

Pemasangan Sistem Pemantauan Bahan Bakar Kapal KCT-1904 Pada PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari

Febryan Agung Prakasa, Krisna Bagus Nugraha, Muchamad Kurniawan

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

febryanagungprakasa@gmail.com¹, bagusk389@gmail.com²

ABSTRACT

The fuel monitoring system plays a crucial role in the installation of the KCT-1904 fuel monitoring system at PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari. This study outlines the processes involved, including hardware assembly, software configuration, report generation, and anomaly analysis, culminating in the production of a PDF-based media. Hardware assembly encompasses the installation of sensors, cable connections, and hardware integration. Software configuration involves setting monitoring parameters, developing a user interface, and conducting system functionality testing. Report generation involves data collection, analysis of monitoring results, and the creation of visual graphs. Anomaly analysis includes identifying unexpected changes in fuel consumption and troubleshooting related issues. The study concludes with the production of a PDF report containing monitoring results, trend graphs, improvement recommendations, and preventive measures. The KCT-1904 fuel monitoring system is expected to assist PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari in enhancing the efficiency and performance of their vessels while reducing operational costs associated with fuel consumption.

Kata Kunci

elpi;
fuel monitoring system;
fuel report;
pnep;
shimos;

Keywords

elpi;
fuel monitoring system;
fuel report;
pnep;
shimos;

ABSTRAK

Sistem pemantauan bahan bakar menjadi elemen penting dalam pemasangan sistem pemantauan KCT-1904 pada PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari. Studi ini menjelaskan proses perakitan hardware, konfigurasi software, pembuatan laporan, dan analisis anomali yang dilakukan dalam rangka mengoptimalkan penggunaan bahan bakar kapal. Melalui perakitan hardware, sensor dan kabel terhubung dengan sempurna, sementara konfigurasi software mencakup pengaturan parameter pemantauan dan antarmuka pengguna yang disesuaikan. Laporan yang dihasilkan melibatkan pengumpulan data, analisis hasil pemantauan, serta pembuatan grafik visual. Dalam analisis anomali, perubahan tak terduga dalam konsumsi bahan bakar diidentifikasi dan masalah yang terkait diperbaiki. Hasil akhir studi ini adalah laporan PDF yang memberikan informasi pemantauan, grafik tren, rekomendasi perbaikan, dan langkah-langkah pencegahan. Sistem pemantauan bahan bakar KCT-1904 dapat membantu PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari meningkatkan efisiensi, kinerja, dan mengurangi biaya operasional yang terkait dengan konsumsi bahan bakar kapal mereka.

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat ini, efisiensi dan efektivitas operasional menjadi kunci utama dalam menjaga daya saing perusahaan, khususnya dalam industri pelayaran. PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari, sebagai salah satu perusahaan pelayaran nasional, dengan tekad kuat berinovasi untuk tetap berada di garis depan. Bahan bakar merupakan salah satu komponen biaya operasional kapal yang cukup signifikan [1], dan perusahaan telah mengambil langkah strategis dengan penuh inovasi untuk menghadapi tantangan ini. Peningkatan biaya operasional dan tuntutan untuk melakukan operasi yang lebih ramah lingkungan menjadi masalah yang dihadapi oleh industri pelayaran saat ini [2]. Dalam rangka mengatasi tantangan ini, PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari telah berupaya keras untuk menemukan solusi yang tepat.

