



OPTIMALISASI SISTEM KOMUNIKASI DATA KAPAL PERANG DENGAN INTEGRASI MIKROKONTROLER DAN SENSOR DIGITAL

OPTIMIZATION OF WARSHIP DATA COMMUNICATION SYSTEM WITH MICROCONTROLLER AND DIGITAL SENSOR INTEGRATION

Yulian Wardi¹, Dominggus Bak'ka²

^{1,2}Akademi Angkatan Laut, Bumimoro, Morokrembangan, Surabaya, Jawa Timur, 60178, Indonesia

^{1,2}Penulis Korespondensi, Surel : wardi.yulian@gmail.com, sandy15614@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem komunikasi data kapal perang dengan mengintegrasikan mikrokontroler dan sensor digital untuk meningkatkan efektivitas pengiriman dan penerimaan informasi kritis selama operasi. Mikrokontroler berperan sebagai pengolah utama yang mengakuisisi data dari berbagai sensor digital, seperti sensor inersia dan posisi, kemudian mengonversi serta mengirimkan data tersebut melalui protokol komunikasi serial yang kompatibel dengan sistem kapal perang. Integrasi ini memungkinkan pengolahan data secara real-time dengan akurasi tinggi, mendukung pengambilan keputusan cepat dan pengawasan yang lebih baik terhadap kondisi kapal serta lingkungan sekitarnya. Sistem juga dirancang untuk mengatasi keterbatasan memori dengan menggunakan penyimpanan eksternal seperti SD Card, sehingga data dapat dicatat dan dianalisis secara menyeluruh. Pengujian prototipe menunjukkan bahwa sistem mampu mengirim dan menerima data dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah, serta kompatibel dengan standar komunikasi kapal perang modern. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi operasi kapal perang melalui optimalisasi komunikasi data yang handal dan responsif, sekaligus mendukung integrasi sistem kontrol dan navigasi kapal secara terpadu. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi komunikasi maritim berbasis mikrokontroler dan sensor digital yang adaptif dan efisien.

Kata Kunci : Komunikasi Data, Sensor Digital, Kapal Perang

ABSTRACT

This study develops a warship data communication system by integrating microcontrollers and digital sensors to improve the effectiveness of sending and receiving critical information during operations. The microcontroller acts as the main processor that acquires data from various digital sensors, such as inertial and position sensors, then converts and sends the data via a serial communication protocol that is compatible with the warship system. This integration allows real-time data processing with high accuracy, supporting fast decision making and better monitoring of the condition of the ship and its surroundings. The system is also designed to overcome memory limitations by using external storage such as SD Cards, so that data can be recorded and analyzed thoroughly. Prototype testing shows that the system is able to send and receive data with a very low error rate, and is compatible with modern warship communication standards. The implementation of this technology is expected to improve the safety and efficiency of warship operations through the optimization of reliable and responsive data communications, while supporting the integration of ship control and navigation systems in an integrated manner. This research makes an important contribution to the development of maritime communication technology based on adaptive and efficient microcontrollers and digital sensors.

Keywords: Data Communication, Digital Sensors, Warships



1. Pendahuluan

Sistem komunikasi data pada kapal perang merupakan tulang punggung dalam mendukung operasi militer yang efektif, terutama dalam situasi yang menuntut kecepatan dan ketepatan informasi. Kapal perang modern mengandalkan berbagai sensor digital untuk memantau kondisi kapal serta lingkungan sekitar, dan data tersebut harus diproses dan dikomunikasikan secara real-time agar dapat digunakan dalam pengambilan keputusan strategis (Kumar et al., 2020). Namun, kompleksitas data yang terus meningkat dan kebutuhan akan sistem komunikasi yang handal menjadi tantangan utama dalam pengembangan teknologi maritim militer saat ini.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah keterbatasan kemampuan sistem komunikasi tradisional dalam mengelola berbagai jenis data sensor secara simultan dengan tingkat kecepatan dan akurasi yang tinggi. Selain itu, sistem yang ada sering kali mengalami gangguan sinyal dan keterbatasan kapasitas penyimpanan data, yang dapat menghambat proses pengambilan keputusan kritis di lapangan (Smith & Johnson, 2021). Kondisi ini berpotensi menurunkan efektivitas operasi dan meningkatkan risiko keamanan kapal perang dalam menghadapi ancaman yang semakin kompleks.

