

Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan Berbasis Internet Of Things

Fajar Ratnawati¹, M. Asep Subandri², M. Afridon³
Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

Email: fajar@polbeng.ac.id, msubandri@polbeng.ac.id, afridon@polbeng.ac.id

Abstract – This research develops an Internet of Things (IoT) based fishing vessel safety monitoring system that focuses on detecting the tilt and location of the vessel. The fishing industry in Bengkalis Regency faces challenges in fishermen's safety and resource sustainability due to a lack of real-time monitoring. The proposed system uses a SIM808 GSM module and an MPU6050 sensor, integrated with an Arduino platform, to monitor in real-time and accurately the ship's position and inclination. Ship tilt information is very critical in preventing ship accidents which often occur due to ship instability in the middle of the sea. This system provides fishermen with early warning of potentially dangerous conditions, allowing them to take corrective action before an accident occurs. In addition, monitoring vessel location ensures that vessels are in safe fishing zones and comply with fisheries regulations, while enabling authorities to carry out rapid rescue in cases of emergency. The system also supports fishermen in optimizing fishing routes to increase fuel efficiency and catch. Thus, this research not only contributes to fishermen's safety but also operational efficiency and sustainability of fisheries resources in Bengkalis.

Keywords - Internet of Things, Ship Safety, Tilting, Location

Intisari – Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem monitoring keselamatan kapal nelayan berbasis Internet of Things (IoT) yang berfokus pada deteksi kemiringan dan lokasi kapal. Industri perikanan di Kabupaten Bengkalis menghadapi tantangan dalam keselamatan nelayan dan keberlanjutan sumber daya akibat kurangnya pemantauan real-time. Sistem yang diusulkan menggunakan modul GSM SIM808 dan sensor MPU6050, terintegrasi dengan platform Arduino, untuk memonitor secara real-time dan akurat posisi kapal serta kemiringannya. Informasi kemiringan kapal sangat kritis dalam mencegah kecelakaan kapal yang sering terjadi karena ketidakstabilan kapal di tengah laut. Sistem ini memberikan peringatan dini kepada nelayan tentang kondisi yang berpotensi berbahaya, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan korektif sebelum terjadi kecelakaan. Selain itu, pemantauan lokasi kapal memastikan bahwa kapal berada dalam zona penangkapan yang aman dan mematuhi regulasi perikanan, sekaligus memungkinkan pihak berwenang untuk melakukan penyelamatan secara cepat dalam kasus darurat. Sistem juga mendukung nelayan dalam mengoptimalkan rute penangkapan untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan hasil tangkapan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap keselamatan nelayan tetapi juga efisiensi operasional dan keberlanjutan sumber daya perikanan di Bengkalis.

Kata Kunci - Internet of Things, Keselamatan Kapal, Kemiringan, Lokasi

I. PENDAHULUAN

Pulau Bengkalis, terhampar di perbatasan strategis dengan Selat Malaka dan berdekatan dengan Malaysia, merupakan pusat kegiatan ekonomi dan kebudayaan di Provinsi Riau[1], Indonesia. Keunikan geografis dan ekologisnya menjadikan pulau ini kunci dalam dinamika ekonomi regional, di mana perikanan tangkap tidak hanya berperan sebagai pilar ekonomi tetapi juga sebagai elemen penting dari warisan budaya yang turun-temurun[2]. Para nelayan di pulau ini, dengan keahlian mendalam yang dibentuk oleh lingkungan laut yang dinamis dan beragam, menghadapi tantangan modern yang memerlukan solusi inovatif. Lokasi Pulau Bengkalis yang

strategis menawarkan peluang ekonomi yang luas melalui akses ke jalur pelayaran internasional dan sumber daya perikanan yang melimpah. Namun, ini juga datang dengan serangkaian tantangan yang kompleks, seperti risiko kecelakaan maritim yang tinggi, dampak perubahan iklim pada migrasi ikan, overfishing, dan tantangan lingkungan seperti polusi laut. Kesulitan ini diperparah oleh keterbatasan infrastruktur dan teknologi yang membatasi kemampuan nelayan dalam mengoptimalkan hasil tangkapan dan menjamin keselamatan mereka di laut.