Untuk meminimalisir bahan bakar yang digunakan, kami telah mengimplementasikan sistem pemantauan bahan bakar yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT), microcontroller, Global Positioning System (GPS), dan Very Small Aperture Terminal (VSAT). Dengan adanya solusi inovatif ini, PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari mampu memantau dan mengelola konsumsi bahan bakar secara real-time, tidak hanya meningkatkan efisiensi biaya

operasional, tetapi juga mendukung komitmen perusahaan kami terhadap pembangunan berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Pemasangan sistem pemantauan bahan bakar yang berbasis IoT memungkinkan perusahaan untuk mengumpulkan data konsumsi bahan bakar secara langsung dari mesin kapal, yang kemudian dianalisis dan disajikan secara real-time melalui penggunaan microcontroller yang terhubung. Data lokasi kapal yang diperoleh melalui GPS dan konektivitas VSAT memastikan bahwa informasi yang diperoleh dapat diakses bahkan di perairan terpencil. Kombinasi teknologi ini memberikan wawasan mendalam kepada manajemen perusahaan dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dan efisien dalam pengelolaan bahan bakar. Tidak hanya itu, solusi ini juga memiliki potensi dalam mendeteksi dan mencegah potensi masalah pada mesin kapal. Data yang terus-menerus dipantau dapat memberikan petunjuk awal tentang performa mesin yang tidak optimal atau tanda-tanda kerusakan potensial. Dengan demikian, risiko kerusakan mesin dan downtime yang tidak perlu dapat diminimalkan, membantu mengurangi biaya operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Dengan menggabungkan teknologi canggih seperti IoT, microcontroller, GPS, dan VSAT dalam sistem pemantauan bahan bakar ini, PT Pelayaran Nasional Ekalya Purnamasari secara proaktif berkontribusi dalam menghadapi tantangan industri pelayaran saat ini, mengoptimalkan efisiensi operasional, serta mendukung tujuan global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Langkah inovatif ini, yang telah diambil pada kapal KCT-1904, menunjukkan komitmen kami untuk menerapkan teknologi dalam upaya menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan dan sukses dalam industri pelayaran.

TINJAUAN PUSTAKA

Kapal

Mengacu pada UU RI Nomor 17, Pasal 1 poin 36 tahun 2008 tentang Pelayaran, kapal didefinisikan sebagai sarana transportasi air yang memiliki karakteristik dan jenis khusus. Kapal dapat digerakkan oleh berbagai sumber energi, mulai dari tenaga angin, mesin, hingga sumber energi lainnya, atau dapat juga ditarik atau didorong. Definisi ini mencakup berbagai jenis kendaraan, termasuk kendaraan yang mengandalkan gaya apung dinamis, kendaraan bawah air, serta struktur dan bangunan apung yang bersifat tetap. Gaya apung dinamis merujuk pada prinsip fisika yang memungkinkan suatu objek tetap mengapung atau bergerak di atas permukaan air. Kendaraan bawah air, seperti kapal selam, beroperasi di bawah permukaan air dan biasanya digunakan untuk penelitian ilmiah atau operasi militer.

Sementara itu, struktur dan bangunan apung yang bersifat tetap, seperti rig pengeboran lepas pantai dan platform produksi, juga termasuk dalam definisi kapal menurut undang-undang ini. Meski tidak dirancang untuk bergerak secara rutin, struktur ini dapat dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lainnya di laut dan memiliki fungsi penting dalam industri seperti perminyakan dan gas.

Internet of Things

Internet of Things (IoT), atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai "Internet dari Segala", adalah konsep di mana perangkat dan sistem dapat memiliki koneksi dan berinteraksi antara satu dengan yang lain melalui jaringan internet [3]. Konsep ini memungkinkan perangkat dan sistem untuk saling bertukar data dan informasi, serta melakukan berbagai tugas secara otomatis tanpa intervensi manusia [2].

Perangkat IoT dapat berupa apa saja, mulai dari perangkat rumah tangga seperti kulkas, televisi, dan lampu, hingga perangkat industri seperti mesin dan sensor [4]. Perangkat-perangkat ini dilengkapi dengan sensor dan perangkat keras lainnya yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, serta untuk menerima dan merespons perintah dari jarak jauh melalui jaringan internet. Di industri, IoT memungkinkan otomatisasi dan efisiensi proses produksi yang lebih tinggi. Misalnya, sensor pada mesin pabrik dapat mengirim data tentang

kinerja dan kondisi mesin secara real-time, sehingga perawatan dapat dilakukan sebelum kerusakan terjadi [5].

