

Pengembangan Sistem Monitoring Rubber Tyred Gantry Crane Berbasis Long Range di PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2

Muhammad Fajri Akbar¹, Heryanto², Lewi³ dan Mukhtar⁴

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*muhfajriakbar01@gmail.com , *heryariantojaya@gmail.com

^{3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*lewi@poliupg.ac.id

Abstract: This study developed a remote monitoring system for the Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane at PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2 by replacing the communication module from WiFi to LoRa to overcome network blind spots that previously hindered optimal monitoring. The new system is also equipped with RFID and Lidar sensors to monitor the number and condition of containers in the storage yard in real-time. Data from the RTG's PLC is retrieved using a Python program and displayed through a web-based monitoring system accessible from the office. The research process involved data collection, literature review, electronic system design, programming, sensor testing, device installation in the E-Room, and system implementation. Test results showed that the system successfully displays real-time RTG malfunction status and container information, with a data transmission delay of 3 seconds via the LoRa module. This technology enables staff and engineers to monitor RTG malfunctions and operations without having to be physically present in the field, thereby enhancing the efficiency and safety of container handling operations. The web-based Crane Monitoring System (CMS) has proven to be effective and responsive in supporting the smooth operation of the container terminal.

Keywords: RTG; Container; Monitoring

Abstrak: Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring jarak jauh untuk Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane di PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2, dengan mengganti komunikasi dari WiFi ke LoRa guna mengatasi blindspot jaringan yang menghambat pemantauan optimal. Sistem baru juga dilengkapi dengan sensor RFID dan Lidar untuk memantau jumlah dan kondisi kontainer secara real-time di lapangan penumpukan. Data dari PLC RTG ditarik menggunakan program Python dan ditampilkan melalui website monitoring yang dapat diakses dari kantor. Proses penelitian melibatkan pengumpulan data, studi literatur, perancangan sistem elektronik, pemrograman, pengujian sensor, instalasi perangkat pada E-Room, hingga implementasi sistem monitoring. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil menampilkan kondisi kerusakan RTG serta informasi kontainer secara realtime, dengan delay data selama 3 detik melalui modul LoRa. Teknologi ini memungkinkan staf dan engineer untuk memantau kerusakan maupun operasional RTG tanpa harus turun langsung ke lapangan, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan proses bongkar muat peti kemas. Crane Monitoring System (CMS) berbasis website terbukti efektif dan responsif dalam mendukung kelancaran operasional terminal petikemas.

Kata kunci : RTG; Container; Monitoring

I. PENDAHULUAN

Dalam melayani pelayanan bongkar muat Petikemas di Pelabuhan Terminal Petikemas New Makassar, terdapat dua bagian utama yang saling berkoordinasi yakni pegawai atau pengawas yang berada di kantor dan teknisi yang bekerja di lapangan penumpukan peti kemas atau *container yard*. Pengawas bertugas untuk memastikan seluruh aktivitas bongkar muat di lapangan berjalan tanpa kendala dan mengawasi kinerja dari teknisi, sedangkan teknisi bertugas untuk memastikan semua peralatan yang digunakan di lapangan berjalan dengan baik. Jarak antara kantor dengan *container yard* terbilang cukup berjauhan sehingga membutuhkan koordinasi yang baik antar keduanya.

Aktivitas bongkar muat di sebuah pelabuhan tentunya membutuhkan peralatan yang memadai untuk memindahkan peti kemas dengan beban yang berat. Alat berat yang sering digunakan di pelabuhan adalah *crane*. Penggunaan *crane* dimaksudkan agar pengangkatan peti kemas dapat

dilakukan dengan lebih mudah dan waktu yang lebih singkat sehingga efisiensi pekerjaan bisa lebih dioptimalkan. Salah satu jenis *crane* yang digunakan di PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2 adalah *Rubber Tyred Gantry* (RTG). Alat tersebut dapat bergerak maju mundur dan berfungsi untuk memindahkan peti kemas dari truk ke area penumpukan ataupun sebaliknya. Semua peralatan *control* dan sistem *monitoring* tersebut dapat diakses melalui ruang control yang berada di atas RTG. Ruangan ini biasa disebut dengan *E-Room* yang merupakan singkatan dari *Electronic Room*. Sebuah ruangan pada RTG setinggi sekitar 3,5 meter yang hanya bisa diakses menggunakan tangga kecil. Di dalam E-Room juga terdapat berbagai komponen elektronik yang dikontrol oleh PLC untuk menjalankan gerakan mekanik dari RTG.

