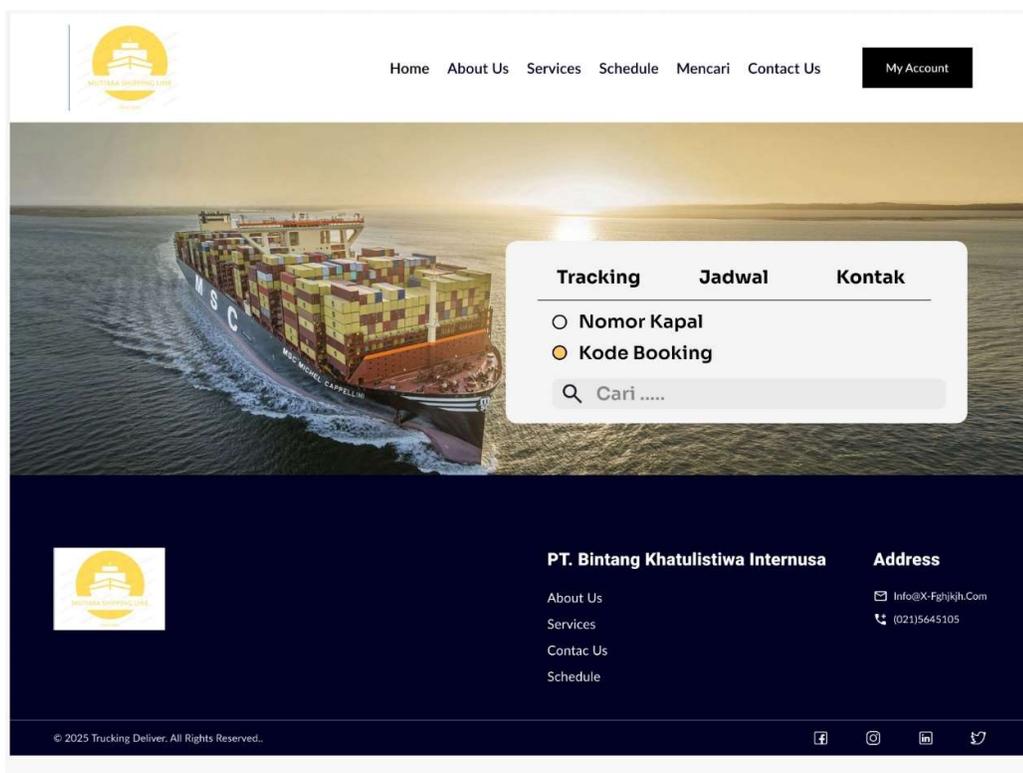
Pengambilan keputusan berbasis data memerlukan infrastruktur analitik yang kompleks. (Mahendra et al., 2024) menekankan pentingnya *business intelligence dashboard* yang mampu menerjemahkan data kompleks menjadi *insights* strategis. Algoritma cerdas memungkinkan manajemen untuk membuat keputusan berbasis prediksi akurat, bukan sekadar reaktif terhadap kondisi *eksisting*.



Rekomendasi Implementasi Sistem *Tracking*

Model implementasi bertahap menjadi pendekatan strategis dalam transformasi sistem *tracking*. (Kusmanto & Harsono, 2024) merekomendasikan pendekatan *evolutionary implementation* yang memungkinkan adaptasi gradual teknologi baru. Tahapan implementasi dimulai dari *pilot project*, evaluasi komprehensif, hingga *scaling up* teknologi secara menyeluruh. Strategi migrasi teknologi memerlukan pertimbangan multidimensional. Perencanaan yang matang, alokasi sumber daya, dan program pelatihan tenaga kerja menjadi faktor kunci keberhasilan implementasi. Investasi dalam sumber daya manusia sama kritisnya dengan investasi teknologi itu sendiri.

Kebutuhan infrastruktur meliputi kombinasi *hardware* canggih, *software* terintegrasi, dan konektivitas global. Pengembangan pusat data *maritime*, jaringan satelit berkualitas tinggi, dan sistem *cloud computing* menjadi prasyarat utama implementasi sistem *tracking* modern yang efektif. Kesuksesan implementasi sistem *tracking* tidak semata-mata bergantung pada teknologi, melainkan pada kemampuan organisasi dalam beradaptasi, mengembangkan kultur digital, dan secara berkelanjutan melakukan inovasi teknologis.



