RANCANG BANGUN *MONITORING TRAFFIC CONTROL* AGV BERBASIS INTEGRASI PLC-ESP32 MELALUI VISUALISASI *WAYPOINT REAL-TIME MQTT*

Nama : Rosalinda Maretha
NIM : J0404221092
Hari/Tanggal : Selasa, 14 April 2026
Dosen Pembimbing : Dodik Ariyanto, S.T.P., M.Si.
Dosen Moderator : Lathifunnisa Fathonah, S.ST., M.T.

Menyetujui
Dodik Ariyanto, STP, M.Si. **:** 

PENDAHULUAN

PT Aisin Indonesia merupakan perusahaan manufaktur komponen otomotif multinasional yang memproduksi beragam produk vital seperti *Clutch Cover, Clutch Disc, Door Lock,* dan *Intake Manifold* (PT Aisin Indonesia 2025). Dalam menghadapi kompetisi industri yang terdigitalisasi, perusahaan secara aktif mengembangkan otomasi *Material Handling Equipment* (MHE) melalui *Automated Guided Vehicle* (AGV). AGV didefinisikan sebagai robot beroda bertenaga baterai yang beroperasi otomatis untuk mengangkut material tanpa pengemudi manusia (Sutrisno *et al.* 2021). Namun, peningkatan populasi AGV di area produksi menimbulkan tantangan baru, yakni kesulitan pekerja dalam memonitor lokasi dan mengelola *traffic* serta visibilitas status (*Run, Stop, Idle)* armada secara *real-time*.

Kondisi tersebut memicu Divisi *Equipment Development* (EQDEV) untuk menginisiasi proyek *Internet of Things* (IoT) sebagai solusi integratif. Perumusan masalah difokuskan pada perancangan arsitektur IoT menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) Mitsubishi FX5U dan ESP32 untuk mengakuisisi data lokasi serta memastikan keandalan transmisi status operasional armada. Pendekatan penyelesaian dilakukan dengan mengintegrasikan ESP32 sebagai jembatan komunikasi antara PLC unit AGV dengan sistem monitoring berbasis web. Metode ini dipilih untuk mendapatkan fleksibilitas kustomisasi data yang lebih mendalam dibandingkan batasan PLC standar, sehingga mampu menyediakan informasi posisi AGV secara presisi bagi operator.

Secara teknis, efisiensi sistem didukung oleh penggunaan protokol komunikasi *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) yang bersifat ringan dan efisien untuk pengiriman data secara *real-time*. Penggunaan *custom dashboard* berbasis website diimplementasikan guna menggantikan antarmuka sederhana menjadi visualisasi tata letak jalur produksi yang informatif melalui indikator warna (hijau, merah, dan kuning). Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan operasional yang cepat berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Arsitektur ini dirancang secara fleksibel untuk mendukung pengembangan sistem monitoring industri yang lebih luas di masa depan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis arsitektur IoT yang responsif dan merancang logika *traffic control* berbasis sensor *Radio Frequency Identification* (RFID) seri TZS-RFID-T0030-B. Ruang lingkup dibatasi pada pembacaan data *bit step* melalui pin

General Purpose Input Output (GPIO) ESP32 dan visualisasi status operasional, tanpa mencakup kendali *remote control* (jarak jauh) pergerakan mesin. Manfaat utama penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi operasional dan mempercepat identifikasi kendala AGV di PT Aisin Indonesia. Sebagai tahap awal, pengujian dilakukan pada unit *prototype* untuk memastikan fungsionalitas sistem berjalan konsisten sesuai hipotesis awal sebelum akhirnya diimplementasikan secara massal pada jalur produksi.

WAKTU PELAKSANAAN

Penelitian dan pengerjaan proyek ini dilaksanakan selama kegiatan magang industri dengan durasi kurang lebih 7 bulan, dimulai pada tanggal 22 Juli 2025 hingga 13 Maret 2026. Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pengambilan data hingga pengujian sistem, dilakukan di PT Aisin Indonesia, yang berlokasi di Kawasan *East Jakarta Industrial Park* (EJIP) Plot 5J, Sukaresmi, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17550.