Microcontroller

Mikrokontroler merupakan sebuah jenis chip yang terdiri dari Integrated Circuit (IC) dan memiliki kemampuan untuk menangkap sinyal input, memprosesnya, kemudian menghasilkan sinyal output yang sesuai dengan program yang dimuat di dalamnya[6]. Kemudian sensor mengumpulkan informasi sekitar untuk menghasilkan sinyal input pada mikrokontroler. Sinyal output dari mikrokontroler kemudian dikirimkan kepada aktuator yang bertugas mempengaruhi lingkungan sekitar. Secara prinsip, mikrokontroler dapat dianggap sebagai komponen "otak" dari suatu perangkat atau produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Umumnya, kecepatan pemrosesan data yang terdapat pada mikrokontroler cenderung lebih rendah daripada komputer personal (PC). Saat ini, mikroprosesor yang digunakan dalam PC telah mencapai kecepatan beberapa gigahertz (GHz), sedangkan mikrokontroler biasanya beroperasi dengan kecepatan antara satu hingga enam belas *megahertz* (MHz) [7]. Selain itu, kapasitas RAM dan ROM pada PC dapat mencapai beberapa *gigabyte* (Gbyte), sedangkan mikrokontroler hanya memiliki kapasitas yang jauh lebih kecil, berkisar pada beberapa byte atau kilobyte (Kbyte). Mikrokontroler banyak digunakan dalam sistem yang relatif sederhana dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi [8].

Global Positioning System

Sistem Navigasi Global (GPS) merupakan suatu sistem yang menggunakan satelit untuk mengidentifikasi posisi, kecepatan, arah, dan waktu di hampir seluruh area di permukaan bumi, tanpa memandang kondisi cuaca yang sedang terjadi. Awalnya diteruskan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk menunjang keperluan militer dan sipil, seperti digunakan untuk survei pemetaan dan informasi geografis.

GPS mempunyai tiga komponen utama yang terdapat dalam sistem ini, yaitu, satelit, pengendali, dan penerima/pengguna. Satelit berperan dalam menerima dan menyimpan data yang dikirimkan oleh stasiun pengendali, melindungi informasi waktu yang sangat akurat dengan menggunakan jam atom di dalam satelit, serta mengirimkan sinyal dan informasi secara terus-menerus kepada penerima yang digunakan oleh pengguna. Pengendali bertanggung jawab dalam mengontrol dan mengatur pergerakan satelit dari stasiun pengendali di bumi, yang meliputi pemantauan kesehatan satelit, perhitungan orbit dan waktu, sinkronisasi waktu, dan pengiriman data ke satelit. Sedangkan penerima berperan dalam menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi pengguna dalam tiga dimensi, yaitu koordinat, ketinggian, arah, jarak permukaan bumi, dan waktu yang diperlukan [9] [10].

Raspberry Pi

Raspberry Pi, sebuah inovasi dari Raspberry Pi Foundation di Inggris, adalah sebuah komputer mikro yang memiliki ukuran sekecil kartu kredit. Tujuan utama pengembangan komputer single board ini adalah untuk memberikan pemahaman dasar dalam bidang ilmu komputer dan pemrograman kepada pelajar di seluruh dunia [11]. Berbeda dengan Arduino yang lebih dikenal sebagai mikrokontroler untuk proyek prototyping, Raspberry Pi memiliki karakteristik yang sangat berbeda. Sebenarnya, Raspberry Pi lebih mirip dengan sebuah komputer daripada Arduino [12].

