

Simulasi Scada Menggunakan TIA Portal Untuk Integrasi ASRS Dan Konveyor Pada Sistem MES-SMI-C205

Diono¹, Shelly Sri Pitriani²

^{1,2} Prodi Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam

Jl. Ahmad Yani, Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau, Indonesia 29461

Email: diono@polibatam.ac.id, shellysripitriani@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan sistem manufaktur cerdas menuntut integrasi yang efektif antara subsistem material handling untuk memastikan proses yang efisien dan andal. Penelitian ini menyajikan simulasi Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang dirancang menggunakan TIA Portal untuk mengintegrasikan Automated Storage and Retrieval System (ASRS) dan sistem konveyor pada modul MES-SMI-C205. Sistem dikendalikan oleh dua PLC Siemens S7-1500 dan menggunakan Profinet dengan konfigurasi I-Device untuk komunikasi antar-PLC, WinCC Runtime Advanced untuk pengembangan antarmuka SCADA, Factory I/O untuk pemodelan plant virtual, serta Excel (.csv) untuk pengelolaan data. Pengujian fungsional pada seluruh komponen mencapai akurasi 100%, yang menunjukkan sinkronisasi visual-mekanis yang baik, transfer data antar-PLC yang andal, pemantauan dan pengendalian SCADA secara real-time yang tepat, serta pencatatan basis data historis yang akurat. Secara keseluruhan, simulasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan prototipe yang kuat untuk integrasi manufaktur cerdas.

Kata kunci: ASRS, Factory I/O, Data Historis, I-Device, Profinet, SCADA.

ABSTRACT

The development of smart manufacturing systems demands effective integration between material handling subsystems to ensure efficient and reliable processes. This study presents a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) simulation designed in TIA Portal to integrate an Automated Storage and Retrieval System (ASRS) and a conveyor system on the MES-SMI-C205 module. Controlled by two Siemens S7-1500 PLCs, the system utilizes Profinet with an I-Device configuration for inter-PLC communication, WinCC Runtime Advanced for SCADA interface development, Factory I/O for virtual plant modeling, and Excel (.csv) for data management. Functional testing across all components achieved 100% accuracy, demonstrating seamless visual-mechanical synchronization, reliable inter-PLC data transfer, precise real-time SCADA monitoring and control, and accurate historical database logging. Overall, the simulation serves as a robust educational tool and prototype for smart manufacturing integration.

Keywords: ASRS, Factory I/O, Data Historis, I-Device, Profinet, SCADA.

Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur saat ini mengarah pada penerapan konsep smart manufacturing yang menekankan integrasi sistem, otomatisasi, dan pemantauan proses secara real-time untuk meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan keandalan produksi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan [1]. Smart Manufacturing menerapkan pendekatan berbasis teknologi dengan memanfaatkan mesin yang terhubung ke internet dan perangkat keras modern untuk memantau proses produksi [2]. Salah satu komponen penting dalam sistem manufaktur cerdas adalah sistem material handling yang berperan dalam penyimpanan, pengambilan, pemindahan, dan distribusi material secara otomatis.

Integrasi Automated Storage and Retrieval System (ASRS) dan sistem konveyor merupakan bagian penting dari sistem material handling karena dapat meningkatkan efisiensi proses, mengurangi kesalahan manusia, serta mempermudah pelacakan aliran material. Dalam praktiknya, kedua sistem umumnya dikendalikan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) dan dipantau melalui Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). SCADA merupakan sistem kendali industri berbasis komputer yang dirancang untuk memantau, mengendalikan, dan mengumpulkan data dari suatu plant [3]. Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem SCADA terintegrasi untuk material handling menggunakan perangkat keras fisik maupun simulasi. Namun, sebagian besar masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada sistem tertutup, biaya implementasi yang tinggi, serta representasi visual yang belum mampu menggambarkan kondisi fisik sistem secara realistis. Oleh karena itu, diperlukan lingkungan simulasi yang mampu memvalidasi logika kendali secara lebih efektif sebelum diterapkan pada kondisi nyata.

Penelitian ini menggunakan Factory I/O sebagai platform simulasi tiga dimensi (3D) yang diintegrasikan dengan TIA Portal untuk memodelkan sistem ASRS dan konveyor pada mesin MES-SMI-C205 di Politeknik Negeri Batam. MES-SMI-C205 merupakan trainer otomasi industri yang diproduksi oleh PT Vortex MES dan digunakan sebagai media pembelajaran untuk mensimulasikan proses manufaktur terintegrasi. Sistem ini dirancang menyerupai kondisi industri dengan beberapa komponen utama, yaitu sistem gudang, sistem konveyor, robot satu sumbu, robot SCARA, robot enam sumbu, serta sistem kendali berbasis PLC Siemens [4]. PLC merupakan perangkat kendali digital yang menggunakan mikroprosesor sebagai inti pemrosesan dan dirancang khusus untuk mengendalikan serta mengotomatisasi berbagai proses industri [5].