Penelitian sebelumnya yaitu “ Rancang Bangun Sistem Monitoring Rubber Tyred Gantry Crane (Studi Kasus PT Pelindo (Persero) Regional 4 Makassar New Port)” masih menggunakan jaringan wifi untuk mengirim data dari *crane* ke kantor, dikarenakan RTG ini *crane* yang bergerak sehingga terdapat beberapa kendala yaitu terdapat daerah *blindspot* yang tidak dapat dijangkau oleh jaringan wifi sehingga data yang terkirim ke kantor tidak optimal. Dan juga pada penelitian sebelumnya masih belum dapat memantau kondisi *container* dan jumlah *container* pada lapangan penumpukan.

Untuk pengembangan selanjutnya penulis akan melakukan perubahan pada komunikasi yang sebelumnya menggunakan wifi digantikan dengan LoRa yang lebih efektif dalam pengiriman data jarak jauh. Selain itu, akan ditambahkan Sensor RFID dan Sensor Lidar untuk dapat mengetahui kondisi tumpukan dan jumlah kontainer pada lapangan penumpukan.

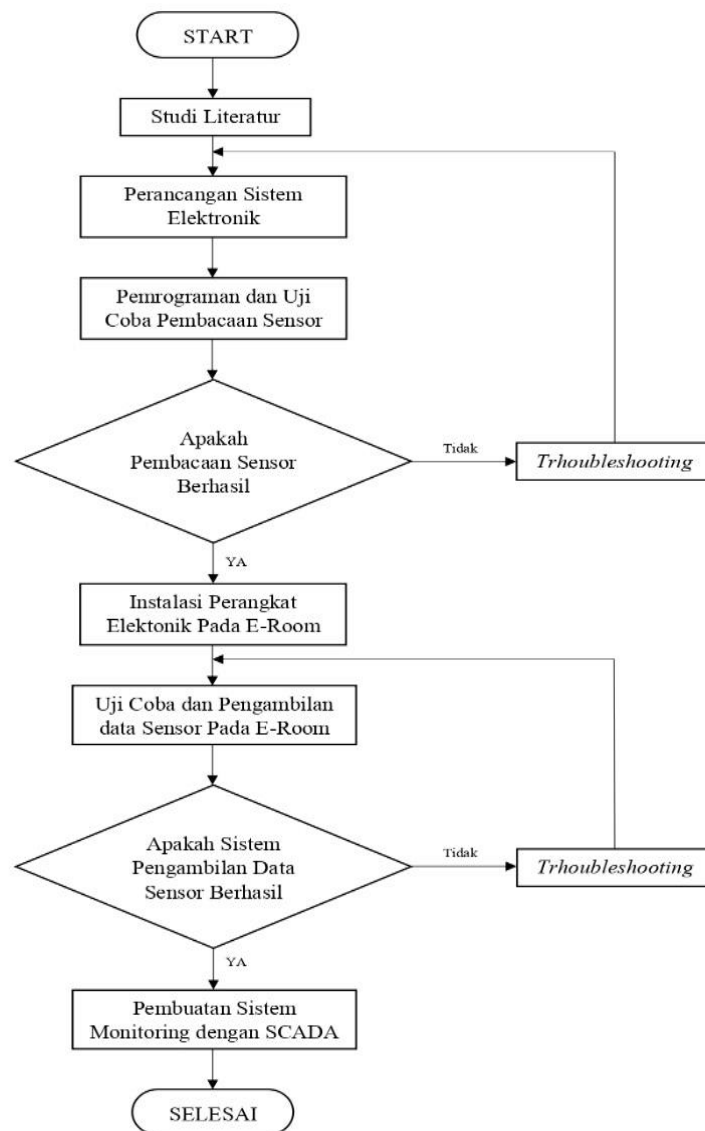
II. METODE PENELITIAN

A. Metode 1

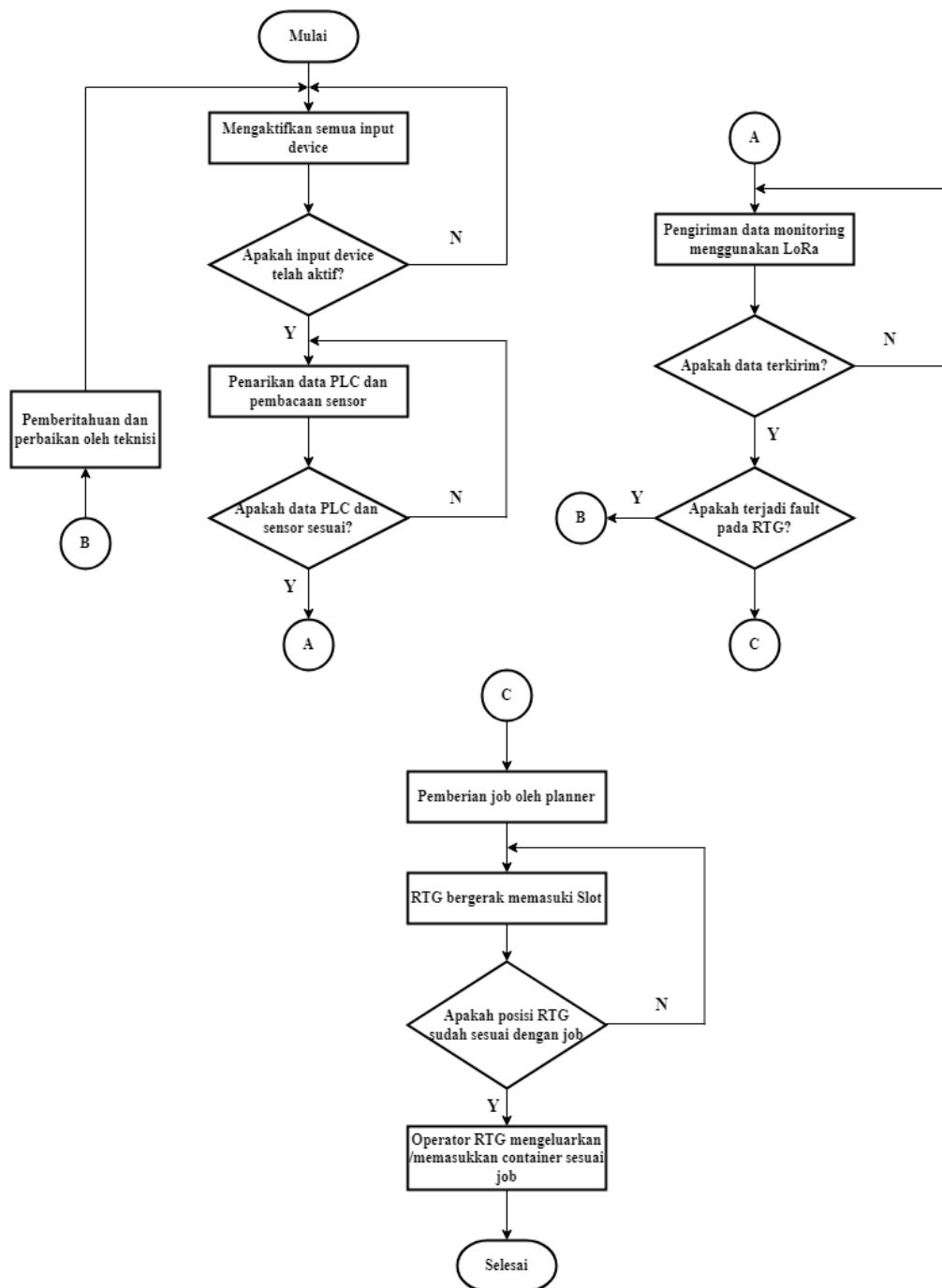
Lokasi penelitian ini dilakukan di PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal 2 yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya, Kaluku Bodoa, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dan juga pada Laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang serta Laboratorium Riset Pasca Sarjana Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penelitian dimulai dari bulan Februari 2023 sampai bulan Agustus 2023.

B. Metode 2

Metode penelitian yang digunakan adalah : 1)Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori dalam penelitian dan pengerjaan sistem. 2)Perancangan sistem elektronik untuk merakit rangkaian kelistrikan sistem yang akan dibuat. 3)Pemrograman dan ujicoba pembacaan sensor. 4)Instalasi perangkat elektronik pada *E-Room*. 5)Uji coba dan pengambilan data sensor untuk menguji kinerja sistem secara keseluruhan serta mengambil data dari hasil pembacaan sensor yang terpasang. 6) Pembuatan sistem *monitoring*. 7)Menganalisis hasil serta menarik kesimpulan. Berikut ini adalah *flowchart* langkah kerja penelitian, langkah pengujian serta skema rancangan sistem yang kami buat:



Gambar 1 Prosedur dan langkah kerja penelitian



Gambar 2 Langkah pengujian

uji coba sensor Lidar dapat dilihat sebagai berikut. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh data hasil pengujian akurasi jarak (cm) yang ditampilkan pada tabel berikut.