Very Small Aperture Terminal

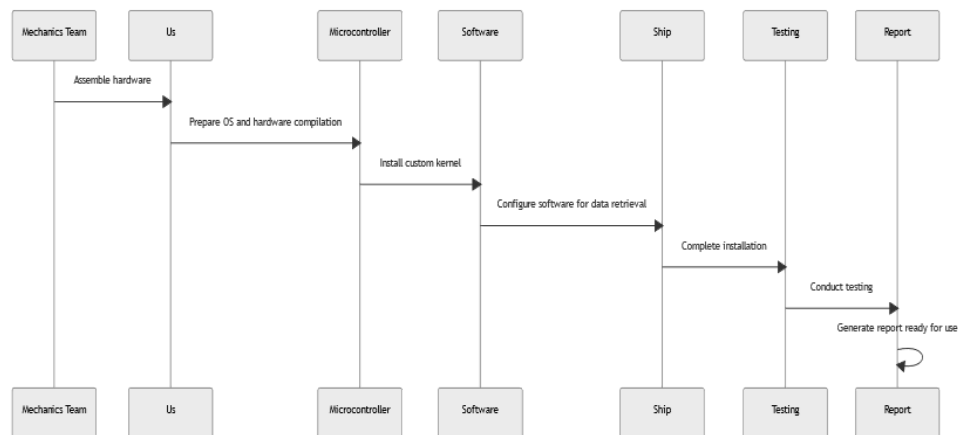
VSAT adalah singkatan dari Terminal Antena Aperture Sangat Kecil (*Very Small Aperture Terminal*) dalam bahasa Indonesia adalah teknologi komunikasi satelit yang menggunakan antena kecil yang memiliki diameter kurang dari 3 meter. Yang berfungsi untuk membentangkan jaringan yang menghubungkan lokasi-lokasi terpencil atau sulit dijangkau dengan jaringan komunikasi *global*. VSAT memungkinkan pengguna untuk mengirim dan menerima data, suara, dan video melalui satelit[13]. Antena VSAT biasanya dipasang di lokasi pengguna seperti perusahaan, kantor cabang, kapal, pesawat, atau rumah pribadi. Aplikasi dari VSAT meliputi telekomunikasi bisnis,

internet satelit, koneksi jaringan korporat, pemantauan dan pengendalian jarak jauh, serta komunikasi darurat di daerah terpencil. Kecepatan data yang dapat dicapai berkisar antara 64 Kbps hingga 8 Mbps, meskipun tingkat data yang lebih rendah dan lebih tinggi juga tersedia. Sistem VSAT maritim jarak jauh umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu '*Above Deck Unit – ADU*' yang merupakan antenna dan pemancar yang ditempatkan di luar ruangan (biasanya di dalam kubah), serta '*Below Deck Unit – BDU*' yang merupakan unit *indoor* yang berinteraksi dengan unit luar dan mengendalikan antenna [14].

Laporan Bahan Bakar/*Fuel Report*

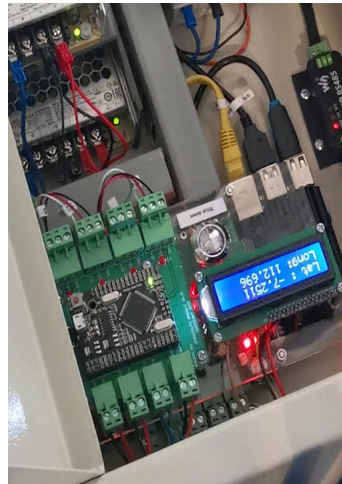
Fuel Report adalah laporan yang dikirim secara otomatis oleh *Fuel Monitoring System* di kapal. Ada dua jenis laporan, yaitu *real-time* dan *summary*. Laporan *real-time* memberikan data konsumsi bahan bakar secara langsung, sementara laporan *summary* memberikan gambaran penggunaan bahan bakar selama periode tertentu. Laporan ini penting dalam manajemen dan operasi kapal, membantu memantau efisiensi bahan bakar, mendeteksi kebocoran, dan memenuhi persyaratan regulasi lingkungan. Dengan *Fuel Report*, kapal dapat mengoptimalkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi dampak lingkungan [15].