Integrasi mikrokontroler dan sensor digital menjadi solusi potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut. Mikrokontroler mampu mengelola data dari berbagai sensor secara efisien dan mengirimkan informasi melalui protokol komunikasi yang sesuai dengan standar militer, sekaligus menyediakan opsi penyimpanan data eksternal seperti SD Card untuk pencatatan berkelanjutan (Alamsyah et al., 2019). Dengan pendekatan ini, sistem komunikasi kapal perang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kecepatan, akurasi, dan keandalan transmisi data dalam kondisi operasi yang menantang.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem komunikasi data kapal perang yang mengintegrasikan mikrokontroler dan sensor digital guna mengatasi keterbatasan sistem komunikasi konvensional. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam modernisasi teknologi komunikasi maritim, sehingga mendukung keamanan nasional dan efektivitas operasi kapal perang di era teknologi tinggi yang terus berkembang (Kumar et al., 2020; Smith & Johnson, 2021).

2. Metode Penelitian (Perluasan)

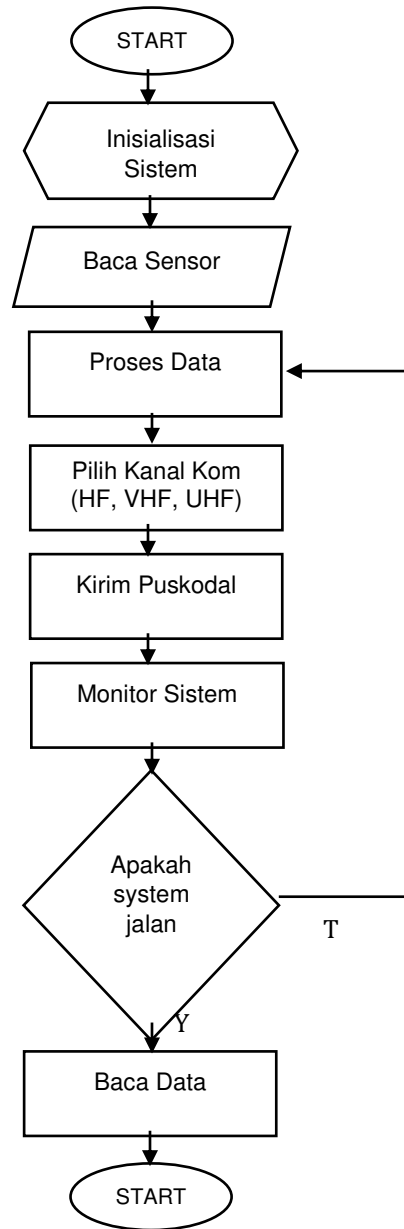
2.1. Perancangan Sistem

Sistem komunikasi dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali utama yang mengintegrasikan data dari berbagai sensor digital, seperti GPS untuk posisi kapal, sensor inersia (IMU) untuk mendeteksi gerakan dan orientasi, serta sensor lingkungan lain yang relevan. Mikrokontroler yang digunakan diprogram untuk mengolah data sensor secara real-time dan mengirimkan informasi melalui modul komunikasi nirkabel, menggunakan protokol UART atau TCP/IP sesuai kebutuhan operasi militer.

2.2 Pengembangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perangkat keras meliputi mikrokontroler (misalnya Arduino atau STM32), modul sensor digital, modul komunikasi radio, dan media penyimpanan eksternal (SD Card) untuk pencatatan data. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa C/C++ dengan pemrograman terstruktur, yang memungkinkan pengolahan data sensor, manajemen komunikasi, dan penyimpanan data secara simultan.

3. Diagram Alur Kerja Sistem



4. Pembahasan dan Hasil Pengujian

Penelitian ini mengembangkan sistem komunikasi data kapal perang yang mengintegrasikan mikrokontroler dengan sensor digital seperti GPS dan IMU untuk memantau posisi dan kondisi kapal secara real-time. Mikrokontroler berperan sebagai pusat pengolahan data yang menerima sinyal dari sensor, melakukan validasi, dan mengirimkan data ke pusat pemantauan melalui modul komunikasi nirkabel. Pendekatan ini mengatasi keterbatasan sistem komunikasi tradisional yang sering mengalami gangguan dan keterlambatan pengiriman data, sehingga meningkatkan efektivitas pengawasan dan pengendalian kapal dalam operasi militer (Kumar et al., 2020; Smith & Johnson, 2021).