METODE

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan secara langsung di lingkungan produksi PT Aisin Indonesia melalui beberapa teknik pengumpulan data. Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi tantangan aktual dalam pengelolaan *traffic* AGV serta sebagai sarana akuisisi data primer berupa koordinat *ID Area* (melalui pembacaan RFID) dan status operasional (*Run, Stop, Idle*) secara *real-time*. Selain itu, dilakukan studi literatur melalui jurnal ilmiah dan dokumentasi teknis mengenai protokol MQTT serta integrasi PLC untuk membangun landasan teori yang kuat. Informasi spesifik terkait skema *mapping* jalur juga diperoleh melalui wawancara dengan Divisi *Equipment Development* (EQDEV) guna memastikan *custom dashboard* yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan.

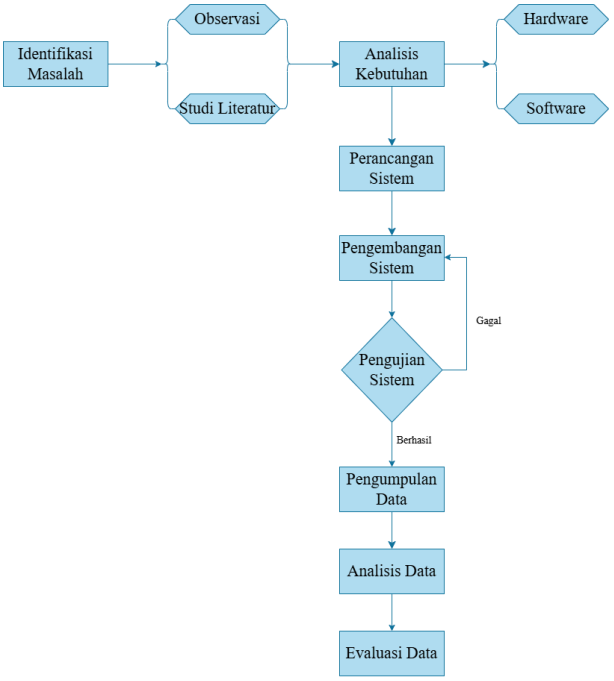
Analisis Data dan Validasi

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah melalui proses perbandingan antara nilai *bit/step* dari PLC dengan titik referensi *ID Area* (melalui pembacaan RFID) yang telah ditentukan pada jalur produksi. Analisis ini bertujuan untuk menghitung tingkat akurasi posisi horizontal AGV saat divisualisasikan pada *dashboard*. Selain itu, analisis dilakukan dengan mengelompokkan data status menjadi tiga kategori visual (*Run, Stop, Idle*) untuk memvalidasi responsivitas sistem. Keandalan integrasi diukur berdasarkan konsistensi antara nilai *register* D100 pada PLC dengan data yang tersimpan di basis data MySQL, guna memastikan tidak ada paket data yang hilang (*packet loss*) selama proses transmisi MQTT.

Prosedur Kerja

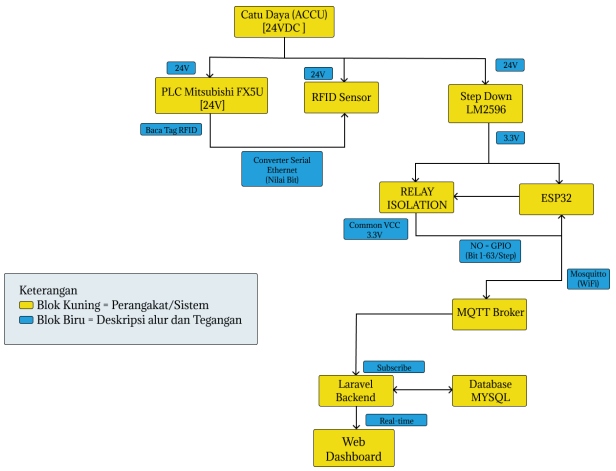
Prosedur kerja proyek akhir ini dilaksanakan melalui tahapan sistematis dalam siklus pengembangan sistem (*System Development Life Cycle*) dengan pendekatan iteratif, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 1. Tahap awal dimulai dengan identifikasi masalah melalui observasi jalur AGV dan *interface* PLC Mitsubishi FX5U guna memetakan sinyal I/O, dibarengi studi literatur mengenai integrasi RFID dan protokol MQTT. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan untuk menetapkan spesifikasi perangkat keras

(ESP32, PLC, RFID) serta perangkat lunak pendukung seperti Arduino IDE, GX-Works3, Laravel, dan MySQL.