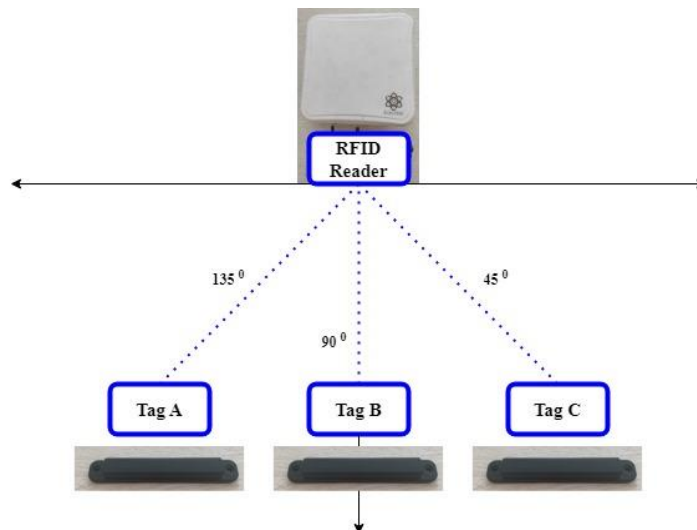
Tabel 2 Pengujian Lidar

No.	Pembacaan meteran (cm)	Pembacaan sensor Lidar	Selisih
1	50	51	1
2	100	101	1
3	150	150	0
4	200	201	1
5	250	251	1
6	300	301	1
7	350	350	0
8	400	401	1
9	450	451	1
10	500	501	1

Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian Lidar, diperoleh bahwa Lidar sangat akurat untuk mengukur ketinggian tumpukan *container* karena selisih pembacaan sensor yang bisa dikatakan relatif tidak terlalu berbeda dengan jarak aslinya.

3) Pengujian sensor RFID

Pengujian ini dilakukan dengan RFID Reader yang terpasang pada bagian *trolley* dan tag RFID pada lantai RTG atau pada *paving block* lapangan penumpukan. Penulis melakukan ujicoba terhadap akurasi dari pembacaan sensor dari tiga sudut berbeda. Adapun skema pengujian dari sensor RFID dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4 Skema pengujian sensor RFID

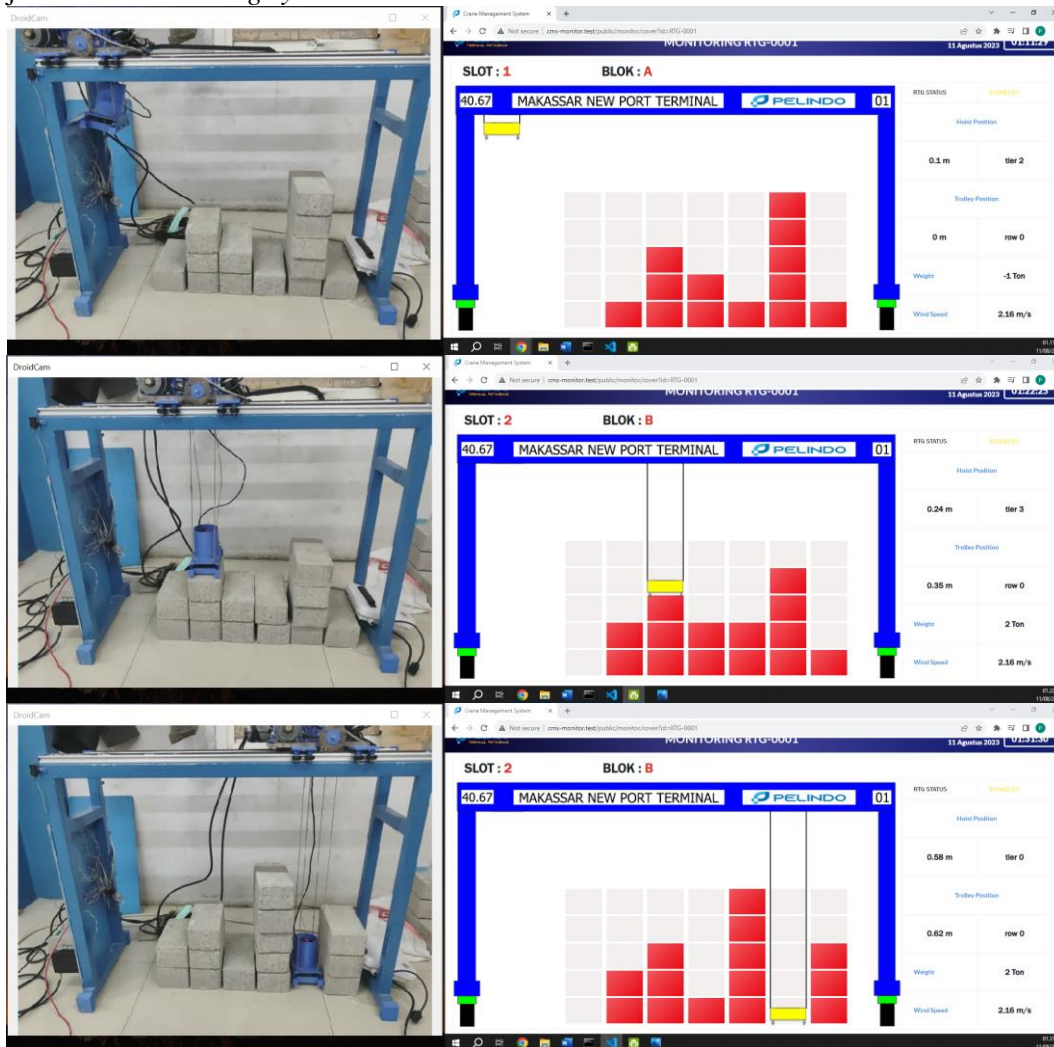
Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh data hasil pengujian akurasi dari pembacaan sensor RFID dari tiga sudut berbeda yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3 Pengujian tag RFID

No.	Jarak Tag (cm)	Sudut		
		45 Derajat	90 Derajat	135 Derajat
1	20	Terbaca	Terbaca	Terbaca
2	40	Terbaca	Terbaca	Terbaca
3	60	Terbaca	Terbaca	Terbaca
4	80	Terbaca	Terbaca	Terbaca
5	100	Terbaca	Terbaca	Terbaca
6	120	Terbaca	Terbaca	Terbaca
7	140	Terbaca	Terbaca </td <td>Terbaca</td>	Terbaca
8	160	Terbaca	Terbaca	Terbaca
9	180	Terbaca	Terbaca	Terbaca
10	200	Terbaca	Terbaca	Terbaca

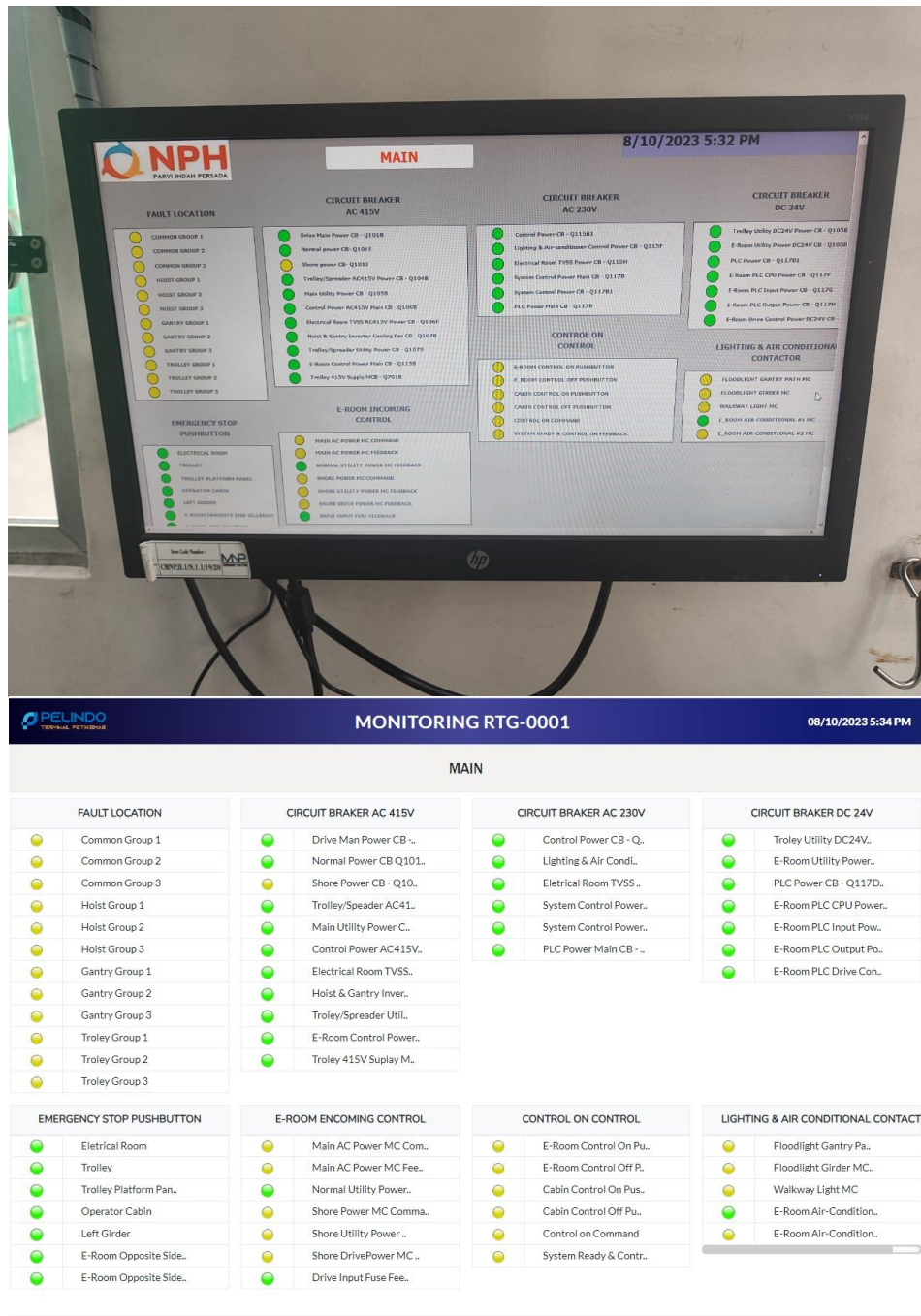
Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian tag RFID, diperoleh bahwa sensor RFID sangat akurat untuk membaca tag pada tiga sudut berbeda, oleh karena itu mampu mengetahui posisi dari RTG pada lapangan penumpukan.

4) Pengujian *crane monitoring system* berbasis *website*



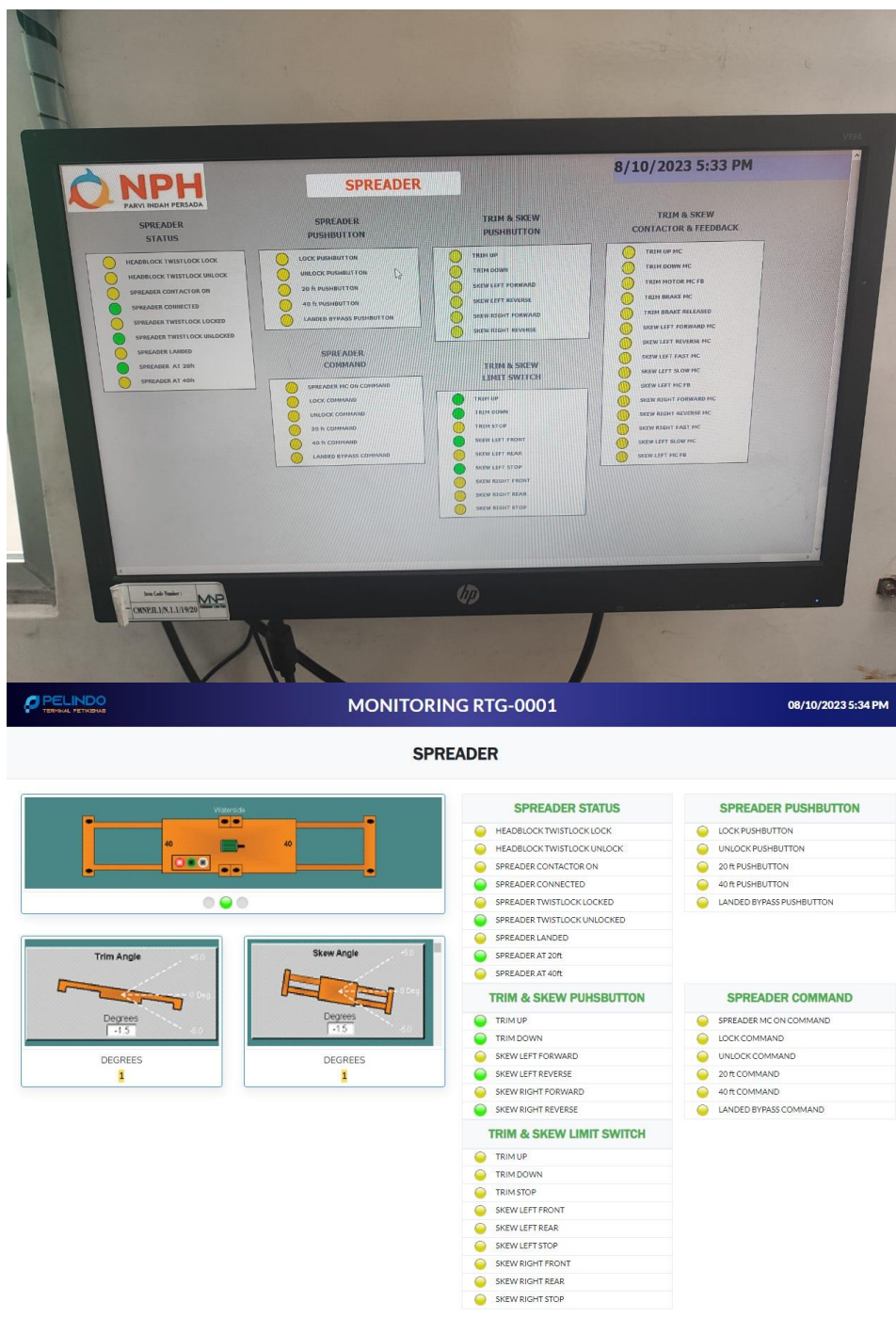
Gambar 5 Pengujian *crane monitoring system* berbasis *website*

Pada gambar 5 di atas ditunjukkan untuk mengetahui kondisi tumpukan *container* dan posisi pada RTG dari tampilan *slot* dan *blok* yang tampil pada menu *cover website* serta menampilkan data *trolley,hoist*, berat, dan *windspeed* pada RTG. Susunan gambar tersebut menunjukkan bahwa kondisi yang ada pada lapangan sesuai dengan kondisi yang tampil pada *website*.



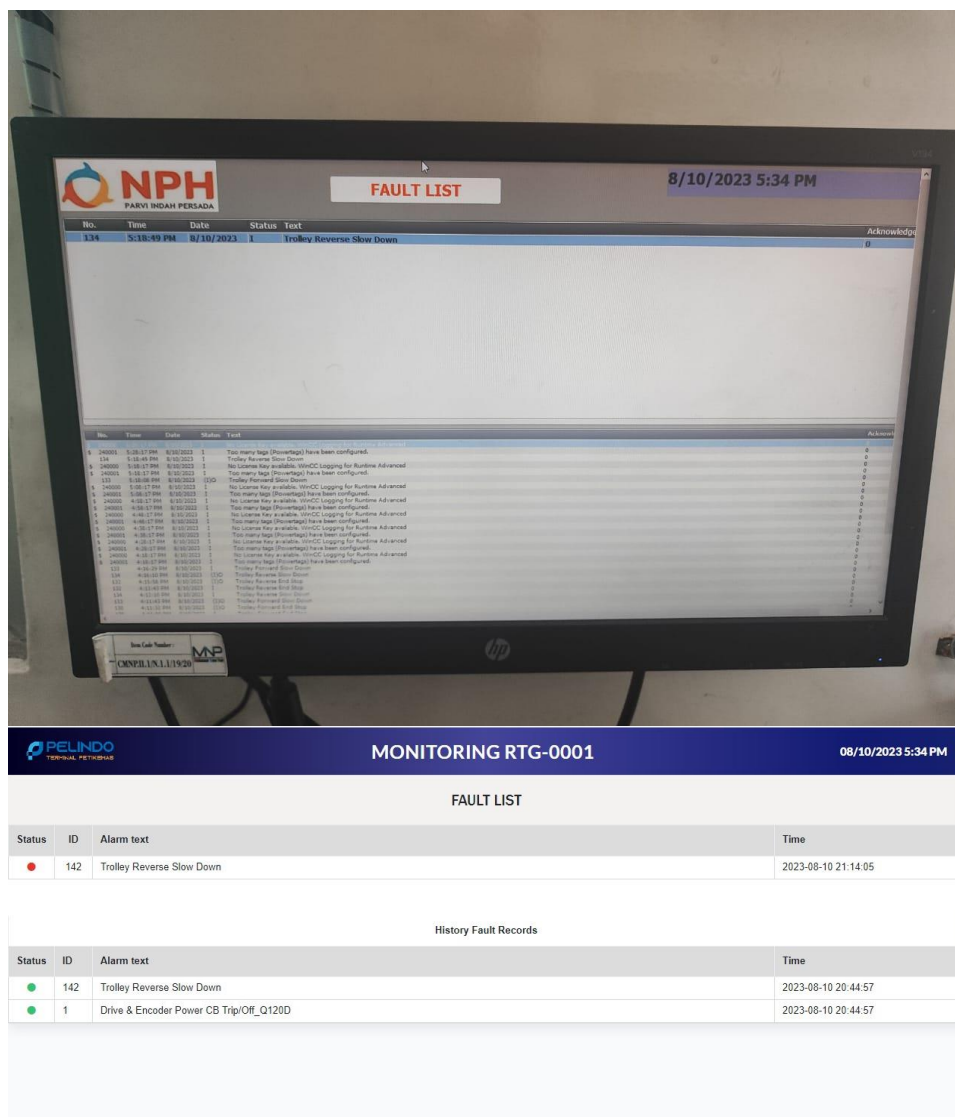
Gambar 6 Perbandingan data CMS pada menu *main*

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 di atas, gambar yang pertama menunjukkan data *main* yang tampil pada SCADA RTG dan pada gambar kedua menunjukkan data *main* yang ada pada *website*, dan dari perbandingan kedua gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa data *realtime* pada tampilan SCADA RTG sudah sesuai dengan tampilan menu *main* pada *website*.



Gambar 7 Perbandingan data CMS pada menu *spreader*

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 di atas, pada gambar pertama menunjukkan data *spreader* yang tampil pada SCADA RTG dan pada gambar kedua menunjukkan data *spreader* yang ada pada *website*, dan dari perbandingan kedua gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa data *realtime* pada tampilan SCADA RTG sudah sesuai dengan tampilan menu *spreader* pada *website*.



Gambar 8 Perbandingan data CMS pada menu *fault list*

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 di atas, gambar pertama merupakan tampilan *fault list* yang ada pada SCADA RTG dan pada gambar kedua merupakan tampilan menu *fault list* yang ada pada *website*, pada pengujian ini penulis mengambil 1 sampel data *fault* dari RTG yaitu *Trolley Reverse Slow Down* yang dimana pada tahap ini data pada *fault list* RTG dapat ditampilkan ke *website* dan menyimpan ke dalam *database history fault list* pada server.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dan proses analisis data yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat penulis simpulkan.

Pada tampilan *Crane Monitoring System (CMS)* berbasis *website* yang telah dirampungkan, sistem sudah bekerja dengan sangat baik dari sebelumnya yang terkendala pada jaringan karena masih menggunakan modul wifi. Dengan modul komunikasi baru yang kami gunakan yakni LoRa maka sistem sudah bekerja secara optimal meskipun RTG bergerak ke daerah *blindspot*. Berdasarkan hasil uji coba data yang kami lakukan pada LoRa, dengan beberapa kali proses *setting* pada program dapat disimpulkan bahwa terdapat *delay* 3 detik pada saat proses *transfer* data *monitoring*. Adapun untuk

crane monitoring system pada SCADA RTG di dalam *E-Room* telah beroperasi dengan baik sesuai yang diinginkan karena pengoperasiannya yang cukup mudah dengan tampilan yang sederhana.

Pada pengujian Lidar dalam mendeteksi ketinggian *container (tier)* yang seharusnya kami uji pada RTG *real* sesuai penelitian kami, akan tetapi karena kendala perizinan pemasangan maka kami ujikan pada *prototype* RTG. Secara operasional sensor Lidar bekerja dengan baik serta berhasil menampilkan ketinggian *container* pada tampilan GUI dan memunculkannya pada *serial monitor* Arduino IDE yang juga terhubung langsung pada tampilan menu *cover website monitoring*. Kemudian pada pengujian RFID yang kami uji juga pada *prototype* RTG telah bekerja dengan baik dan mampu membaca setiap tag yang terpasang pada lantai RTG. RFID *reader* mampu mensensing tagnya pada tiga sudut berbeda secara optimal yang dibuktikan dari hasil uji coba dan data yang telah ditampilkan. Secara operasional sensor RFID berjalan dengan baik serta berhasil menampilkan kondisi *container(row,slot)* yang juga muncul pada *serial monitor* Arduino IDE yang kemudian terhubung langsung pada tampilan *website monitoring*.

IV. KESIMPULAN

1. Sistem *monitoring* jarak jauh sudah mampu diakses melalui *Crane Monitoring Sistem* berbasis website menggunakan *link* dengan berbagai perangkat berbeda. Permasalahan jaringan pada *protocol* komunikasi wifi mampu tercover oleh LoRa sebagai pengirim dan penerima data dari PLC RTG yang nantinya dijadikan sebagai database pada tampilan website monitoring. Pada proses *transfer* data pada modul LoRa terdapat *delay* 3 detik untuk mendapatkan kesesuaian data *monitoring* yang sampai ke tampilan *website* kantor. Kondisi *realtime* dari kerusakan RTG dapat dipantau dari kantor tanpa perlu terjun langsung ke lapangan untuk melihat *fault list* pada SCADA RTG di dalam *E-Room*.
2. *Crane Monitoring System (CMS)* berbasis *website* yang sebelumnya belum mampu memonitor kondisi dan jumlah *container*, kini telah berhasil ditampilkan secara *realtime* dengan adanya penambahan sensor Lidar dan RFID pada RTG. Sensor tersebut bekerja dengan baik ketika *trolley, hoist, spreader*, dan RTG bergerak untuk memindahkan *container* dan dapat dipantau dari kantor tanpa perlu turun ke lapangan penumpukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

- Penelitian ini didanai dan difasilitasi oleh PT Pelindo Terminal Petikemas New Makassar Terminal
2. Untuk itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf, tim IT, dan Engineer yang telah memberikan kontribusi besar dan positif bagi penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amran, Andi Ana Humaerah. 2020. Analisis Kebutuhan Fasilitas Penanganan Petikemas Di Terminal Petikemas Makassar New Port. Tesis. Makassar: Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- [2] Asripa dkk. 2019. Analisis Sistem Penanganan Petikemas Pada Container Yard di Terminal Petikemas Pelabuhan Makassar. Makalah yang disajikan dalam Seminar Sains dan Teknologi Kelautan. Fakultas Teknik UNHAS. Gowa, 1 Oktober 2019.
- [3] Nimaspratama, Muh. Ikhwan & Febrianto, Reski. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Rubber Tyred Gantry Crane(Studi Kasus PT. Pelindo (Persero) Regional 4 Makassar New Port).
- [4] Yusuf, M. Y., & Darmawan, M. S. (2021). Alat Bongkar Muat Berbasis Web Pada Makassar New Port Alat Bongkar Muat Berbasis Web Pada PT. Pelindo (Persero) Regional 4 Cabang Makassar New Port.