Dalam konteks ini, penelitian ini mengusulkan Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan[3] Berbasis Internet Of Things[4] sebagai solusi yang berpotensi mengatasi beberapa tantangan ini. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keselamatan nelayan melalui pemantauan real-time terhadap lokasi dan kemiringan kapal[5], memungkinkan respon cepat terhadap kondisi berbahaya dan menyediakan data yang penting untuk pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, nelayan Bengkalis dapat memanfaatkan keahlian tradisional mereka sambil mengadopsi teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan keselamatan operasi perikanan, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada perekonomian lokal dan kehidupan sosial masyarakat pesisir.

Tujuan utama dari teknologi IoT ini adalah untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal di industri perikanan[6]. Sistem ini dirancang untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan kerusakan pada kapal yang disebabkan oleh kondisi cuaca dan laut yang buruk. Ini dilakukan melalui penggunaan sensor dan teknologi canggih yang dapat memprediksi dan merespons secara proaktif terhadap perubahan kondisi laut. Implementasi teknologi IoT memberikan nilai tambah bagi industri maritim[7].

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Studi ini memiliki signifikansi yang luar biasa terhadap peningkatan keselamatan dan efisiensi operasional dalam industri perikanan di Pulau Bengkalis, yang terletak di jalur vital Selat Malaka. Dengan mengembangkan Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan Berbasis Internet of Things (IoT)[8], penelitian ini berpotensi mengatasi tantangan yang dihadapi oleh nelayan lokal, yang berkisar dari risiko kecelakaan maritim hingga dampak perubahan iklim dan overfishing.

A. *Studi Literatur*

Keselamatan kapal nelayan merupakan prioritas yang tidak terpisahkan dari industri perikanan. Setiap hari, nelayan menghadapi laut lepas yang tidak terprediksi[9], di mana risiko kecelakaan dan bahaya alam dapat mengancam nyawa dan mata pencaharian mereka. Keberadaan kapal yang aman tidak hanya esensial untuk melindungi kehidupan nelayan, tetapi juga menjamin kelanjutan operasional yang berkelanjutan bagi komunitas yang bergantung pada hasil laut. Kapal nelayan yang selamat dari badai dan arus kuat di lautan menjadi simbol ketahanan dalam menghadapi tantangan alam[10]. Ini bukan hanya tentang kekuatan fisik kapal itu sendiri, melainkan juga tentang sistem pendukung yang memastikan kapal dapat beroperasi dalam kondisi terburuk. Dengan sistem pemantauan yang efisien, nelayan dapat menerima peringatan dini tentang cuaca buruk, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan pencegahan dan menghindari kerugian besar, baik terhadap kapal maupun nyawa[11].

Di samping itu, keselamatan kapal juga berkaitan dengan keberlanjutan sumber daya perikanan. Kapal yang terawat dengan baik dan dilengkapi dengan teknologi pemantauan canggih lebih mungkin untuk mengikuti praktik penangkapan ikan yang bertanggung jawab, yang mengurangi risiko overfishing dan kerusakan ekosistem laut. Dengan demikian, keselamatan kapal menjadi kunci dalam memastikan bahwa sumber daya laut dapat dinikmati oleh generasi masa depan. Lebih dari itu, kapal yang aman memberikan rasa percaya diri kepada nelayan untuk menjelajahi lautan dan mencari daerah penangkapan yang baru, memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan pola migrasi ikan yang disebabkan oleh perubahan iklim. Ini tidak hanya meningkatkan kemungkinan hasil tangkapan yang lebih besar tetapi juga

memungkinkan nelayan untuk beroperasi dengan lebih efisien dan mengurangi dampak lingkungan dari aktivitas mereka. Dengan pemantauan real-time terhadap lokasi dan kemiringan kapal, sistem ini dapat memberikan peringatan dini terhadap kondisi berbahaya, seperti cuaca buruk atau pendekatan kapal besar, yang sering terjadi di Selat Malaka.