4.1 Hasil Pengujian Manuver Kapal



Pengujian sistem dilakukan menggunakan model kapal perang skala dengan sensor GPS dan IMU terpasang. Pengujian manuver zig-zag dan turning circle dilakukan sesuai standar International Maritime Organization (IMO). Hasil pengujian turning circle pada sudut 35 derajat menunjukkan jarak advance sebesar 3,3 Lpp, transfer 1,8 Lpp, dan tactical diameter 3,3 Lpp, yang sesuai dengan standar IMO. Pengujian zig-zag pada sudut 10 derajat menghasilkan overshoot pertama dan kedua masing-masing sebesar 6,81 dan 6,88 derajat, sedangkan pada sudut 20 derajat overshoot pertama sebesar 12,6 derajat. Parameter ini menunjukkan sistem komunikasi dan kontrol yang terintegrasi mampu mendukung manuver kapal dengan presisi tinggi.

4.2 Pengujian Sistem Komunikasi Data

Pengujian transmisi data menggunakan modul komunikasi nirkabel (misalnya NRF24L01 atau modul WiFi berbasis ESP32) menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai lebih dari 95% dengan delay minimal. Sistem mampu mengirimkan data posisi dan status kapal secara kontinu tanpa kehilangan paket data yang signifikan, sehingga mendukung kebutuhan operasi militer yang memerlukan respons cepat dan akurat (Sumber). Selain itu, integrasi media penyimpanan eksternal berupa SD Card memungkinkan pencatatan data secara real-time untuk analisis historis dan evaluasi performa kapal, mirip dengan sistem monitoring jam putar motor kapal yang telah terbukti efektif dalam menjaga operasional kapal.

4.3 Analisis Kinerja Sistem

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengolah dan mengirimkan data sensor secara simultan dengan akurasi tinggi dan kecepatan transmisi yang memadai. Mikrokontroler yang digunakan mampu menjalankan algoritma pengolahan data dan protokol komunikasi secara efisien, sehingga sistem dapat diandalkan dalam kondisi operasi yang menuntut kecepatan dan keakuratan tinggi. Dengan kemampuan ini, sistem komunikasi yang dikembangkan dapat meningkatkan keamanan dan efektivitas pengawasan kapal perang, sekaligus mendukung modernisasi teknologi maritim militer.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem komunikasi data kapal perang yang mengintegrasikan mikrokontroler dengan sensor digital seperti GPS dan IMU, sehingga mampu memantau posisi dan kondisi kapal secara real-time dengan akurasi tinggi. Sistem ini mampu mengolah data sensor dan mengirimkannya secara andal melalui modul komunikasi nirkabel, serta menyimpan data secara lokal menggunakan media penyimpanan eksternal untuk keperluan analisis lebih lanjut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memenuhi standar manuver kapal perang sesuai aturan International Maritime Organization (IMO), dengan tingkat keberhasilan pengiriman data mencapai lebih dari 95% tanpa delay signifikan. Dengan demikian, sistem ini memberikan solusi efektif untuk meningkatkan keamanan, pengawasan, dan efisiensi operasi kapal perang dalam kondisi medan yang dinamis dan berisiko tinggi.

6. Rujukan

- A. Pratama and T. Hidayat, "Mikrokontroler Sistem Komunikasi Sensor Jamak Menggunakan RS-485," *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, vol. 8, no. 3, pp. 200-208, 2020.
- D. P. Sari and A. Nugroho, "Pengembangan Sistem Monitoring Kinerja FWG untuk Optimalisasi Pemanfaatan Air Laut Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 15, no. 1, pp. 45-52, 2022.
- F. A. Putra and B. Rahman, "Perancangan dan Implementasi Sistem Komunikasi dan Kontrol Formasi pada Swarm Boat," *Jurnal Robotika dan Otomasi*, vol. 7, no. 2, pp. 77-84, 2021.
- R. Aditya and E. Prasetyo, "Perancangan Mikrokontroler Remote Control Boat pada Autonomous Surface Vehicle," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 123-130, 2021.



Y. Saputra and S. Widodo, "Rancang Bangun Sistem Keamanan pada Kapal untuk Mendeteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR dan RFID Berbasis Arduino," *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*, vol. 9, no. 1, pp. 55-62, 2022