Gambar 1 Prosedur kerja

Memasuki tahap perancangan, fokus diarahkan pada desain rangkaian *relay isolation*, struktur *payload* JSON, dan antarmuka *dashboard*. Pada fase ini dikembangkan logika pengkodean biner 6-bit untuk mentransformasikan 63 titik referensi RFID menjadi sinyal digital yang efisien bagi GPIO ESP32. Realisasi rancangan dilakukan melalui tahap pengembangan yang mencakup perakitan fisik unit IoT pada AGV, *flashing firmware*, serta pengkodean *backend* untuk pemetaan otomatis pada *layout* jalur. Hubungan antarkomponen fisik dan arsitektur IoT secara menyeluruh digambarkan pada Blok diagram di Gambar 2, untuk blok berwarna kuning merepresentasikan perangkat keras dan label biru memberikan keterangan teknis alur tegangan serta protokol komunikasi.

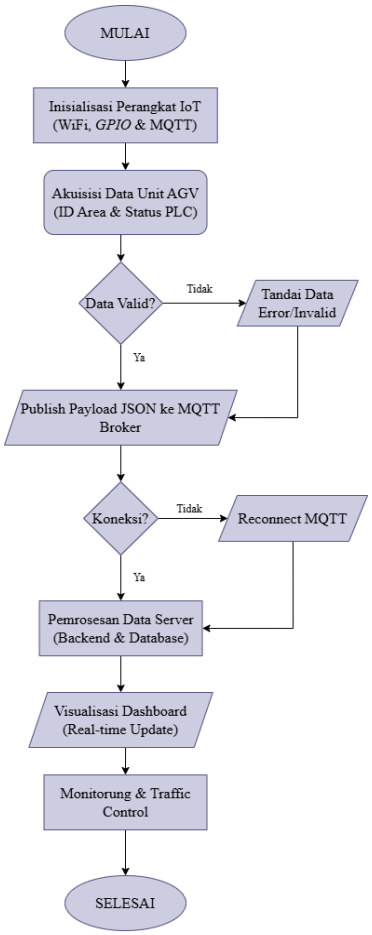


Gambar 2 Blok diagram

Kinerja sistem kemudian divalidasi melalui tahap pengujian *end-to-end* dan pengumpulan data operasional untuk memverifikasi akurasi antara posisi fisik AGV dengan visualisasi sistem. Prosedur diakhiri dengan tahap evaluasi data untuk merumuskan pengembangan masa depan, seperti integrasi fitur *remote control* untuk kondisi darurat, penggunaan protokol MQTT terenkripsi (MQTTS/SSL) demi keamanan data intranet, serta uji skalabilitas armada dalam jumlah besar. Langkah evaluasi ini krusial guna menjamin stabilitas transmisi data terhadap beban *bandwidth* jaringan lokal sebelum sistem diimplementasikan secara massal di lingkungan pabrik yang lebih luas.

Alur Kerja Sistem

Mekanisme operasional sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3 alur kerja sistem siklus transmisi data dari perangkat lapangan menuju pengguna. Proses dimulai dengan inisialisasi ESP32 untuk mengaktifkan konektivitas Wi-Fi dan sinkronisasi data. Saat sensor RFID mendeteksi koordinat, data dikirim secara serial ke PLC untuk diolah menjadi nilai sekuensial biner 6-bit. Sinyal 24V dari *output* PLC memicu koil *relay* agar mengalirkan tegangan referensi 3,3V ke *GPIO* ESP32 sebagai representasi data posisi yang aman. ESP32 kemudian memvalidasi dan mengemas data ke dalam paket JSON untuk dipublikasikan ke MQTT Broker. Terakhir, *dashboard* Laravel bertindak sebagai *subscriber* yang menerima data secara *real-time*, menyimpannya ke MySQL, dan memperbarui visualisasi *marker* serta status AGV pada tata letak jalur produksi.

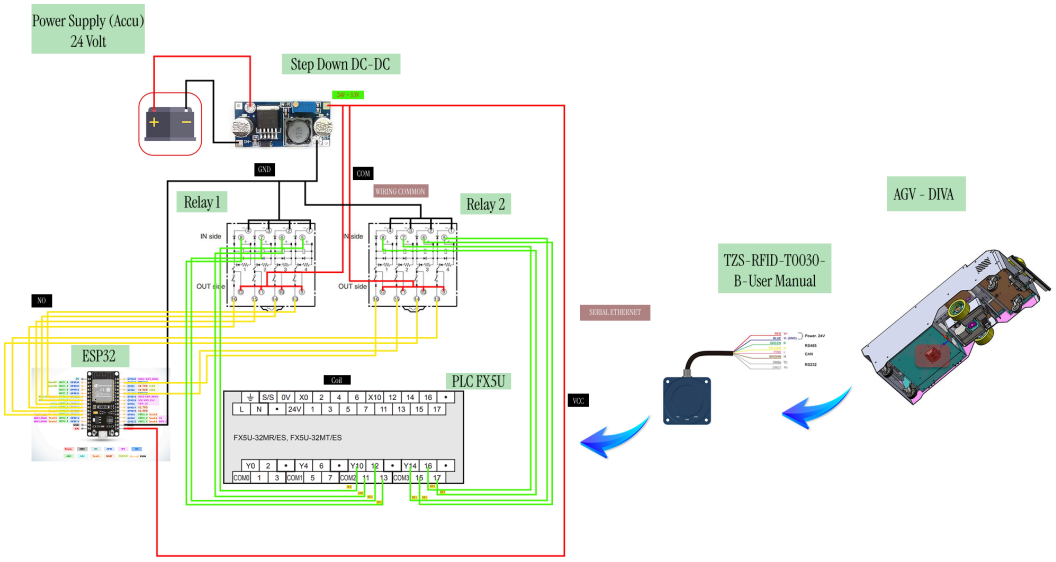


Gambar 3 Alur kerja sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur Integrasi Perangkat Keras

Realisasi sistem monitoring AGV berbasis IoT ini mengintegrasikan kendali industri *PLC Mitsubishi FX5U* dengan mikrokontroler ESP32 melalui skema rangkaian elektronik terintegrasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Sistem memanfaatkan catu daya internal AGV sebesar 24V DC yang disuplai langsung ke PLC dan sensor RFID, sementara modul *Step Down* LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan menjadi 3,3V guna menyuplai daya ESP32 dan sebagai referensi tegangan pada terminal *Common* rangkaian *relay*. PLC bertugas mengolah logika otomasi dan mengirimkan sinyal melalui *output* digital (Y10–Y15) menuju koil *relay* 24V yang berfungsi sebagai isolator elektrik (*galvanic isolation*). Mekanisme ini menjembatani perbedaan tegangan dengan memanfaatkan kontak *Normally Open* (NO) *relay* untuk mengalirkan tegangan 3,3V ke *GPIO* ESP32, sehingga data biner 6-bit yang merepresentasikan posisi *step* 1–63 dapat dibaca dengan aman tanpa risiko *overvoltage*.



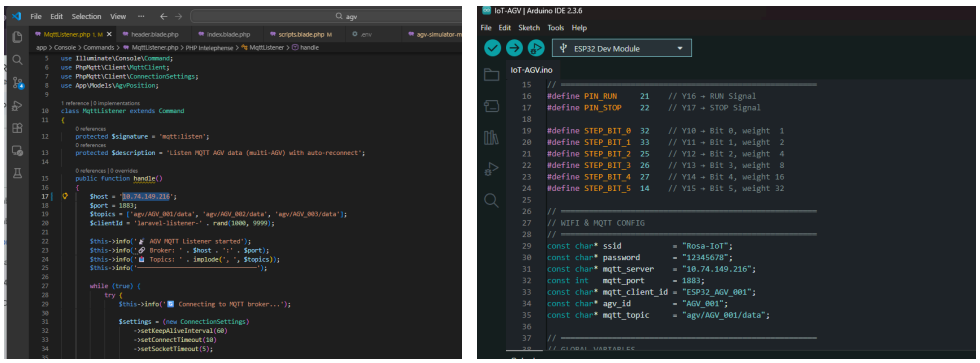
Gambar 4 Skema rangkaian

Selain status operasional, sistem mengintegrasikan modul *TZS-RFID-T0030-B* yang terhubung secara serial ke PLC untuk menentukan posisi koordinat AGV di jalur produksi. Data pembacaan *tag* RFID diproses terlebih dahulu dalam *Ladder Diagram* PLC untuk menghasilkan nilai *step* sekuensial yang kemudian dikonversi menjadi format biner. ESP32 bertindak sebagai *gateway* komunikasi yang menangkap sinyal biner tersebut dan mentransmisikannya secara *real-time* melalui protokol MQTT menuju *broker* Mosquitto. Dengan menggabungkan pemrosesan logika pada PLC dan kemampuan transmisi nirkabel ESP32, sistem mampu menyediakan pemantauan armada yang komprehensif dan sinkron melalui *dashboard* berbasis Laravel, baik dalam lingkup jaringan lokal maupun LAN perusahaan secara stabil.

Konfigurasi Protokol MQTT

Sistem ini memanfaatkan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) sebagai jembatan komunikasi utama karena karakteristiknya yang ringan (*lightweight*) dan efisien. Pengujian awal menggunakan *broker* lokal Mosquitto berhasil memvalidasi sinkronisasi data melalui konfigurasi pada *backend* Laravel pada Gambar 5(a) dan kode program *firmware* ESP32 pada Gambar 5(b) guna menjamin stabilitas mekanisme

publish/subscribe secara konsisten. Untuk menjamin stabilitas koneksi jangka panjang di lingkungan produksi PT Aisin Indonesia, sistem dirancang beroperasi pada jaringan LAN internal menggunakan alamat IP statis. Implementasi IP statis ini sangat krusial untuk memastikan skalabilitas sistem dan kemudahan pemeliharaan, sehingga setiap unit AGV baru dapat terintegrasi ke dalam jaringan tanpa memerlukan konfigurasi ulang kode program pada perangkat yang sudah terpasang.



(a) (b)

Gambar 5 Konfigurasi MQTT pada (a) *backend* laravel melalui Visual Studio Code dan (b) *firmware* ESP32 menggunakan Arduino IDE

***Layout Mapping Traffic* AGV**

Perancangan jalur AGV dilakukan pada Gambar 6 dengan mentransformasikan denah tata letak pabrik asli di area *Door Lock* ke dalam koordinat digital untuk memastikan skala dan proporsi visual sesuai dengan kondisi riil lantai produksi. Dari referensi tersebut, dilakukan ekstraksi koordinat piksel secara manual untuk menetapkan 63 titik *waypoint* yang mencakup seluruh lintasan, mulai dari titik awal, tikungan, hingga zona *unloading*. Penentuan 63 titik referensi ini berfungsi sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi estimasi posisi serta meminimalisir kesalahan kalkulasi pada "titik kosong" yang tidak memiliki *tag* RFID fisik, sehingga pergerakan ikon pada *dashboard* menjadi lebih halus (*smooth*) dan stabil tanpa efek gerakan melompat.



Gambar 6 *Traffic* AGV

Selain keunggulan visual 63 titik RFID ini memberikan fleksibilitas tinggi pada konfigurasi operasional sistem di lapangan. Setiap titik memiliki parameter mandiri yang dapat diatur secara spesifik, seperti tingkatan kecepatan (*High/Medium/Low*), status *towing* hingga durasi berhenti tanpa harus mengubah logika pemrograman PLC secara menyeluruh. Pendekatan ini memungkinkan sistem tetap adaptif dan mudah dikonfigurasi ulang oleh tim operasional apabila terjadi perubahan tata letak jalur produksi atau prosedur kerja di masa depan, sehingga menjamin keberlanjutan efisiensi *traffic control*.

Logika Pemrosesan Data PLC dan Akuisisi Step

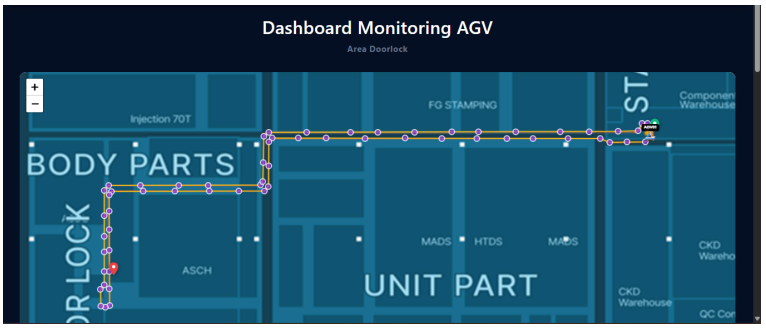
Pelacakan posisi AGV mengandalkan pemrograman sekuensial *Ladder Diagram* pada *PLC Mitsubishi FX5U* dengan register D100 sebagai *step counter* utama (1–63). Setiap kali sensor mendeteksi koin RFID fisik, baik pada tahap persiapan pada Gambar 7(a) maupun saat terpasang di lintasan pada Gambar 7(b), PLC menjalankan instruksi perbandingan dan *timer* sebelum menaikkan nilai register yang kemudian dikonversi menjadi format biner 6-bit untuk dipetakan ke *output* digital Y10–Y15. Proses ini memungkinkan mikrokontroler ESP32 membaca status posisi secara *real-time* melalui pin *GPIO*, menerjemahkan sinyal fisik dari lingkungan industri menjadi data digital yang siap diolah lebih lanjut oleh sistem IoT.



(a) (b)

Gambar 7 Koin RFID pada (a) tahap persiapan dan (b) implementasi di jalur produksi

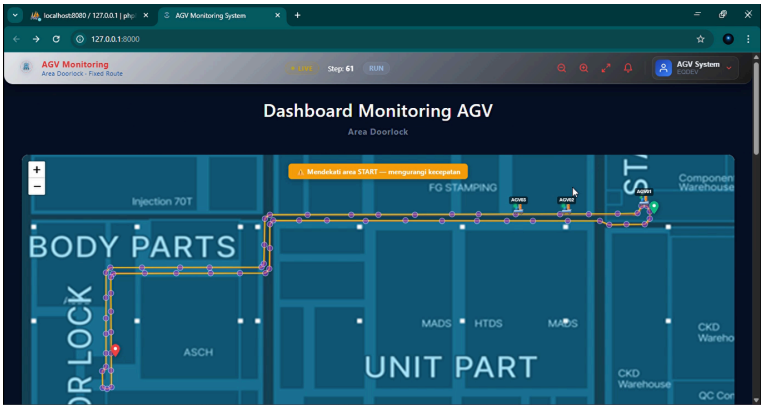
Data biner tersebut kemudian dikonversi kembali oleh ESP32 menjadi nilai desimal dan dikirim dalam paket JSON ke *broker* MQTT untuk dicocokkan dengan koordinat piksel pada *dashboard* pada Gambar 8. Sistem ini dilengkapi fungsi *reset* melalui *input* X1 untuk menjamin konsistensi data sekuensial pada setiap siklus baru. Meski memiliki batasan dalam deteksi jenis *error* spesifik, sistem tetap mampu memberikan indikasi visual anomali bagi operator jika ikon AGV berhenti bergerak, sehingga memastikan keandalan pemantauan posisi dan status pergerakan armada secara kontinu di lini produksi.



Gambar 8 Representasi dan pemetaan titik RFID pada *dashboard website*

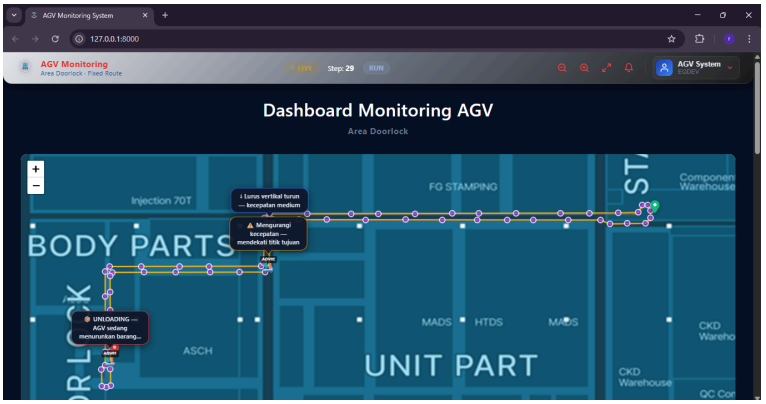
Pengujian Real-Time dan Visualisasi Dashboard

Tahap verifikasi sistem membuktikan keandalan transmisi data secara *real-time* melalui mekanisme *polling* setiap 300ms ke API Laravel. Hal ini secara signifikan meminimalkan *latency* antara pergerakan fisik di lapangan dengan representasi digital pada layar, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9. Analisis visualisasi menunjukkan peningkatan fungsionalitas melalui penggunaan animasi *pulse* dan indikator warna (hijau, merah, kuning) pada ikon AGV tunggal yang terbukti lebih efisien secara komputasi dibandingkan metode aset gambar statis guna memberikan kesadaran situasional yang lebih cepat bagi operator.



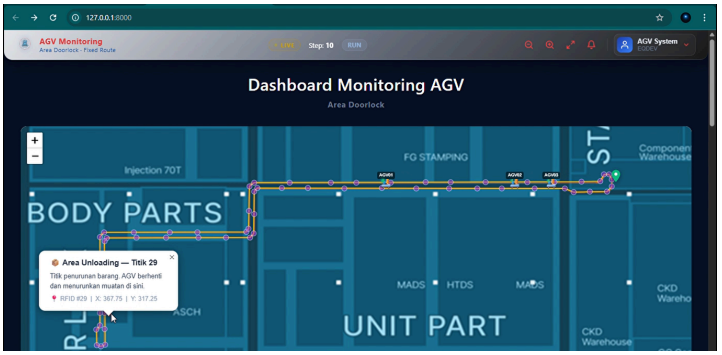
Gambar 9 Visualisasi titik *start* AGV

Aspek kecanggihan sistem divalidasi melalui manajemen armada ganda (*Multi-AGV*) menggunakan metode hibrida antara perangkat keras nyata dan *AGV Fleet Simulator*. Pengujian ini berhasil mengimplementasikan logika *Safe Gap Management*, yaitu sistem pengaturan jarak aman pada saat AGV pengikut secara otomatis berhenti jika armada di depannya mengalami hambatan. Untuk memperkaya informasi operasional tersebut, fitur *toast notification* diimplementasikan pada titik *waypoint* strategis sebagaimana terlihat pada Gambar 10, guna memberikan instruksi kerja yang presisi seperti notifikasi persiapan muatan (*prepare*) saat AGV berada di area awal.



Gambar 10 Visual notifikasi per titik RFID

Selama pengujian *end-to-end*, ditemukan kendala teknis berupa *timer overlap* pada pembacaan RFID yang diatasi dengan instruksi *Pulse* (PLS) dan peningkatan densitas menjadi 63 titik untuk sinkronisasi visual yang lebih halus. Penempatan titik ke-29 sebagai area *unloading* yang kritikal ditunjukkan pada Gambar 11, ketika sistem memberikan peringatan otomatis untuk proses penurunan muatan. Selain itu, masalah *strapping pins* pada ESP32 diselesaikan melalui *remapping* jalur sinyal, serta penggunaan IP statis pada jaringan LAN internal PT Aisin Indonesia untuk menjamin skalabilitas dan ketahanan sistem di masa depan.



Gambar 11 Penempatan titik 29 area *unloading*

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi antara perangkat kendali industri *PLC Mitsubishi FX5U* dengan ekosistem *Internet of Things* (IoT) berbasis ESP32 berhasil menciptakan arsitektur monitoring yang fleksibel, responsif, dan berbiaya efisien bagi operasional AGV di PT Aisin Indonesia. Penggunaan protokol MQTT terbukti secara kritis mampu mengatasi kendala *latency* transmisi data industri dengan kecepatan pembaruan setiap 300ms. Lebih lanjut, penerapan metode pengkodean biner 6-bit pada 63 titik referensi RFID berhasil membuktikan hipotesis bahwa densitas titik yang tinggi dapat mengeliminasi anomali pergerakan visual pada *dashboard*. Keberhasilan validasi logika *Safe Gap Management* menunjukkan bahwa sistem ini melampaui fungsi monitoring pasif dan mampu menjadi fondasi cerdas bagi manajemen antrian armada otomatis yang aman, stabil, dan teruji untuk modernisasi sistem produksi di masa depan.

Saran

Untuk meningkatkan fungsionalitas sistem pada tahap implementasi massal, pengembangan selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan fitur kendali *remote control* (jarak jauh) agar operator dapat mengintervensi pergerakan mesin secara langsung melalui *dashboard* dalam kondisi darurat. Selain itu, untuk penerapan pada jaringan *intranet* perusahaan, penggunaan protokol MQTT yang terenkripsi (MQTTS/SSL) sangat direkomendasikan demi menjaga keamanan data operasional. Terakhir, pengujian skalabilitas dengan menggunakan lebih banyak unit AGV fisik secara simultan perlu dilakukan untuk memvalidasi stabilitas transmisi data terhadap beban *bandwidth* jaringan lokal di lingkungan pabrik yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Alfasa FP, Dewanta F, Istikmal. 2024. Implementasi MQTT Sebagai Protokol Komunikasi Pada Prototipe Sistem Monitoring Smart Building. *e-Proceeding of Engineering*. 11(2):1182-1188.https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/203407/jurnal_eproc/prototipe-sistem-otomasi-dan-pemantauan-pada-smart-building-berbasis-protokol-bacnet-dan-raspberry-pi-pada-jaringan-internet-wrap-entrepreneurship-capstone-.pdf

DISNAKERJA.COM. 2025. PT Aisin Indonesia. *Disnakerja* [Internet]. [diakses 2025 Okt 21]. https://www.disnakerja.com/pt-aisin-indonesia/

Gnap J, Kubasakova I, Kubanova J, Pauer D. 2024. Application of Technological Procedure Automated Guided Vehicles in the Production Hall of a Company Due to Increasing the Automation. *MDPI Applied Sciences*. 14(17):1-31.doi:10.3390/app14177467

Mitsubishi Electric. *Melsec iQ-F Series: CPU Module Specification* [Internet]. [diakses 2025 Nov 13]. https://pl.mitsubishielectric.com/fa/pl_en/products/cnt/plc/plcf/cpu-module

Nabil F, Syauqy D, Setiawan E. 2022. Pengembangan Sistem Navigasi Robot Beroda menggunakan Lokalisasi berbasis RFID dengan Pathfinding Algoritma A Star pada Simulasi Lingkungan Gudang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 6(11):5470-5475. https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11911

PT Aisin Indonesia. *Aisin: ASEAN Network* [Internet]. [Diakses 2025 Okt 21].https://www.aisin-asean.com/about-aisin-group/asean/asean-network/pt-aisin-indonesia

Rahmawati L, Sumarsono. 2024. Desain Pengembangan Website dengan Arsitektur Model View Controller pada Framework Laravel. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*. 6(4):785-790.doi:10.47233/jteksis.v6i4.1497

Rahma AST, Irianto KD. 2025. Analisis Kinerja Protokol COAP dan MQTT pada Sistem Rumah Cerdas. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*. 14(3):759-767.doi:10.30591/smartcomp.v14i3.8474

Ramadhan FE, Haromain I, Rosyidi L. 2024. Pembangunan Rest API untuk Pengelolaan Rite Robot AGV di PT XYZ. *Journal of Digital Business and Technology Innovation (DBESTI)*. 1(2):68-77.doi:10.54914/dbesti.v1i2.1350

Sinlae F, Irwanda E, Maulana Z, Syahputra VE. Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP. *Jurnal Siber Multi Disiplin (JSMD)*. 2(2):119-132.doi:10.38035/jsmd.v2i2.186

Siregar UK, Sitakar TA, Haramain S, Lubin ZNS, Nadhirah U, Yahfizham. 2024. Pengembangan Database Management System menggunakan MySQL. *SAINTEK: Jurnal Sains, Teknologi & Komputer*. 1(1):8-12.doi:10.56495/saintek.v1i1.450

Sutrisno DY, Munadi, Setiawan JD. 2021. Model Deteksi Rambu Sistem Navigasi *Prototype* AGV. *Jurnal Teknik Mesin S-1*. 9(2):301-304. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/35815/27675

Widiyanto W, Purwanto AA, Wijayanto A. 2023. Program Automatic Guided Vehicle sebagai Transportasi Material di Workshop Furnitur dengan Kendali Fuzzy Logic. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*. 10(2):93-99.doi:10.32699/ppkm.v10i2.4359

Wijoseno A, Uranus H P., Pangaribuan J. 2025. Pengendalian Pengisian Air Otomatis menggunakan ESP32, MQTT, dan Kodular dengan Notifikasi Whatsapp dan Data Logging melalui Google Sheets. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*. 13(3):1038-1048.doi:10.23960/jitet.v13i3.7139

Yulianto D, Yuliansyah H. 2020. Rancang Bangun Aplikasi Traffic Counter RFID. *JNTETI (Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi)*. 4(1):32-39. doi:10.22146/jnteti.v4i1.135

Zhang J, Yang X, Wang W, Guan J, Ding L, Lee VC. S. 2023. Automated Guided Vehicles and Autonomous Mobile Robots for Recognition and Tracking in Civil Engineering. *ELSEVIER ScienceDirect.* 146. doi:10.1016/j.autcon.2022.104699