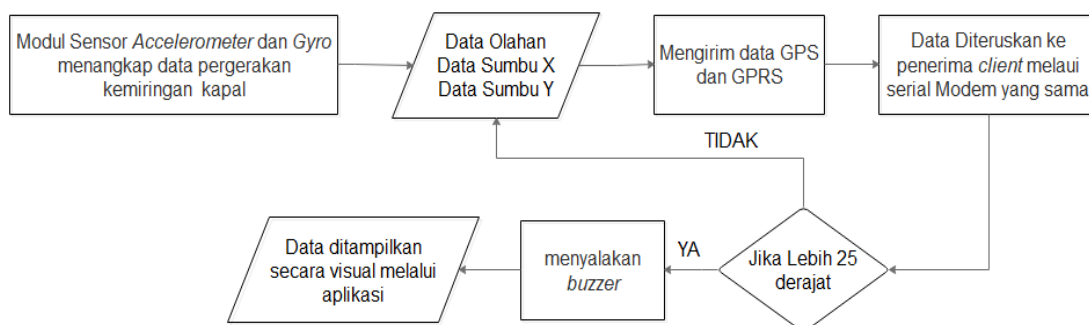
Dalam memastikan keselamatan kapal nelayan, peranan teknologi tidak dapat diabaikan. Tiga komponen teknologi utama yang menjadi tulang punggung sistem keselamatan maritim adalah Modul GSM SIM808, Sensor MPU6050, dan Antena GPS[12]. Masing-masing memainkan peran kritical dalam mendeteksi dan mengkomunikasikan informasi yang vital untuk navigasi dan stabilitas kapal.

Modul GSM SIM808 adalah komponen komunikasi kunci yang menghubungkan kapal dengan dunia luar. Modul ini memungkinkan transmisi data dua arah antara kapal dan pusat pemantauan. Dalam konteks keselamatan, modul GSM mengirimkan koordinat GPS dan informasi penting lainnya ke basis data pantai, memungkinkan tim darurat untuk melacak kapal secara real-time. Dalam situasi darurat, kemampuan untuk berkomunikasi ini bisa berarti perbedaan antara penyelamatan yang berhasil dan tragedi. Sensor MPU6050 adalah sensor inersia yang mengukur dan melaporkan perubahan kemiringan, orientasi, dan gerakan mendadak kapal. Sensor ini sangat sensitif dan mampu mendeteksi perubahan yang tidak dapat dirasakan oleh manusia, memberikan peringatan dini jika kapal mulai kehilangan stabilitasnya[13]. Dengan memberi tahu nelayan tentang kemiringan yang berpotensi berbahaya, sensor ini memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan korektif sebelum gelombang atau angin kencang menyebabkan kapal terbalik. Antena GPS adalah mata dan telinga sistem navigasi kapal[14]. Menggunakan sinyal satelit, antena GPS menentukan lokasi kapal dengan presisi tinggi. Informasi ini tidak hanya esensial untuk navigasi dan penentuan rute tetapi juga menjadi vital ketika kapal memerlukan bantuan. Dalam kondisi cuaca buruk atau saat terjadi kegagalan mesin, lokasi yang akurat yang disediakan oleh GPS dapat mempercepat respon dari tim penyelamat.

Ketika berbicara tentang keselamatan kapal nelayan, interaksi antara Modul GSM SIM808, Sensor MPU6050, dan Antena GPS menciptakan sistem pertahanan yang kuat melawan ketidakpastian di laut. Data yang dikumpulkan dan dikirimkan oleh komponen-komponen ini menghasilkan lapisan keselamatan yang terintegrasi, memastikan bahwa kapal tidak hanya terhubung tetapi juga terlindungi dari potensi bahaya. Ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi nelayan dan memberikan ketenangan pikiran bagi keluarga mereka di darat, mengetahui bahwa teknologi sedang bekerja untuk menjaga orang yang mereka cintai di tengah laut.