1. Halaman utama



The screenshot displays a web application interface for PT. Bintang Khatulistiwa Internusa. The page features a navigation menu with links for Home, About Us, Services, Schedule, Mencari, Contact Us, and My Account. Below the navigation is a table of shipping events, and a footer section containing the company logo, name, address, and contact details.

Date	Location	Event	Vessel	Terminal
31/12/2024	Jakarta, JAVA	Empty received at CY	EMPTY	Pt. Citra Prima Container (Cpc-Jkt)
25/12/2024	Jakarta, JAVA	Import to consignee	LADEN	Npct1 - Pt New Priok Container Terminal 1
22/12/2024	Jakarta, JAVA	Import Discharged from Vessel	MSC ANIELLO HW450R	Npct1 - Pt New Priok Container Terminal 1
30/11/2024	Tianjinxingang, CN	Export Loaded on Vessel	MSC ANIELLO HW446A	Tianjin Port Alliance International Container Terminal Co., Ltd.
25/11/2024	Tianjinxingang, CN	Export received at CY	LADEN	Tianjin Port Alliance International Container Terminal Co., Ltd.
14/11/2024	Tianjinxingang, CN	Empty to Shipper	EMPTY	Tianjin Keyun Logistics Co., Ltd

PT. Bintang Khatulistiwa Internusa
Address
Info@X-Fghjkjh.Com
(021)5645105

© 2025 Trucking Deliver. All Rights Reserved.

2. Rincian Posisi Kapal





[Home](#) [About Us](#) [Services](#) [Schedule](#) [Mencari](#) [Contact Us](#)

My Account

Schedules

POINT-TO-POINT
VESSEL
ARRIVALS/DEPARTURES

NINGBO, CHINA (CNNGB)
+

↔

JAKARTA, JAVA, INDONESIA (IDJKT)
+

2/9/2025

> Search

NINGBO > JAKARTA, JAVA

SERVICE: **SEAGULL**

8 Results 🖨️

Departure	Arrival	Vessel / Voyage No.	Estimated Transit Time	
FRI 14TH FEB 2025	THU 27TH FEB 2025	MSC ANUSHA III / HU507A	🕒 13 Days	<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em;">> I need a quote</div> <div style="margin-left: 10px; font-size: 0.7em;">+</div> <div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em; background-color: #ffc107; color: white; margin-top: 5px;">> I'm ready to book</div>
FRI 28TH FEB 2025	MON 10TH MAR 2025	MSC PAOLA / HU509A	🕒 10 Days	<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em;">> I need a quote</div> <div style="margin-left: 10px; font-size: 0.7em;">+</div> <div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em; background-color: #ffc107; color: white; margin-top: 5px;">> I'm ready to book</div>
FRI 7TH MAR 2025	MON 17TH MAR 2025	MSC CHULAI III / HU510A	🕒 10 Days	<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em;">> I need a quote</div> <div style="margin-left: 10px; font-size: 0.7em;">+</div> <div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em; background-color: #ffc107; color: white; margin-top: 5px;">> I'm ready to book</div>
FRI 14TH MAR 2025	MON 24TH MAR 2025	MSC GENERAL IV / HU511A	🕒 10 Days	<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em;">> I need a quote</div> <div style="margin-left: 10px; font-size: 0.7em;">+</div> <div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em; background-color: #ffc107; color: white; margin-top: 5px;">> I'm ready to book</div>
FRI 21ST MAR 2025	MON 31ST MAR 2025	MSC ANUSHA III / HU512A	🕒 10 Days	<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em;">> I need a quote</div> <div style="margin-left: 10px; font-size: 0.7em;">+</div> <div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-size: 0.7em; background-color: #ffc107; color: white; margin-top: 5px;">> I'm ready to book</div>