PLC yang digunakan adalah Siemens S7-1500, yaitu pengendali industri berperforma tinggi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan otomasi modern sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan [6]. Sistem membutuhkan 27 input digital, sedangkan PLC Siemens S7-1500 CPU 1511C-1 PN yang tersedia hanya menyediakan 16 input. Oleh karena itu, dua PLC Siemens S7-1500 diintegrasikan melalui SCADA. Pengembangan simulasi ini diharapkan dapat merepresentasikan kondisi sistem aktual secara lebih realistis, mempermudah validasi logika kendali PLC, dan menjadi dasar pengembangan sistem Smart Manufacturing yang lebih

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu studi literatur, analisis sistem MES-SMI-C205, perancangan sistem, simulasi dan pengujian sistem, serta analisis hasil. Studi literatur dilakukan untuk membangun landasan teori dan mengumpulkan referensi yang mendukung penelitian. Selanjutnya, analisis sistem dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan karakteristik sistem sebagai dasar proses perancangan. Tahap perancangan mencakup pemodelan sistem dan pengembangan logika kendali menggunakan TIA Portal dan Factory I/O. Sistem yang telah dirancang kemudian disimulasikan dan diuji untuk memverifikasi fungsionalitas serta integrasi antar-sub-sistem. Terakhir, hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memastikan tujuan penelitian terpenuhi.

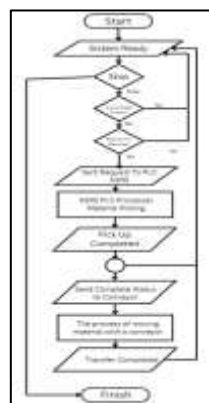
Perancangan Sistem

Gambar 1 menunjukkan urutan operasi Automated Storage and Retrieval System (ASRS) pada proses pengambilan material. Proses dimulai ketika sistem berada pada kondisi Ready. Sebelum menjalankan perintah pengambilan, program kendali melakukan pemeriksaan interlock keselamatan secara berurutan dengan mendeteksi keberadaan material pada outlet ASRS. Pemeriksaan ini memastikan tidak terdapat material yang masih berada pada outlet sehingga mencegah potensi tabrakan selama operasi.

Jika material terdeteksi, eksekusi program ditahan dan sistem kembali ke kondisi Ready sampai outlet tersedia. Sebaliknya, jika outlet dipastikan kosong, program melanjutkan pemantauan permintaan pengambilan. Ketika permintaan diterima, sistem mengirimkan perintah ke PLC_ASRS yang menjalankan urutan pengambilan material sampai operasi selesai.

Untuk mengurangi waktu tunggu, sistem menggunakan connector loop yang terjadi segera setelah proses pengambilan ASRS dinyatakan selesai. Pada titik tersebut aliran data dibagi menjadi dua jalur secara simultan. Jalur pertama langsung kembali ke kondisi System Ready sehingga pengendali ASRS dapat mulai memindai antrean material berikutnya tanpa jeda. Secara bersamaan, jalur kedua meneruskan instruksi melalui blok 'Send Complete Status to Conveyor' untuk memicu proses pemindahan material pada konveyor hilir. Siklus subsistem transportasi ini kemudian memindahkan material menuju tujuan akhir sampai parameter transfer selesai.

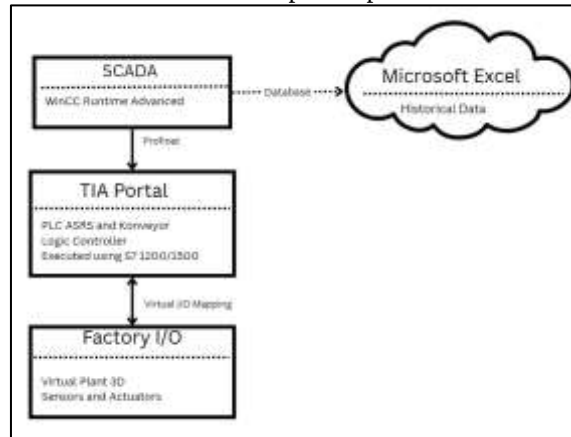
Setelah proses transfer selesai, sistem kembali ke kondisi ready sehingga konveyor dapat melanjutkan pergerakan setelah menerima sinyal selesai dari ASRS. Untuk menghentikan sistem yang berulang tersebut, tersedia satu instruksi stop yang akan menghentikan keseluruhan proses ASRS dan konveyor.