B. Prinsip Kerja Alat

Sistem terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk memastikan keamanan dan efisiensi dalam operasional kapal. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen-komponen utama tersebut.

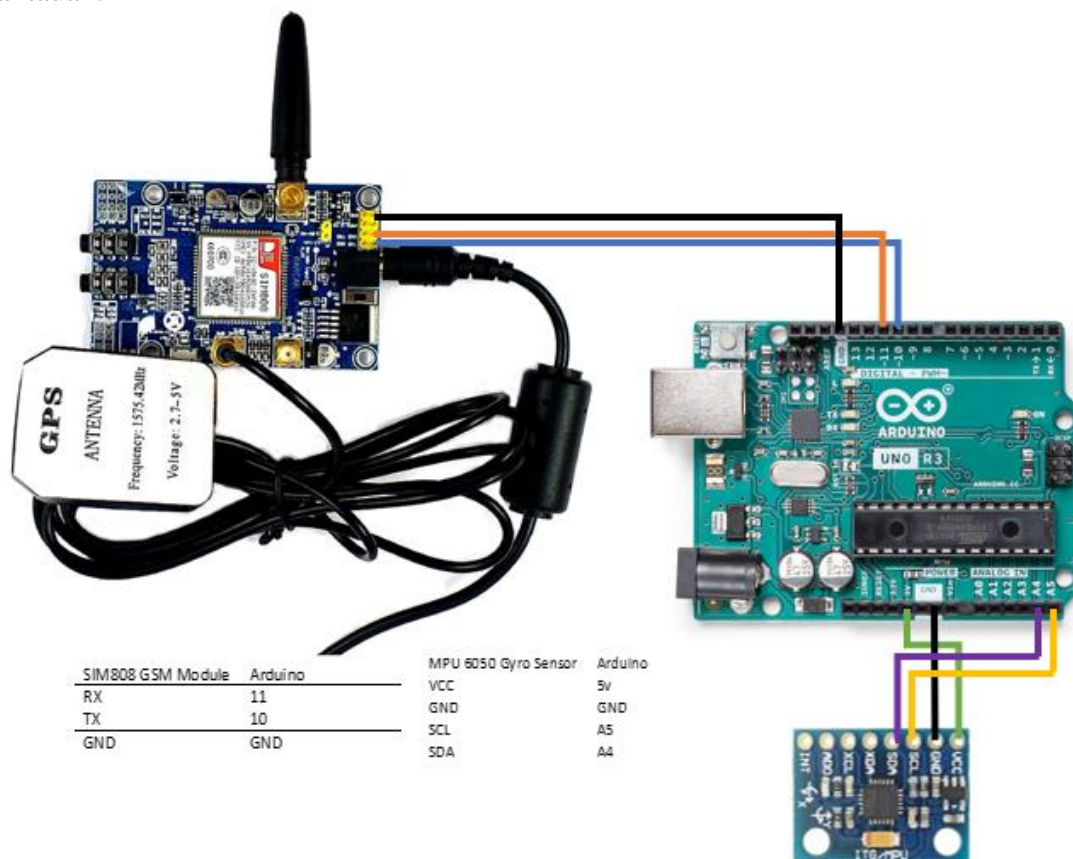


Gambar 1. Prinsip Kerja Alat

Setiap komponen ini memiliki peran khusus dalam sistem, yang secara keseluruhan berkontribusi pada peningkatan keselamatan kapal dan efisiensi operasional, khususnya dalam industri perikanan. Langkah pertama adalah pengambilan data pergerakan kemiringan kapal menggunakan modul sensor yang menggabungkan accelerometer dan gyro. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan posisi dan orientasi kapal dalam tiga dimensi (sumbu X, Y, dan Z). Data yang diambil oleh sensor tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan informasi tentang kemiringan kapal pada sumbu X dan sumbu Y, yang merupakan sumbu horizontal dan vertikal kapal. Informasi kemiringan yang telah diolah ditampilkan secara visual pada sebuah aplikasi, yang kemungkinan besar merupakan dashboard yang memudahkan pengguna untuk memantau status kapal. Sistem kemudian memutuskan apakah akan mengirim data GPS dan GPRS. Jika sistem mendeteksi bahwa kemiringan kapal melebihi 25 derajat, yang merupakan ambang batas yang ditetapkan untuk kondisi yang tidak aman, maka sistem akan menyalakan buzzer sebagai peringatan dini. Dari proses ini, kita dapat melihat bahwa sistem dirancang untuk secara aktif memonitor kemiringan kapal dan memberikan tanda peringatan jika kapal berada dalam kondisi yang berpotensi berbahaya. Sistem ini juga mampu mengkomunikasikan data penting ke pihak-pihak yang berkepentingan untuk tindakan lebih lanjut, memastikan keselamatan nelayan dan kapal.

C. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dari sistem yang ditunjukkan dalam gambar melibatkan pemasangan dan integrasi berbagai komponen elektronik untuk menciptakan unit pemantauan keselamatan kapal nelayan yang berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk secara otomatis memonitor kondisi kapal dan menyediakan data real-time kepada nelayan dan pusat pemantauan.