PT. Bintang Khatulistiwa Internusa

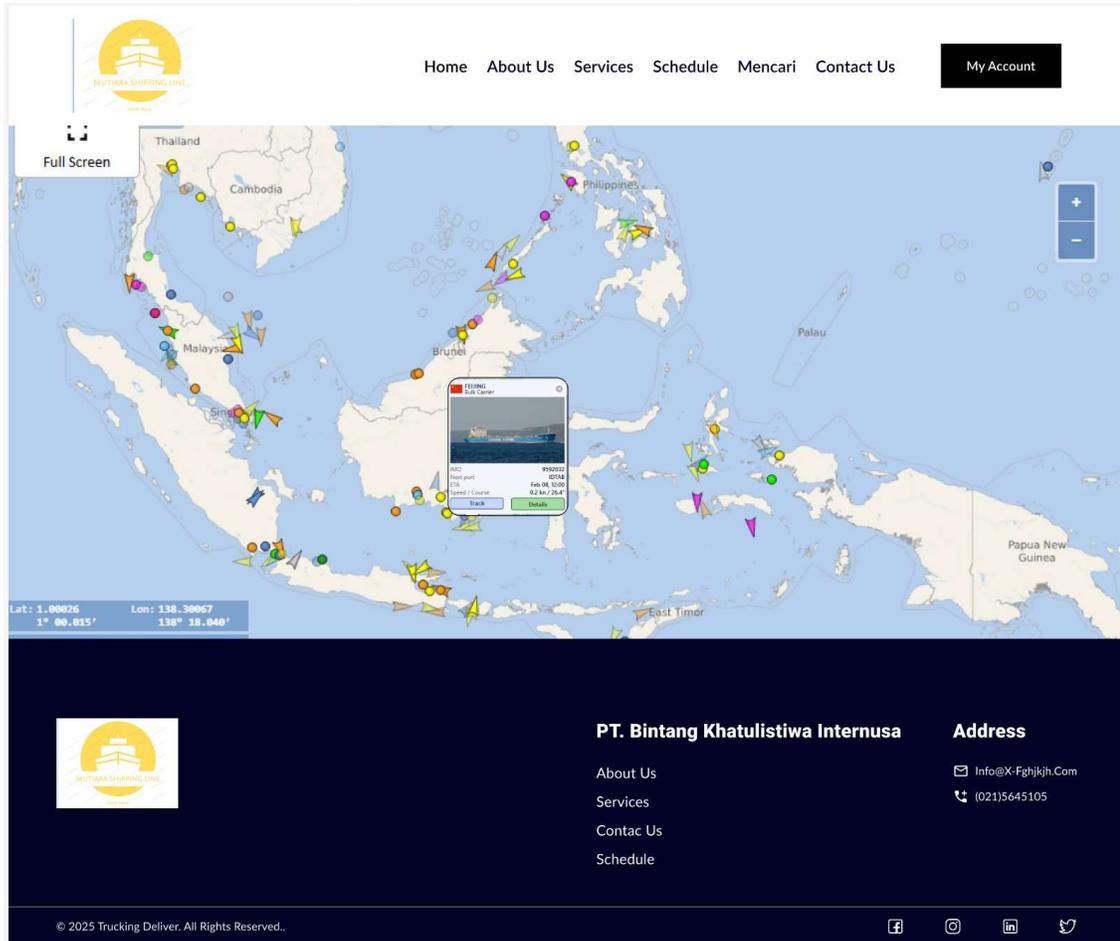
[About Us](#)
[Services](#)
[Contact Us](#)
[Schedule](#)

Address

info@X-Fghjkh.Com
 (021)5645105

© 2025 Trucking Deliver. All Rights Reserved.

3. Rincian Kapal



4. GPS Posisi Kapal

KESIMPULAN

Jurnal ini mengeksplorasi pengembangan sistem informasi *tracking* kapal untuk PT. Bintang Khatulistiwa Internusa, yang menekankan pentingnya teknologi modern dalam manajemen armada maritim. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *tracking* kontemporer tidak lagi sekadar melacak lokasi kapal, melainkan menciptakan ekosistem teknologi komprehensif yang mengintegrasikan berbagai teknologi canggih seperti GPS, GIS, *Internet of Things* (IoT), *big data analytics*, dan *machine learning*. Melalui pendekatan *library research*, penelitian ini mengidentifikasi bahwa sistem *tracking* modern mampu memberikan *insights* strategis yang signifikan, termasuk optimalisasi rute, prediksi pemeliharaan, manajemen bahan bakar, dan peningkatan keamanan maritim. Arsitektur sistem informasi yang direkomendasikan bersifat fleksibel, *skalabel*, dan terintegrasi, dengan fokus pada keamanan data, protokol komunikasi internasional, dan kemampuan analisis prediktif. Implementasi bertahap dengan memperhatikan aspek teknologi, sumber daya manusia, dan kultur digital menjadi kunci keberhasilan transformasi sistem *tracking* kapal dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan pelayaran di era digital.



DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, I. M. (2018). *PENGENALAN TEKNOLOGI GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) SEBAGAI ALAT BANTU OPERASI PENANGKAPAN IKAN DI PANGANDARAN*. 7(3), 213–215.
- Brandoli, B., Raffaetà, A., Simeoni, M., & Adibi, P. (2022). "From multiple aspect trajectories to predictive analysis: a case study on fishing vessels in the Northern Adriatic sea". *GeoInformatica*, 551–579. <https://doi.org/10.1007/s10707-022-00463-4>
- Delvina, M., Kamal, E., Razak, A., & Prarikeslan, W. (2024). *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Pengelolaan Wilayah Pesisir Berbasis Masyarakat Lokal: Literature Review*. 2(November), 407–415.
- Fauzan, R. N., & Zuhrie, M. S. (2024). *Sistem Navigasi Autonomous Pada Prototipe Kapal dengan Sensor GPS dan Kompas*. 05, 646–654.
- Heppi, H. D. (2023). *Peningkatan Keamanan Maritim Melalui Teknologi Deteksi Dan Pencegahan Kapal Berbahaya*. 6(2), 37–49.
- Khatami, M., Putra, F., Zainul, L. M., Rusba, K., & Nawawi, Y. (2024). *Inovasi K3: Integrasi AI dan IoT untuk Meningkatkan Keselamatan Kerja*. 6(5), 2231–2239.
- Kusmantoro, Y., & Harsono, G. (2024). *Pemanfaatan Teknologi Geospatial Intelligence (GEOINT) untuk Peningkatan Keamanan dan Pengelolaan Maritim di Indonesia*. 07(01), 8218–8235.
- Li, M., & Li, B. (2024). *Enhancing Maritime Navigational Safety: Ship Trajectory Prediction Using ACoAtt – LSTM and AIS Data*.
- Mahendra, A. P., Herlambang, S. M., Yudianto, P. Y., & Surabaya, P. P. (2024). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Main Engine Kapal Berbasis IOT*. 2(4).
- Monalisa, S., Sukma, A. I., Studi, P., Informasi, S., Kota, S., Tebing, K., Kabupaten, T., Meranti, K., Riau, P., Selatpanjang, K., Kecamatan, K., Kabupaten, T., Meranti, K., & Kota, P. (2019). *SISTEM INFORMASI MONITORING PERJALANAN KAPAL*. 5(2), 171–183.
- Muzaki, A., Ramadhan, F., Rahayu, G. S., Fariz, M., Ghifari, A., Pratama, M. R., Kamisik, R. A., Sani, S. A., Lestari, M., Wayan, N., Septiani, P., Studi, P., Informatika, T., Gedong, K., Rebo, P., & Timur, J. (2024). *PERANCANGAN SISTEM TRACKING PENGIRIMAN BARANG*. 05(01), 210–216.
- Ninvika, D. H. (2023). *Dampak Perubahan Teknologi Sistem Logistik di Pelabuhan*. 9(14), 273–289.
- Scarlat, C., Ioanid, A., & Andrei, N. (2023). *USE OF THE GEOSPATIAL TECHNOLOGIES AND ITS*. March, 1–12.
- Shahnaaz, P. P., Sani, A., Si, M., Good, P. P., Governance, C., Pt, D. I., Jateng, D., Diy, D. A. N., & Yogyakarta, A. (2024). *Implementation of Good Corporate Governance Principles in Pt*. 1138–1153. <https://doi.org/10.23920/jphp.v1i2.292.1>
- Subaeki, B. (2022). *PERANCANGAN ARSITEKTUR SISTEM INFORMASI MENGGUNAKAN METODE ENTERPRISE ARCHITECTURE PLANNING (Studi Kasus: Universitas Purwakarta - Purwakarta)*.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian pendidikan: pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta.