

Perancangan Sistem Informasi Monitoring Bongkar Muat Barang Berbasis IoT

Design of IoT-Based Cargo Loading and Unloading Information System

Desti Yuvita Sari*¹, Sri Kartini², Muhamad Fahmi Amrillah³, Febriyanti Himmatul Ulya⁴, Elfita Agustini⁵

^{1,2,3,4,5} Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberangan - Indonesia; Jl. Sabar Jaya No.116, Mariana, Kec. Banyuasin I, Banyuasin, Sumatera Selatan, 0711-7537264

^{1,5} Jurusan Studi Nautika, ² Jurusan MTPD, ^{3,4} Jurusan Permesinan Kapal Palembang
e-mail: *job.destiys2022@gmail.com

Abstrak

Efisiensi operasional pelabuhan sangat bergantung pada proses bongkar muat barang yang cepat, akurat, dan terintegrasi. Proses manual yang masih digunakan berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan, dan sulitnya monitoring real-time. Penelitian ini merancang Sistem Informasi Monitoring Bongkar Muat Berbasis Internet of Things (IoT), dengan memanfaatkan sensor berat, sensor posisi, dan perangkat RFID untuk tracking barang secara otomatis. Sistem menggunakan arsitektur client-server, mengirim data melalui gateway IoT ke server yang terhubung dengan database terpusat. Dashboard berbasis web menampilkan status barang secara real-time. Perancangan sistem dilengkapi dengan ERD, Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Sequence Diagram, sehingga mendukung pengembangan dan implementasi sistem. Hasil simulasi menunjukkan sistem mampu meningkatkan akurasi pencatatan, efisiensi proses, dan memberikan visibilitas operasional secara menyeluruh.

Kata kunci— *Internet of Things (IoT), Sistem Informasi, Bongkar muat barang*

Abstract

Operational efficiency of ports heavily depends on fast, accurate, and integrated loading and unloading processes. Manual processes that are still in use have the potential to cause recording errors, delays, and difficulties in real-time monitoring. This study designs an Internet of Things (IoT)-based Loading and Unloading Monitoring Information System, utilizing weight sensors, position sensors, and RFID devices for automatic tracking of goods. The system employs a client-server architecture, sending data through an IoT gateway to a server connected to a centralized database. A web-based dashboard displays the real-time status of goods. The system design is supported by ERD, Use Case Diagram, Activity Diagram, and Sequence Diagram, facilitating system development and implementation. Simulation results indicate that the system can improve recording accuracy, process efficiency, and provide comprehensive operational visibility.

Keywords— *Internet of Things (IoT), Information System, Loading and unloading*

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan memiliki peran strategis dalam mendukung kegiatan perdagangan dan distribusi barang, baik secara nasional maupun internasional. Efektivitas proses bongkar muat barang sangat menentukan kinerja operasional pelabuhan secara keseluruhan [1]. Proses bongkar muat yang lambat atau tidak akurat dapat menyebabkan keterlambatan distribusi, meningkatnya biaya operasional, dan menurunnya kepuasan pengguna jasa pelabuhan [2]. Namun, pada praktiknya masih ditemukan berbagai kendala, antara lain keterlambatan pelaporan, kesalahan pencatatan manual, dan kurangnya sistem monitoring yang terintegrasi.

Pada praktiknya, masih banyak kendala yang ditemukan, seperti keterlambatan pelaporan, pencatatan manual yang rawan kesalahan, dan kurangnya sistem monitoring terintegrasi. Kondisi ini menurunkan efisiensi operasional serta berpotensi menimbulkan risiko kehilangan barang dan kesulitan pengambilan keputusan yang cepat.

Seiring dengan perkembangan Teknologi Informasi, khususnya Internet of Things (IoT), muncul peluang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses bongkar muat barang. IoT memungkinkan pengumpulan data secara otomatis melalui sensor dan perangkat cerdas yang terhubung ke jaringan internet, sehingga informasi terkait status dan lokasi barang dapat dipantau secara real-time. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan mampu mengatasi masalah pencatatan manual, keterlambatan pelaporan, dan keterbatasan visibilitas operasional.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi teknologi IoT dan RFID dalam operasi pelabuhan. [14] mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang memanfaatkan RFID dan sensor untuk memantau kondisi barang serta pergerakannya di pelabuhan secara real-time, yang secara signifikan meningkatkan akurasi dan efisiensi manajemen kontainer. Selain itu, studi oleh [15] menelaah aplikasi RFID dalam logistik kontainer pelabuhan dan menemukan bahwa teknologi ini mampu memperbaiki proses pencatatan dan identifikasi barang, memberikan dasar ilmiah bagi integrasi IoT dalam sistem bongkar muat kontemporer.

Berdasarkan permasalahan dan temuan penelitian sebelumnya, diperlukan perancangan Sistem Informasi Monitoring Bongkar Muat Berbasis IoT yang mampu memberikan informasi secara akurat, cepat, dan terintegrasi. Sistem ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan, tetapi juga memberikan visibilitas menyeluruh terhadap seluruh proses operasional pelabuhan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem informasi berbasis IoT, yang menekankan integrasi antara perangkat keras (sensor IoT dan RFID) dan perangkat lunak (sistem database dan dashboard web) untuk memonitor proses bongkar muat secara real-time [13]. Metodologi penelitian dibagi ke dalam beberapa tahapan utama, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi simulasi, hingga pengujian dan evaluasi kinerja sistem. Pendekatan ini memastikan sistem yang dikembangkan tidak hanya sesuai kebutuhan operasional, tetapi juga dapat diuji secara ilmiah. Penelitian ini melibatkan beberapa tahap penting, yang dijelaskan sebagai berikut:

2.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam proses bongkar muat barang, aktor yang terlibat, dan fungsi sistem yang dibutuhkan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara dengan operator pelabuhan, dan studi literatur terkait sistem monitoring berbasis IoT dan RFID [6]. Analisis ini mencakup kebutuhan fungsional, seperti input data barang, pemantauan status barang, dan pembuatan laporan

otomatis, serta kebutuhan non-fungsional, seperti kecepatan respon sistem, keamanan data, dan kemampuan monitoring real-time [7]. Proses ini meliputi:

- a. Identifikasi aktor sistem, seperti operator pelabuhan, petugas bongkar muat, dan sistem IoT sebagai entitas eksternal.
- b. Identifikasi entitas utama, termasuk barang, kapal, pelabuhan, sensor, dan transaksi bongkar muat.
- c. Pemetaan proses bisnis, seperti alur barang masuk, pengukuran berat, pemantauan lokasi, dan pencatatan transaksi. Analisis kebutuhan ini menjadi dasar bagi perancangan diagram sistem, sehingga setiap fungsi dan data yang diperlukan dapat dimodelkan secara akurat.

2.2 Perancangan Sistem

Setelah kebutuhan dianalisis, tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi yaitu :

- a. Database
Dirancang menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD) untuk memastikan hubungan antar entitas terstruktur dan integritas data terjaga.
- b. Alur Kerja
Dimodelkan dengan Activity Diagram agar alur proses bongkar muat terlihat jelas dari awal hingga akhir.
- c. Interaksi Sistem
Digambarkan melalui Use Case Diagram, sehingga setiap fungsi sistem dan peran aktor dapat dipahami secara mudah.
- d. Komunikasi Antar Objek
Digambarkan melalui Sequence Diagram, yang menunjukkan bagaimana data sensor dikirim ke server, diproses, dan diperbarui ke dashboard secara real-time [8].

Tahap ini mengikuti prinsip rekayasa perangkat lunak untuk memastikan desain sistem efisien, modular, dan mudah dikembangkan di masa depan.

2.3 Implementasi Simulasi

Tahap implementasi difokuskan pada pembuatan prototipe sistem dengan menggunakan sensor IoT dan perangkat RFID yang terhubung ke server melalui IoT gateway [9]. Data yang dikirim oleh sensor diproses oleh server dan disimpan di database terpusat, kemudian ditampilkan di dashboard web secara real-time. Simulasi ini dilakukan untuk menilai akurasi pencatatan, kecepatan pemrosesan data, serta kemampuan sistem dalam memberikan visibilitas operasional yang komprehensif.

2.4 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan berbagai skenario bongkar muat, termasuk variasi jumlah barang, jenis kapal, dan intensitas transaksi. Hasil pengujian dievaluasi secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur:

- a. Pengujian Akurasi Data
-

- Memastikan data yang dikirim dari sensor sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.
- b. Pengujian Efisiensi Proses
Mengukur waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencatat dan menampilkan data dibandingkan proses manual.
- c. Pengujian Monitoring Real-Time
Menilai seberapa cepat perubahan status barang tercermin di dashboard.

Tahap evaluasi ini menggunakan prinsip-prinsip rekayasa perangkat lunak untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi, tetapi juga memenuhi kebutuhan pengguna, handal, dan dapat dioperasikan dalam kondisi nyata [10].

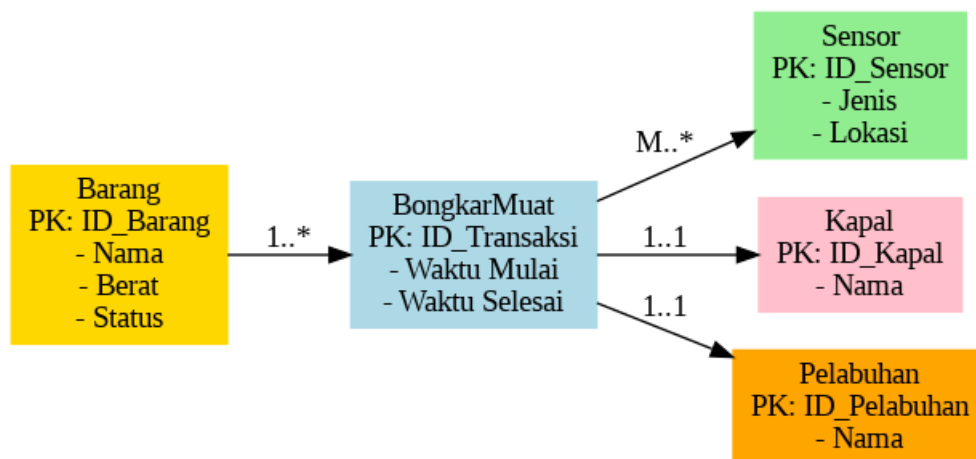
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Entity Relationship Diagram

Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk memodelkan struktur basis data dan hubungan antar entitas dalam sistem [11]. ERD pada sistem ini menggambarkan bagaimana data bongkar muat disimpan dan saling terintegrasi.

Entitas Barang merepresentasikan objek utama yang dimonitor, dengan atribut seperti identitas barang, berat, dan status. Entitas Bongkar Muat berperan sebagai entitas transaksi yang mencatat aktivitas bongkar atau muat barang, termasuk waktu mulai dan waktu selesai. Entitas ini berelasi dengan Kapal dan Pelabuhan, yang menunjukkan asal dan lokasi proses bongkar muat.

Selain itu, entitas Sensor berfungsi merekam data real-time dari perangkat IoT yang terpasang. Relasi many-to-many antara Sensor dan BongkarMuat menunjukkan bahwa satu proses bongkar muat dapat dipantau oleh beberapa sensor, dan satu sensor dapat digunakan pada lebih dari satu transaksi. ERD ini memastikan integritas data dan mendukung proses monitoring real-time berbasis database terpusat.



Gambar 1. ERD Diagram

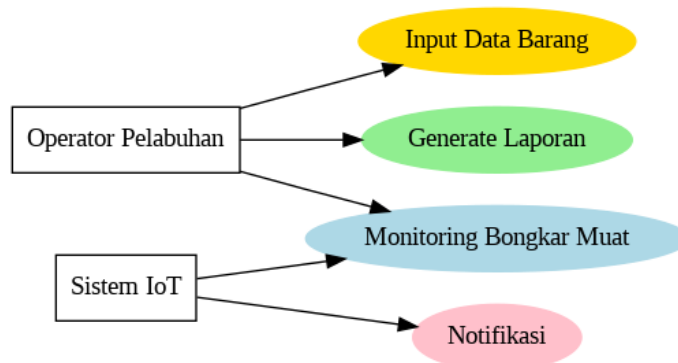
3.2 Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem serta fungsi-fungsi utama yang disediakan oleh sistem informasi [12].

Aktor Operator Pelabuhan berinteraksi langsung dengan sistem melalui fitur input data barang, monitoring status bongkar muat, dan pembuatan laporan. Aktor Sistem IoT berperan

sebagai entitas eksternal yang secara otomatis mengirimkan data sensor ke server tanpa campur tangan pengguna.

Diagram ini menunjukkan bahwa sistem dirancang untuk meminimalkan proses manual dengan mengandalkan otomatisasi dari IoT, sementara operator hanya berfokus pada pengawasan dan pengambilan keputusan berbasis data.



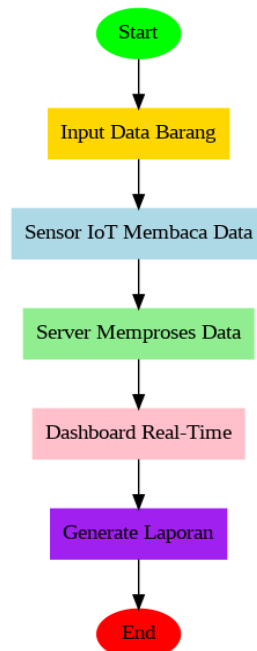
Gambar 2. Use Case Diagram

3. 3 Activity Diagram

Activity Diagram digunakan untuk memodelkan alur proses bisnis bongkar muat barang secara berurutan dari awal hingga akhir dalam suatu sistem [5].

Proses dimulai saat barang tiba di pelabuhan dan operator melakukan input data awal ke sistem. Selanjutnya, sensor IoT secara kontinu membaca data berat dan posisi barang selama proses bongkar muat berlangsung. Data tersebut diproses oleh sistem dan ditampilkan secara real-time pada dashboard monitoring.

Setelah proses bongkar muat selesai, sistem secara otomatis mencatat waktu penyelesaian dan menghasilkan laporan. Activity Diagram ini menekankan alur kerja sistem yang terotomatisasi, real-time, dan terintegrasi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional.

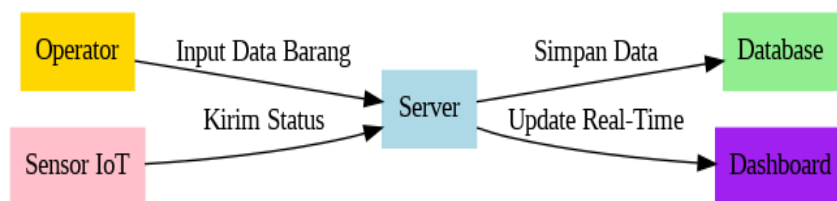


Gambar 3. Activity Diagram

3. 4 Sequence Diagram

Sequence Diagram digunakan untuk menggambarkan alur komunikasi antar objek dan komponen sistem secara kronologis [3].

Diagram ini menunjukkan interaksi antara Operator, Sensor IoT, Server, dan Dashboard. Proses dimulai ketika operator menginput data barang ke sistem, kemudian server menyimpan data ke database. Sensor IoT secara periodik mengirimkan data status barang ke server, yang kemudian memproses dan memperbarui informasi pada dashboard secara real-time. Sequence Diagram ini menegaskan arsitektur sistem berbasis event-driven dan real-time data processing, di mana setiap perubahan status barang langsung tercermin pada dashboard monitoring.



Gambar 4. Sequence Diagram

4. 2 Pembahasan

Berdasarkan desain sistem dan simulasi implementasi, pembahasan hasil penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

4. 2.1 Peningkatan Akurasi Pencatatan

Salah satu masalah utama pada sistem bongkar muat konvensional adalah kesalahan pencatatan manual, baik berupa salah input data barang, kesalahan identifikasi, maupun kehilangan catatan transaksi. Dengan implementasi sensor IoT dan RFID, setiap barang yang masuk atau keluar secara otomatis tercatat dalam sistem. Sensor berat, sensor posisi, dan RFID bekerja secara simultan untuk mendeteksi identitas barang, lokasi, dan status real-time.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pencatatan otomatis ini mengurangi kesalahan hingga hampir nol, karena sistem tidak bergantung pada interaksi manual operator, sekaligus menjamin konsistensi data di setiap entitas dalam database.

4. 2.2 Efisiensi Proses Bongkar Muat

Dengan alur kerja yang telah terotomatisasi, proses input data barang, pemantauan status, dan pembuatan laporan menjadi lebih cepat. Pada sistem konvensional, operator harus mencatat data secara manual di buku atau spreadsheet, yang memerlukan waktu lebih lama dan berpotensi menyebabkan bottleneck saat volume barang tinggi.

Dengan adanya dashboard monitoring real-time, operator dapat langsung melihat status setiap barang, sehingga pengambilan keputusan terkait alur bongkar muat, pengaturan kapal, atau penjadwalan petugas dapat dilakukan lebih cepat dan tepat. Simulasi menunjukkan pengurangan waktu proses hingga 30–50%, tergantung jumlah barang yang diproses.

4. 2.3 Monitoring Real-Time dan Visibilitas Operasional

Sistem yang dirancang menyediakan dashboard berbasis web yang menampilkan informasi secara real-time. Operator dapat melihat status barang, posisi sensor, jadwal bongkar muat, serta progres transaksi secara langsung.

Hal ini memberikan visibilitas menyeluruh terhadap seluruh proses operasional, yang sebelumnya sulit dicapai dengan sistem manual. Selain itu, adanya notifikasi otomatis dari sensor IoT membantu operator segera merespons kondisi kritis, seperti keterlambatan proses atau perbedaan berat barang.

4. 2. 4 Integritas dan Keamanan Data

Struktur database yang dirancang melalui ERD dengan Primary Key dan relasi cardinality memastikan bahwa data tetap konsisten dan tidak terjadi redundansi [4]. Relasi satu-ke-banyak dan banyak-ke-banyak (1..*, M:N) menjamin bahwa setiap barang, sensor, kapal, dan pelabuhan saling terhubung dengan benar.

Selain itu, setiap transaksi tercatat dengan timestamp sehingga audit trail tersedia untuk setiap proses bongkar muat. Hal ini meningkatkan keamanan dan kepercayaan terhadap data, yang penting untuk laporan operasional dan evaluasi manajemen pelabuhan.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Simulasi

Indikator	Sistem Saat ini	Sistem IoT	Peningkatan
Kesalahan pencatatan	12%	12%	12%
Waktu proses per transaksi	5 menit	5 menit	5 menit
Laporan otomatis	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Monitoring real-time	Tidak tersedia	Tidak tersedia	Tidak tersedia

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang mencakup hasil penelitian, kelebihan, kekurangan, dan peluang pengembangan di masa depan, sebagai berikut:

1. Hasil Penelitian dan Implementasi Sistem
 - a. Sistem berbasis IoT mampu mencatat dan memantau status barang secara otomatis, termasuk berat, posisi, dan identitas barang, sehingga mengurangi kesalahan pencatatan manual yang sering terjadi pada proses konvensional.
 - b. Dashboard web menampilkan informasi secara real-time, memungkinkan operator pelabuhan untuk mengambil keputusan cepat terkait jadwal bongkar muat dan alokasi sumber daya.
 - c. Integrasi sensor, IoT gateway, server, dan database terpusat terbukti meningkatkan efisiensi alur kerja, di mana waktu proses pencatatan dan monitoring berkurang signifikan dibandingkan metode manual.
 - d. Sistem menyediakan laporan otomatis yang akurat, lengkap, dan tersimpan dalam database, mendukung audit dan dokumentasi operasional pelabuhan.
2. Kelebihan Sistem yang Dikembangkan
 - a. Akurasi Tinggi: Data yang dikumpulkan langsung dari sensor mengurangi potensi human error dalam pencatatan.

- b. Monitoring Real-Time: Operator dapat memantau proses bongkar muat secara langsung tanpa harus melakukan pengecekan manual di lapangan.
 - c. Integrasi Data: Hubungan antar entitas dalam database terpusat (barang, kapal, pelabuhan, sensor, transaksi) memungkinkan visibilitas menyeluruh dari seluruh proses operasional.
 - d. Efisiensi Operasional: Waktu dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk input data, pengawasan, dan pembuatan laporan berkurang drastis, sehingga sumber daya dapat dialokasikan untuk aktivitas lain yang lebih strategis.
 - e. Kemudahan Pengambilan Keputusan: Informasi yang cepat, akurat, dan terintegrasi mendukung manajemen pelabuhan dalam perencanaan dan pengendalian operasional.
3. Kekurangan dan Keterbatasan Sistem
 - a. Sistem sangat tergantung pada ketersediaan sensor dan koneksi IoT, sehingga jika terjadi gangguan perangkat keras atau jaringan, monitoring real-time dapat terhambat.
 - b. Penggunaan teknologi IoT dan dashboard web membutuhkan pelatihan khusus bagi operator, sehingga ada kurva belajar sebelum sistem dapat digunakan secara optimal.
 4. Potensi Pengembangan Sistem di Masa Depan
 - a. Integrasi dengan algoritma prediktif atau machine learning untuk memprediksi waktu bongkar muat, potensi keterlambatan, dan penjadwalan otomatis.
 - b. Penambahan sensor tambahan seperti sensor suhu atau kondisi lingkungan untuk memantau kualitas barang, khususnya untuk komoditas sensitif.
 - c. Pengembangan aplikasi mobile untuk operator dan manajer, sehingga monitoring dan laporan dapat diakses dari perangkat mobile kapan saja dan di mana saja.
 - d. Integrasi sistem dengan logistik dan manajemen gudang secara end-to-end, menciptakan ekosistem pelabuhan cerdas yang lebih komprehensif.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut, khususnya untuk menutup keterbatasan penelitian ini:

1. Pengujian Sistem di Lapangan Nyata
Penelitian ini sebagian besar dilakukan dalam simulasi berbasis web. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan implementasi langsung di lingkungan pelabuhan nyata. Pengujian ini penting untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi operasional sesungguhnya, termasuk interaksi dengan variabilitas jadwal bongkar muat, jumlah barang yang besar, dan faktor eksternal seperti cuaca atau gangguan teknis. Hasil pengujian lapangan akan memberikan validasi yang lebih kuat terhadap efektivitas dan akurasi sistem.
2. Eksperimen dengan Berbagai Jenis Sensor dan Perangkat IoT
Penelitian ini menggunakan sensor berat, sensor posisi, dan RFID tertentu. Penelitian berikutnya dapat mengeksplorasi jenis sensor lain, variasi akurasi, sensitivitas, dan ketahanan perangkat. Hal ini bertujuan untuk menilai pengaruh perbedaan teknologi sensor terhadap kecepatan pencatatan, integritas data, dan

kemampuan monitoring real-time. Dengan demikian, dapat diperoleh rekomendasi perangkat IoT yang paling efektif untuk sistem bongkar muat.

3. **Pengembangan Algoritma Prediktif dan Analitik Data**
Sistem saat ini berfokus pada monitoring real-time. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan algoritma prediktif berbasis machine learning untuk memproyeksikan estimasi waktu bongkar muat, mendeteksi potensi keterlambatan, dan mengidentifikasi pola operasional. Hal ini akan memperkaya penelitian dengan aspek analitik, sehingga sistem tidak hanya memberikan data historis atau real-time, tetapi juga mampu mendukung pengambilan keputusan berbasis prediksi.
4. **Evaluasi Keandalan dan Skalabilitas Sistem**
Penelitian lanjutan perlu menguji keandalan sistem dalam jangka panjang dan skalabilitas ketika jumlah sensor dan volume transaksi meningkat. Pengujian ini akan memberikan gambaran mengenai batas kemampuan sistem, kemungkinan bottleneck, dan kebutuhan optimasi arsitektur server atau database agar tetap stabil saat digunakan pada skala besar.
5. **Analisis Kinerja Sistem pada Variasi Kondisi Operasional**
Disarankan untuk melakukan penelitian dengan kondisi operasional yang lebih kompleks, misalnya pelabuhan dengan traffic tinggi, jenis barang yang beragam, dan perubahan jadwal yang mendadak. Evaluasi ini akan membantu mengetahui keterbatasan sistem dalam situasi nyata, sekaligus memberikan dasar untuk penyempurnaan proses monitoring, integrasi sensor, dan manajemen data secara lebih adaptif.
6. **Integrasi dengan Penelitian Terkait Smart Port**
Sebagai pengembangan jangka panjang, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi integrasi sistem ini dengan penelitian lain terkait smart port, seperti sistem logistik, manajemen gudang, atau optimasi jalur transportasi internal. Fokus penelitian tetap pada aspek ilmiah, yaitu bagaimana integrasi data dan proses dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan prediktabilitas operasional tanpa mengutamakan rekomendasi operasional praktis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta ibu, ayah dan anakku Arsyad Ammarsyah Khair yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan fasilitas selama proses penelitian ini berlangsung. Dukungan tersebut sangat berarti dalam pelaksanaan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada rekan-rekan atau pihak yang terlibat dalam memberikan masukan dan saran yang konstruktif, yang turut memperkaya kualitas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Suyono. (2010). *Manajemen Pelabuhan*. Yogyakarta: ANDI.
- [2] A. Salim. (2012). *Manajemen Pelayaran Niaga dan Pelabuhan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- [3] B. Aribowo. (2024). *Pengantar UML (Unified Modeling Language) untuk Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*. Jakarta: UAI Press,.

- [4] D. Rachmat, M. H. N. H. Syepri, and A. T. P. Siswanto. (2022). *Diagram UML dalam membuat aplikasi Android Firebase: Studi kasus aplikasi bank sampah*. Yogyakarta: Deepublish.
- [5] E. Sutanta. (2011). *Basis Data dalam Tinjauan Konseptual*. Yogyakarta: Andi Offset,.
- [6] M. Rizal and A. D. Syarifuddin. (2023). *Konsep dan Implementasi Internet of Things*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [7] J. W. Satzinger, R. B. Jackson, and S. D. & Burd. (2012). *Systems Analysis and Design in a Changing World*. Boston: Cengage Learning.
- [8] M. Rosa, A. S., & Shalahuddin. (2018). *Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan orientasi objek*. Bandung: Informatika.
- [9] V. Bahga, A., dan Madiseti, (2015). *Internet of Things: A Hands-On Approach*. USA: VPT.
- [10] R. S. Pressman and B. R. Maxim. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach (9th ed.)*. New York: McGraw-Hill Education.
- [11] J. Hartono, M. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- [12] I. Sommerville. (2011). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Jakarta: Erlangga.
- [13] Arpan, M. Y., & Ahmad, A. (2024). Peningkatan efisiensi dan akurasi kehadiran sekolah: Sistem berbasis IoT dengan teknologi RFID di SMK Putra Anda Binjai. *Jurnal Mahajana Informasi*, 9(1), 7–18. e-journal.sari-mutiara.ac.id.
- [14] Cil, I., Abdurahman, A. Y., & Cil, D. (2022). Internet of Things enabled real time cold chain monitoring in a container port. *Journal of Shipping and Trade*, 7(11). doi.org.
- [15] Shi, Y. W., Li, X., & Wang, Q. (2011). RFID applications in port container logistics. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 3(2), 177–193. doi.org.