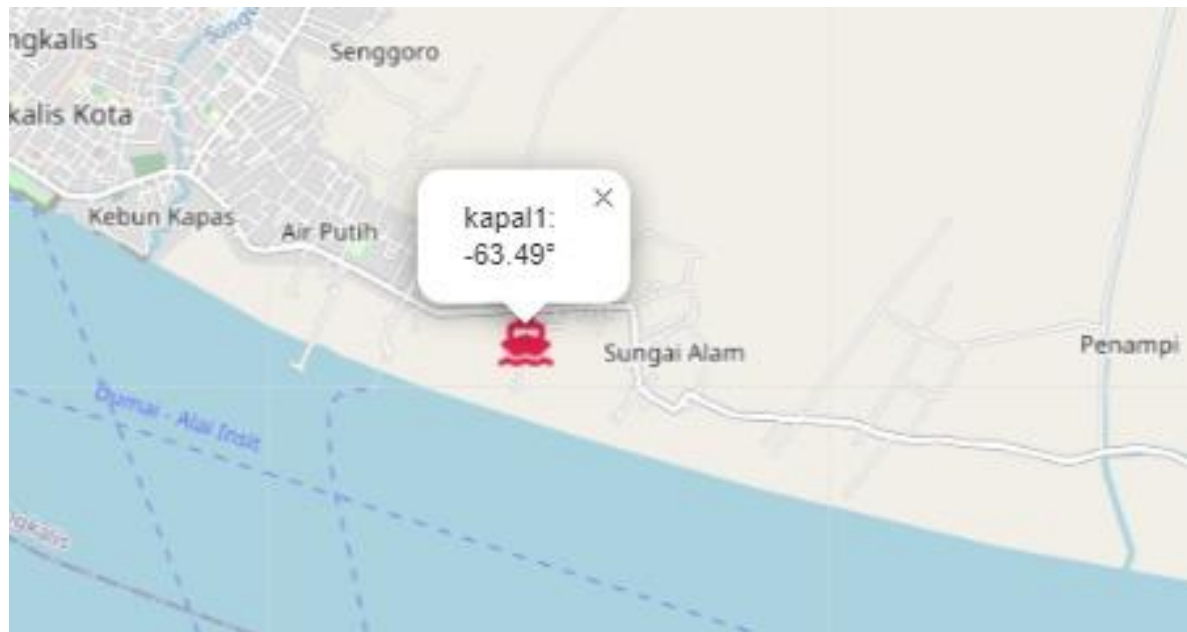


Gambar 2. Rangkaian Alat

Berikut adalah penjelasan perancangan mekanik berdasarkan gambar 1. Rangkaian alat : Modul GSM SIM808: Ini adalah modul komunikasi yang memiliki kemampuan GSM/GPRS. Modul ini biasanya memiliki port serial yang terhubung ke mikrokontroler, dalam hal ini, Arduino. Modul GSM diletakkan pada bagian atas sistem, dilengkapi dengan antena eksternal untuk memperkuat sinyal komunikasi seluler yang digunakan untuk mengirim dan menerima data. Antena GPS: Terhubung ke Modul GSM SIM808, antena GPS ini bertugas menangkap sinyal dari satelit GPS untuk menentukan posisi geografis kapal. Antena ini harus diposisikan sedemikian rupa sehingga memiliki pandangan yang tidak terhalang ke langit, memastikan akurasi data posisi yang dikirimkan ke pengguna dan pusat pemantauan. Sensor MPU6050: Pengukuran Pergerakan dan Kemiringan Kapal: Modul sensor accelerometer dan gyro pada alat bekerja secara sinergis untuk mengukur pergerakan dan kemiringan kapal. Sensor accelerometer mengukur akselerasi atau perubahan kecepatan kapal, memberikan data mengenai gerakan linier. Sensor gyro, di sisi lain, mengukur rotasi atau perubahan orientasi kapal, memberikan informasi tentang gerakan angular. Olah Data Sumbu X dan Y: Data dari kedua sumbu (X dan Y) dikumpulkan untuk menentukan posisi sebenarnya kapal terhadap permukaan laut. Sumbu X biasanya mengacu pada gerakan kapal dari sisi ke sisi (roll), sedangkan sumbu Y mengacu pada gerakan naik-turun kapal (pitch). Data ini sangat penting untuk menentukan apakah kapal berada dalam kondisi yang stabil atau mengalami kemiringan berbahaya. Arduino Uno R3: Ini adalah papan mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Arduino mengumpulkan data dari sensor MPU6050 dan GPS melalui Modul GSM SIM808, memproses data tersebut, dan mengeksekusi perintah yang diperlukan berdasarkan