METODE



Gambar 1. Alur Pemasangan

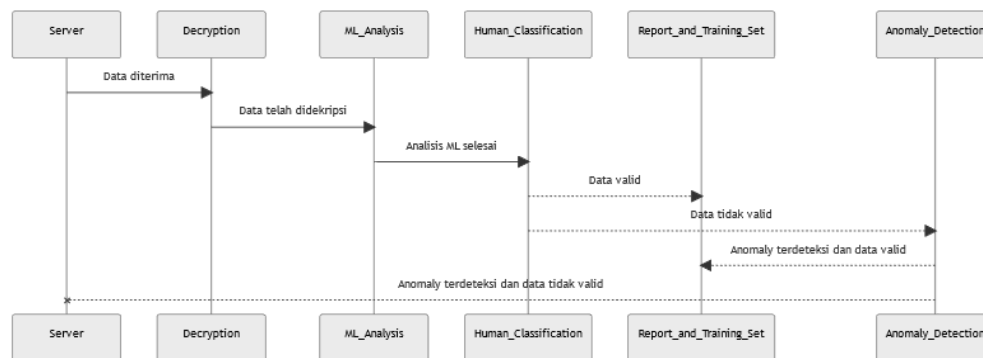
Berikut adalah diagram langkah-langkah yang akan kami lakukan pada penelitian ini. Penelitian ini melibatkan tim mekanik yang memainkan peran penting dalam pengembangan proyek ini dengan merancang *circuit board* (Gambar 2) atau panel sirkuit board yang akan digunakan, seiring dengan integrasi Raspberry Pi dalam sistem. Selama proses perancangan hardware berlangsung, kami juga memanfaatkan waktu untuk melakukan konfigurasi perangkat lunak. Tahap awal adalah melakukan kompilasi kernel yang cocok dengan hardware yang akan digunakan, agar terjadi keselarasan yang optimal antara kedua komponen tersebut. Setelah hardware mencapai tahap final, langkah selanjutnya adalah memasukkan perangkat lunak yang telah dikonfigurasi ke dalamnya. Tim mekanik kemudian akan memasang hardware ini di kapal sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah pemasangan selesai, dilakukan *conduct testing* untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Jika semua tahap pengujian dan pengecekan telah berhasil, laporan pengembangan akan dirilis kepada pengguna sebagai tanggapan atas kebutuhan dan spesifikasi awal yang telah diberikan.



Gambar 2. circuit board

Parsing Data

Namun sebelum jadi report masih ada cara yang dilakukan agar laporan yang tersaji ke user adalah data yang benar-benar valid. Berikut adalah diagram yang digunakan untuk menormalisasi hasil data:



Gambar 3. Deteksi anomali pada server

Tahap pertama yang ditekankan adalah penerimaan data di *server*. Proses ini dimulai ketika data tiba di server, mewakili titik awal dari aliran kerja yang mengarah pada pemrosesan dan analisis lebih lanjut. Pengumpulan data ini adalah prasyarat yang diperlukan untuk memulai serangkaian langkah yang lebih kompleks, dengan kualitas dan integritas data yang dijaga dengan seksama. Tahap berikutnya, *Decrypt Data*, menggambarkan pentingnya mengonversi data yang diterima dari bentuk enkripsi ke format yang dapat dibaca dan diinterpretasikan. Data dilakukan enkripsi pada sisi kapal. Sebelum data dikirim kesini, program transmitter kami melakukan proses enkripsi. Proses dekripsi ini memainkan peran sentral dalam memastikan bahwa data dalam keadaan yang dapat diolah, membuka jalan bagi analisis lebih mendalam. Analisis *Machine Learning* menjadi tahap berikutnya yang berperan kunci dalam memproses data yang telah didekripsi. Dengan mengimplementasikan algoritma machine learning, data dianalisis dengan seksama untuk mengidentifikasi "noise" atau gangguan yang mungkin ada dalam data. Tahap ini juga bertujuan untuk membuang ketidakpastian yang mungkin mempengaruhi integritas hasil analisis. Penting untuk menyadari bahwa langkah Klasifikasi oleh Manusia menyuguhkan dimensi manusiawi yang esensial dalam proses pengolahan data. Meskipun algoritma machine learning dapat memberikan wawasan yang berharga, peran klasifikasi oleh manusia memastikan bahwa data yang diterima diverifikasi secara manual untuk kevalidan dan relevansi. Hal ini menegaskan bahwa data yang digunakan untuk analisis lebih lanjut telah melewati validasi kualitas yang mendalam. Apabila data dinyatakan valid, langkah selanjutnya adalah Pembuatan Laporan dan Set Pelatihan. Pada tahap ini, data yang telah melalui proses analisis dan validasi disusun ke dalam laporan yang

memberikan pandangan holistik tentang temuan dan hasil yang relevan. Selain itu, data juga dimasukkan ke dalam set pelatihan, yang merangkul potensi untuk digunakan dalam pelatihan model machine learning di masa depan. Deteksi Anomali menjadi elemen penutup dalam alur ini. Apabila data tidak memenuhi kriteria validasi atau memperlihatkan tanda-tanda ketidakwajaran, proses deteksi anomali kembali dilakukan. Jika setelah proses ini data masih tidak dinyatakan valid, maka langkah bijaksana yang diambil adalah mengabaikan data tersebut untuk menjaga integritas proses analisis yang lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui tahap pemasangan, implementasi, dan integrasi perangkat *Internet of Things* (IoT) yang telah dirancang secara cermat, perusahaan kami telah berhasil mencapai kemampuan untuk mengirimkan data yang relevan ke server yang dituju. Proses ini menandai pencapaian signifikan dalam upaya kami untuk meningkatkan infrastruktur teknologi dan operasional kami. Sistem kami telah berhasil mengolah dan meneruskan data yang dikumpulkan secara efisien, sehingga laporan harian yang merangkum data tersebut akan tersedia untuk penggunaan pada hari berikutnya. Secara khusus, laporan harian yang mencakup informasi terkait aktivitas pada tanggal tertentu akan dihasilkan dengan jangka waktu yang telah ditetapkan. Lebih tepatnya, laporan tersebut akan tersedia pada Hari berikutnya (H+1) setelah terjadinya aktivitas yang relevan. Sebagai contoh, untuk aktivitas pada tanggal 5 Juli 2023, laporan harian yang merinci data tersebut diharapkan akan tersedia dan dapat diakses pada tanggal 6 Juli 2023.

DAILY TECHNICAL RECORD		
Vessel Name	KCT-1904	
Date	Wednesday, 05/07/2023	AT TIME ZONE 'Asia/Makassar'
Technical Summary		
Total Running Hours M/E PS		3.18 H
Total Running Hours M/E SB		3.17 H
Total Fuel Cons. M/E PS		140.00 L
Total Fuel Cons. M/E SB		139.80 L
Total Fuel Cons. A/E		-
Total Fuel Consumption Today		279.80 L
Total Distance Traveled		53.01 Nautical Miles
Maximum Speed		25.00 Knots
Average Speed		12.88 Knots
No. of Alarm		-

Gambar 4. Hasil laporan pemakaian bahan bakar pada tanggal 5 Juli 2023

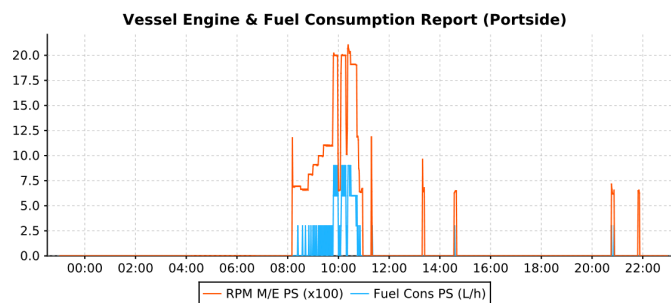
Report tersebut memberikan detail mengenai masing-masing kolom yang terdapat di dalamnya:

1. *Total Running Hours*: Kolom ini digunakan untuk menampilkan berapa lama mesin kapal tersebut telah beroperasi secara keseluruhan.
2. *Total Fuel Cons*: Kolom ini menunjukkan jumlah liter bahan bakar yang telah digunakan oleh kapal sejak awal pengoperasian.
3. *Total Fuel Cons Today*: Kolom ini memberikan informasi mengenai jumlah liter bahan bakar yang digunakan oleh kapal dalam satu hari terakhir.
4. *Total Distance Traveled*: Kolom ini menampilkan jarak yang telah ditempuh oleh kapal dalam satuan *nautical miles* sejak kapal berangkat di hari tersebut.
5. *Maximum Speed*: Kolom ini mencatat kecepatan maksimum yang pernah dicapai oleh kapal tersebut.
6. *Average Speed*: Kolom ini memberikan informasi tentang kecepatan rata-rata yang dicapai oleh kapal sejak awal pengoperasian.

7. *No. of Alarm*: Kolom ini mencatat jumlah insiden yang terjadi di kapal. Namun, dikarenakan tidak ada sensor yang dapat memberikan bukti atau data konkret dalam kapal ini, hasilnya ditandai dengan "N/A" (*Not Applicable*) atau biasanya dalam *strip* ("–")

Selain itu, di samping kolom-kolom yang telah disebutkan sebelumnya, kami juga menyediakan diagram time series yang memperlihatkan perbandingan antara RPM (*Revolutions Per Minute*) dan *Fuel Cons* (konsumsi bahan bakar) dalam bentuk grafik. Diagram ini memberikan visualisasi yang lebih jelas dan mudah dipahami mengenai hubungan antara RPM mesin kapal dengan konsumsi bahan bakar yang terjadi seiring waktu.

Grafik time series ini memungkinkan pengguna untuk melihat tren dan pola keterkaitan antara RPM dan konsumsi bahan bakar, serta memperoleh wawasan mengenai bagaimana perubahan RPM dapat mempengaruhi penggunaan bahan bakar secara langsung. Dengan informasi ini, pengguna dapat mengoptimalkan penggunaan mesin kapal untuk mencapai efisiensi yang lebih baik dalam hal konsumsi bahan bakar dan kinerja keseluruhan. Grafik time series ini memberikan representasi *visual* yang kuat dan mempermudah pengguna dalam menganalisis data yang terkait dengan RPM dan konsumsi bahan bakar.



Gambar 5. Diagram *time-series* antara RPM vs. *Fuel Cons*

KESIMPULAN

Fuel Monitoring System adalah teknologi yang digunakan untuk memantau dan mengelola penggunaan bahan bakar pada kapal. Sistem ini memberikan informasi real-time tentang konsumsi bahan bakar, kecepatan, jarak tempuh, dan efisiensi kapal. Dengan adanya sistem ini, kapten kapal dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dan mengurangi pemborosan. Selain itu, sistem ini juga membantu dalam pemeliharaan dan perawatan mesin kapal dengan memberikan data yang akurat tentang kinerja dan kondisi bahan bakar. Dengan demikian, *Fuel Monitoring System* menjadi alat penting dalam operasi kapal yang efisien dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Muhammad Fajar Shodiq, Rusdi Kurniawan, dan PT Pelayaran Ekalya Purnamasari atas bantuan yang diberikan dalam proses pengerjaan jurnal ini. Kesediaan mereka untuk membantu dengan profesionalisme dan keramahan yang tinggi sangatlah berarti. Kontribusi mereka dalam memberikan masukan dan pemahaman mendalam terhadap topik ini telah melengkapi dan memperkaya isi jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Wahyudi, I. Fahcruddin, D. Fitrial, dan N. Almuzani, "Calculation Of Fuel Consumption Through Flowmeter On The Ship Based On ASTM-IP Tables," dalam *Proceedings of the Proceedings of the 1st International Conference on Management, Business, Applied Science, Engineering and Sustainability Development, ICMASES 2019, 9-10 February 2019, Malang, Indonesia*, Samarinda, Indonesia: EAI, 2020. doi: 10.4108/eai.3-8-2019.2290749.

- [2] M. van Ruiten, "Dealing with Biofouling: Is There an environmentally friendly and economically attractive coating for the shipping industry?," Feb 2019.
- [3] D. Yeniwati, Nilawati, dan Mawardi, "SMART FISH POND MONITORING DAN CONTROLLING INTERNET OF THINGS (IOT) IKAN HIAS (STUDY KASUS : DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN PROVINSI JAMBI);," *FORTECH (Journal of Information Technology)*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Nov 2021.
- [4] E. Adriantantri dan J. Dedy Irawan, "IMPLEMENTASI IoT PADA REMOTE MONITORING DAN CONTROLLING GREEN HOUSE," *mnemonic*, vol. 1, no. 1, hlm. 56–60, Des 2019, doi: 10.36040/mnemonic.v1i1.22.
- [5] I. W. Pande Agustiana Putra, I. N. Piarsa, dan K. Suar Wibawa, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android," *JIM*, hlm. 167, Des 2018, doi: 10.24843/JIM.2018.v06.i03.p03.
- [6] A. Dahlan, V. Christalomegatli, H. Haryansyah, dan D. Prayogi, "Implementasi Perangkat Berbasis Mikrokontroler sebagai Sistem Pengendali Kursi Roda," *JAMAS*, vol. 3, no. 1, hlm. 1–13, 2017.
- [7] U. Achlison, *Dasar Mikrokontroler I: Eksperimen AT89C51 menggunakan TopView Simulator*. Yayasan Prima Agus Teknik.
- [8] W. A. Salah dan B. A. Zneid, "Evolution of Microcontroller-based Remote Monitoring System Applications," *IJECE*, vol. 9, no. 4, hlm. 2354, Agu 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i4.pp2354-2364.
- [9] I. Maulana, "Pengukuran GPS dan Terrestrial Laser (TTL) untuk Pembangunan Rel Kereta Api di Menteng Jaya Jakarta." Universitas Pendidikan Indonesia, 2014.
- [10] "GPS.gov: Marine Applications." <https://www.gps.gov/applications/marine/> (diakses 5 Juni 2023).
- [11] "What is a Raspberry Pi?," *Raspberry Pi Foundation*. <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/> (diakses 15 Agustus 2023).
- [12] H. M. Shadiq, "PERANCANGAN KAMERA PEMANTAU NIRKABEL MENGGUNAKAN RASPBERRY PI MODEL B".
- [13] H. Hasugian dan V. Salma, "PEMODELAN SISTEM INFORMASI PELAYANAN JASA REPAIR MODEM DAN PENJUALAN MODUL VSAT PADA PT. PARADISE COMMUNICATIONS BERBASIS OBJECT ORIENTED MENGGUNAKAN UNIFIED MODELING LANGUAGE," *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Feb 2017.
- [14] H. Ramonyaga dan N. Tjahjamoonsih, "ANALISIS PERFORMANSI VERY SMALL APERATURE TERMINAL (VSAT) PENGIRIMAN DATA CUACA PENERBANGAN MENGGUNAKAN COMPUTER MESSAGE SWITCHING SYSTEM (CMSS)," 2016.
- [15] H. A. Khatimah dan N. Palayukan, "Analisis Daily Operation Report Kapal Dalam Mengawasi Pemakaian Fuel Oil di PT. Surf Marine Indonesia".