algoritma yang diprogram. Arduino ditempatkan di lokasi yang aman dan kering untuk menghindari kerusakan oleh elemen laut. Kabel dan Koneksi: Sistem menggunakan berbagai kabel untuk menghubungkan komponen. Kabel-kabel ini harus dipilih dan dikelola dengan hati-hati untuk memastikan integritas sinyal dan mengurangi risiko gangguan elektromagnetik. Selain itu, kabel harus dipasang dengan rapi untuk mencegah kerusakan fisik atau korsleting akibat kondisi lembab atau getaran kapal. Secara keseluruhan, perancangan mekanik harus memperhatikan faktor-faktor seperti resistensi terhadap kondisi laut yang keras, kemudahan perawatan, dan keandalan jangka panjang. Semua komponen harus dipasang dengan cara yang memungkinkan komunikasi efisien antar-komponen dan akses mudah untuk pemeliharaan atau penggantian jika diperlukan. Sistem harus dirancang untuk tahan terhadap kondisi maritim seperti kelembapan, garam, dan suhu ekstrem, memastikan keandalan dan durabilitas dalam lingkungan yang keras.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan Modul GSM SIM808, Sensor MPU6050, dan Antena GPS pada platform Arduino Uno berhasil dilakukan. Konektivitas antara komponen-komponen ini terbukti stabil dan dapat diandalkan selama fase pengujian. Modul GSM SIM808 berhasil mengirim dan menerima data ke pusat monitoring. Pesan yang berisi koordinat GPS, status kemiringan kapal, dan informasi penting lainnya berhasil ditransmisikan tanpa gangguan yang signifikan. Sensor MPU6050 menyediakan data yang akurat tentang orientasi kapal. Sistem berhasil mendeteksi dan merekam kemiringan kapal yang melebihi ambang batas keamanan yang ditetapkan, yang menunjukkan potensi risiko kecelakaan. Antena GPS menyediakan lokasi kapal dengan presisi tinggi. Data yang diperoleh sesuai dengan lokasi yang diketahui selama pengujian, menunjukkan keandalan sistem dalam pemetaan geografis.



Gambar 3. Tampilan hasil

Gambar 3 menyajikan skenario hasil yang mana sebuah kapal dalam keadaan bahaya atau miring lebih dari 25 Derajat. Representasi visual dari kapal yang berwarna merah dan berkedip adalah alarm visual untuk pengguna bahwa ada sesuatu yang tidak beres dengan kapal yang bersangkutan. Warna merah secara tradisional dianggap sebagai warna peringatan, dan fungsinya di sini adalah untuk menarik perhatian pengguna segera. Ketika sensor gyro kapal mendeteksi kemiringan yang melebihi batas aman yang telah ditentukan, sistem dengan otomatis mengubah ikon kapal menjadi merah dan berkedip di peta web.

Keandalan sistem dalam mengirimkan data real-time adalah aspek kritis yang mendukung keselamatan nelayan. Diskusi dapat diarahkan pada efisiensi sistem dalam kondisi yang beragam, termasuk cuaca buruk dan area dengan sinyal seluler yang lemah. Pembahasan tentang tantangan yang dihadapi selama fase pengujian, termasuk interferensi elektromagnetik atau masalah teknis lainnya. Ini juga dapat mencakup batasan dari perangkat keras yang digunakan dan bagaimana masalah tersebut dapat diatasi di masa depan. Analisis bagaimana sistem dapat mengurangi kecelakaan laut dengan memberikan peringatan dini tentang kondisi berbahaya. Ini bisa meliputi contoh situasi nyata di mana sistem tersebut mungkin telah mencegah insiden.

Diskusi tentang bagaimana sistem dapat ditingkatkan, termasuk penambahan sensor cuaca, integrasi dengan peta bahari digital, atau peningkatan algoritma untuk deteksi risiko. Pembahasan tentang bagaimana sistem dapat mempengaruhi praktik perikanan yang berkelanjutan, termasuk pemanfaatan data untuk pengelolaan sumber daya dan pengambilan keputusan berbasis bukti oleh para nelayan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan studi yang dilakukan terkait dengan pengembangan Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan Berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa pengintegrasian teknologi canggih seperti Modul GSM SIM808, Sensor MPU6050, dan Antena GPS pada platform Arduino Uno R3 memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal nelayan di Pulau Bengkalis. Sistem ini memungkinkan pemantauan real-time atas kondisi kemiringan kapal dan lokasi kapal, memberikan data yang dapat diandalkan dan akurat untuk mendukung keputusan yang

berkaitan dengan navigasi dan keselamatan di laut. Implementasi sistem ini berkontribusi pada pengurangan risiko kecelakaan maritim dengan menyediakan peringatan dini melalui visualisasi data dan peringatan buzzer jika kemiringan kapal melebihi batas keamanan yang ditentukan. Selain itu, kemampuan untuk mengirimkan data lokasi secara real-time melalui jaringan GSM memperkuat sistem respons darurat untuk situasi yang memerlukan intervensi cepat. Secara keseluruhan, penggunaan sistem pemantauan berbasis IoT seperti yang dirancang dalam studi ini menawarkan peningkatan keamanan yang substansial bagi nelayan, yang mana tidak hanya mengurangi kemungkinan kecelakaan tetapi juga memungkinkan pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih efektif dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, nelayan dapat melakukan aktivitas penangkapan ikan dengan lebih aman, efisien, dan menguntungkan, yang pada akhirnya akan berdampak positif terhadap stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat pesisir Bengkalis.

REFERENSI

- [1] A. Novizantara, A. Mulyadi, U. M. Tang, and R. M. Putra, "Calculating Economic Valuation of Mangrove Forest in Bengkalis Regency, Indonesia," *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 17, no. 5, pp. 1629–1634, Aug. 2022, doi: 10.18280/ijstdp.170528.
- [2] "DESIGN OF FISHING SHIP MONITORING INFORMATION SYSTEM CASE STUDY IN THE MARINE AND FISHERY RESOURCES SUPERVISION UNIT".
- [3] U. Wulandari, M. N. Kholis, R. S. Putri, and S. Syafiq, "Identifikasi Alat Keselamatan Kerja Nelayan Kapal Purse Seine (Studi Kasus KM PIPOSS BERAU) yang Berpangkal di PPI Sambaliung," *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, vol. 12, no. 1, pp. 38–46, Apr. 2021, doi: 10.35316/jsapi.v12i1.1084.
- [4] M. Ragab, "IOT based Smart Irrigation System," *International Journal of Industry and Sustainable Development*, vol. 0, no. 0, pp. 0–0, Aug. 2022, doi: 10.21608/ijisd.2022.148007.1021.
- [5] G. Elidolu, S. I. Sezer, E. Akyuz, O. Arslan, and Y. Arslanoglu, "Operational risk assessment of ballasting and de-ballasting on-board tanker ship under FMECA extended Evidential Reasoning (ER) and Rule-based Bayesian Network (RBN) approach," *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 231, p. 108975, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.res.2022.108975.
- [6] S. Jennings and J. Lee, "Defining fishing grounds with vessel monitoring system data," *ICES Journal of Marine Science*, vol. 69, no. 1, pp. 51–63, Jan. 2012, doi: 10.1093/icesjms/fsr173.
- [7] A. G. Hagargund, P. Shreya, N. Spandana, D. Varsha, and V. S. Vishrutha, "Implementation of Global Ship Tracking And Monitor System," in *2022 IEEE North Karnataka Subsection Flagship International Conference (NKCon)*, IEEE, Nov. 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/NKCon56289.2022.10126872.
- [8] C. Bayılmış, M. A. Ebleme, Ü. Çavuşoğlu, K. Küçük, and A. Sevin, "A survey on communication protocols and performance evaluations for Internet of Things," *Digital Communications and Networks*, vol. 8, no. 6, pp. 1094–1104, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.dcan.2022.03.013.
- [9] J. V. Kramer and S. Steen, "Simplified test program for hydrodynamic CFD simulations of wind-powered cargo ships," *Ocean Engineering*, vol. 244, p. 110297, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.110297.
- [10] Q. Chen, W. Wu, Y. Guo, J. Li, and F. Wei, "Environmental impact, treatment technology and monitoring system of ship domestic sewage: A review," *Science of The Total Environment*, vol. 811, p. 151410, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151410.

- [11] L. Zhao, G. Shi, and J. Yang, "Ship Trajectories Pre-processing Based on AIS Data," *Journal of Navigation*, vol. 71, no. 5, pp. 1210–1230, Sep. 2018, doi: 10.1017/S0373463318000188.
- [12] I. Salamah, N. Nasron, and D. Azzahra, "Teknologi GPS NEO-6 Untuk Tracking Kapal Penumpang Secara Real Time dengan Fitur Tombol Emergency SOS," *SMATIKA JURNAL*, vol. 12, no. 02, pp. 146–155, Dec. 2022, doi: 10.32664/smatika.v12i02.692.
- [13] A. Mujib, R. Ramiati, and R. Vitria, "Pelacakan Perahu Masyarakat Yang Mengalami Kondisi Darurat Di Perairan Sipora Utara Kab. Kepulauan Mentawai Berbasis Internet Of Things," *Elektron : Jurnal Ilmiah*, pp. 7–12, Jun. 2022, doi: 10.30630/eji.14.1.244.
- [14] M. Maradona and Y. Dwi Atma, "Analisis Penerapan Framework Cobit 5.0 Untuk Analisis Desain Sistem Monitoring Pelacakan Kapal Keluar Masuk Inaportnet," *METIK JURNAL*, vol. 5, no. 2, pp. 49–54, Dec. 2021, doi: 10.47002/metik.v5i2.220.