Gambar 1. Flowdiagram Sistem

Integrasi Data

Gambar 2 menunjukkan diagram blok integrasi data yang menggambarkan bagaimana platform perangkat lunak dengan fungsi berbeda diintegrasikan untuk memungkinkan pertukaran data secara simultan. Proses integrasi dimulai dari SCADA WinCC Runtime Advanced pada tingkat supervisi yang berkomunikasi dengan pengendali TIA Portal melalui protokol komunikasi PROFINET. TIA Portal kemudian terintegrasi secara dua arah dengan lingkungan simulasi Factory I/O menggunakan mekanisme Virtual I/O Mapping sehingga sinyal sensor dan aktuator dapat disinkronkan secara real-time. Selanjutnya, fitur Historical Data pada sistem SCADA diintegrasikan dengan Microsoft Excel untuk mencatat dan menyimpan laporan riwayat operasi secara otomatis untuk keperluan pemantauan dan analisis.

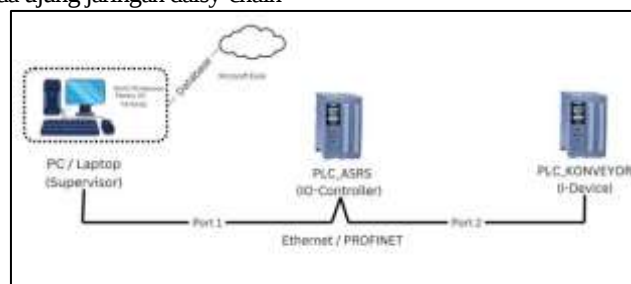


Gambar 2. Blok Diagram Integrasi Data

Perancangan Topologi Jaringan

Meskipun tidak seluruh perangkat keras digunakan secara langsung dalam simulasi, arsitektur dan konfigurasi sistem didasarkan pada protokol jaringan Ethernet yang umum digunakan di industri. Sistem yang dikembangkan terdiri atas dua PLC Virtual Siemens S7-1500 sebagai pengendali utama proses. PLC berfungsi sebagai unit kendali pusat pada mesin produksi atau sistem kendali dengan menjalankan program yang mengatur keseluruhan proses operasi sistem[7]. Lingkungan plant fisik direpresentasikan oleh Factory I/O yang berfungsi sebagai platform simulasi dengan sensor dan aktuator virtual melalui model tiga dimensi. Seluruh ekosistem simulasi—termasuk pemrograman PLC, SCADA, dan Factory I/O—dijalankan pada satu PC sehingga integrasi dan pengujian sistem otomatisasi dapat dilakukan secara terpusat. Gambar 3 memperlihatkan topologi jaringan daisy-chain (topologi garis) dan pembagian fungsi logis perangkat. Komunikasi antarperangkat menggunakan Ethernet/PROFINET. Jaringan terhubung secara berurutan dari PC/laptop ke Port 1 PLC_ASRS, kemudian diteruskan melalui Port 2 menggunakan switch internal PLC menuju PLC_KONVEYOR tanpa memerlukan Industrial Ethernet switch eksternal.

PC berada pada tingkat supervisi sistem. PC menjalankan WinCC RT Advanced sebagai antarmuka operator (HMI) untuk memilih slot penyimpanan ASRS, Factory I/O untuk simulasi plant virtual, TIA Portal untuk pemantauan program PLC, serta mengelola pencatatan data ke file Microsoft Excel. PLC_ASRS berfungsi sebagai PROFINET IO-Controller yang mengelola pertukaran data siklik dan pemetaan alamat memori perangkat yang terhubung. Sementara itu, PLC_KONVEYOR beroperasi sebagai Intelligent Device (I-Device) yang berfungsi sebagai node cerdas yang terhubung langsung ke IO-Controller (PLC_ASRS) pada ujung jaringan daisy-chain



Gambar 3. Topologi jaringan ASRS

Konfigurasi Perangkat Keras

TIA Portal merupakan lingkungan pengembangan terintegrasi yang digunakan untuk merancang, memprogram, dan mengimplementasikan sistem otomatisasi industri. Perangkat lunak ini mendukung perancangan sistem kendali dan antarmuka yang umum digunakan dalam lingkungan industri [8]. Topologi jaringan dan tata letak perangkat keras yang dirancang kemudian diimplementasikan melalui pengaturan sistem menggunakan editor Devices & Networks pada TIA Portal. Konfigurasi ini membangun hubungan komunikasi Ethernet antara PC/SCADA dan kedua PLC sehingga pertukaran data dan sinkronisasi proses dapat berlangsung sesuai arsitektur sistem yang telah ditentukan.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, komunikasi antar-PLC menggunakan metode Intelligent Device (I-Device) berbasis PROFINET. PLC_ASRS berfungsi sebagai PROFINET IO Controller untuk mengoordinasikan operasi sistem, sedangkan PLC_KONVEYOR dikonfigurasi sebagai I-Device. Konfigurasi ini memungkinkan pemetaan langsung area memori (Transfer Areas) di antara kedua CPU PLC. Dengan demikian, PLC_ASRS dapat mengirimkan perintah kendali dan membaca status PLC_KONVEYOR secara real-time seolah-olah mengakses modul I/O lokal, sedangkan PLC_KONVEYOR tetap menjalankan program internalnya secara independen.

Seluruh perangkat dikonfigurasi pada subnet PROFINET yang sama atau subnet IP yang sama. Konfigurasi dilakukan pada Network View TIA Portal dengan menghubungkan port PN/IE setiap perangkat ke segmen jaringan PN/IE_1 yang sama. Alamat IP yang digunakan adalah: Laptop/Network Card 192.168.2.20; PC Station pada TIA Portal 192.168.2.100; PLC_ASRS 192.168.2.10; dan PLC_KONVEYOR 192.168.2.11. Subnet mask yang tercantum pada dokumen adalah 225.225.225.0. Hal ini terlampir pada tabel 1.

Penggunaan subnet yang sama merupakan persyaratan untuk memungkinkan pertukaran data langsung tanpa perangkat routing tambahan. Konfigurasi ini mendukung interkoneksi data yang efisien untuk sistem SCADA dan komunikasi I-Device dengan latensi komunikasi yang minimal. Selain itu, PLC_KONVEYOR harus dikonfigurasi sebagai IO Device, PLC_ASRS ditetapkan sebagai IO Controller, dan alamat memori dipetakan ke Transfer Areas sebagai antarmuka komunikasi langsung kedua PLC. Pengaturan tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Device dan jaringan konfigurasi

Tabel 1. Setelan internet protokol

No	Device	IP Address	Subnet Mask
1	Laptop / Network Card	192.168.2.20	225.225.225.0
2	PC Station (on TIA Portal)	192.168.2.100	225.225.225.0
3	PLC_ASRS (on Tia Portal)	192.168.2.10	225.225.225.0
4	PLC_KONVEYOR (on Tia Portal)	192.168.2.11	225.225.225.0



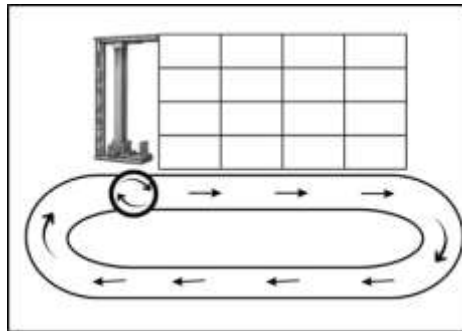
Gambar 5. Device Input Output Konfigurasi

Desain Virtual Plant

Sistem dirancang menyerupai MES-SMI-C205 dengan memasukkan beberapa komponen utama, yaitu sistem gudang, sistem konveyor, robot satu sumbu, robot SCARA, robot enam sumbu, dan sistem kendali berbasis PLC Siemens[4]. Sistem dioperasikan dalam lingkungan virtual menggunakan Factory I/O sebagai plant virtual untuk mensimulasikan proses pengambilan dan material handling pada ASRS serta sistem konveyor. Factory I/O merupakan perangkat lunak simulasi interaktif yang dirancang sebagai media pembelajaran otomasi industri dan menyediakan lingkungan virtual untuk mensimulasikan serta menguji berbagai skenario proses industri [9].

Automated Storage and Retrieval System (ASRS) merupakan sistem penyimpanan dan pengambilan material otomatis yang dikendalikan komputer. Secara umum, ASRS terdiri atas rak penyimpanan bertingkat, stacker crane, stasiun input/output, dan komputer supervisor pusat yang terintegrasi untuk memastikan proses penyimpanan dan pengambilan berlangsung cepat dan akurat [10]. Konveyor merupakan sistem mekanis yang dirancang untuk mengangkat atau memindahkan material secara kontinu dan otomatis dari satu lokasi ke lokasi lainnya[11].

Simulasi dirancang untuk memodelkan interaksi antara sensor virtual, aktuator, dan logika kendali PLC sehingga proses pemindahan material dapat diamati secara visual dan dievaluasi berdasarkan skenario operasi yang telah ditentukan[12]. Untuk memungkinkan integrasi simulasi antara TIA Portal dan plant virtual, pengaturan keamanan proyek harus dikonfigurasi untuk pertukaran data eksternal. Pertama, opsi 'Support simulation during block compilation' diaktifkan pada properti proyek. Selanjutnya, tingkat proteksi setiap PLC diatur menjadi 'Full access (no protection)'. Pada Connection Mechanisms, opsi 'Permit access with PUT/GET communication from remote partner' diaktifkan untuk mengizinkan komunikasi S7. Konfigurasi ini memungkinkan WinCC Runtime Advanced dan Factory I/O membaca serta menulis memori PLC tanpa dibatasi oleh aturan keamanan bawaan.



Gambar 6. Desain Virtual Plant

Perancangan Antarmuka HMI

Selain hubungan komunikasi antar-PLC, sistem yang dikembangkan memerlukan komunikasi antara kedua PLC dan PC station yang menjalankan WinCC Runtime Advanced. Oleh karena itu, koneksi jaringan HMI harus dibuat untuk memungkinkan pertukaran data antara PLC dan HMI, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.

Pengendalian dan pemantauan status sistem dilakukan melalui HMI yang dikembangkan menggunakan WinCC Runtime Advanced pada TIA Portal V19. Antarmuka terdiri atas tiga layar utama untuk tugas operasi yang berbeda, yaitu Home Screen, Slot Selection Screen, dan Conveyor Monitoring Screen.

Home Screen terdiri atas dua panel utama, yaitu panel kendali mesin dan panel navigasi. Panel kendali menyediakan tombol Start untuk memulai siklus operasi mesin dan tombol Stop untuk menghentikan aktivitas mesin secara aman. Panel navigasi menyediakan tombol Slot Selection untuk mengakses halaman konfigurasi pengambilan material dan tombol Conveyor Monitoring untuk membuka visualisasi pergerakan konveyor. Status bar pergerakan pada bagian bawah antarmuka berfungsi sebagai indikator visual selama operasi. Status bar dibuat menggunakan kombinasi elemen Symbolic I/O Field, Data Blocks, serta Text and Graphic Lists dan tetap terlihat pada seluruh layar.

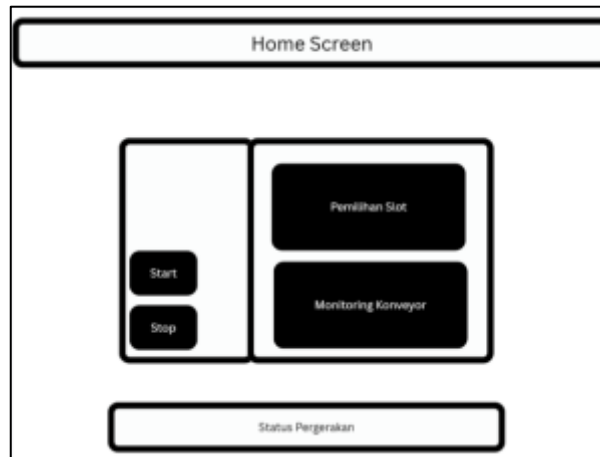
Slot Selection Screen menyediakan antarmuka operasi untuk menentukan koordinat target pengambilan pada rak. Tata letak terdiri atas matriks 4×4 yang berisi 16 tombol slot sesuai geometri penyimpanan fisik. Ketika tombol, misalnya Slot_1, ditekan, sebuah perintah set ditulis ke tag PLC yang sesuai, yaitu Ambil_Slot_1, dan tag tersebut di-reset ketika tombol dilepas. Navigasi halaman dilakukan melalui ikon Home di kiri bawah untuk kembali ke Home Screen dan tombol panah kanan di kanan bawah untuk menuju antarmuka Conveyor Monitoring.

Conveyor Monitoring Screen menyediakan visualisasi dinamis untuk mengamati lokasi material dan pergerakan mesin. Layar memiliki panel utama yang berisi 10 indikator lokasi. Indikator tersebut berubah warna secara real-time berdasarkan masukan sensor lapangan di sepanjang konveyor. Bagian bawah tetap memuat status bar, tombol Home di kiri bawah, dan panah navigasi di kanan bawah.

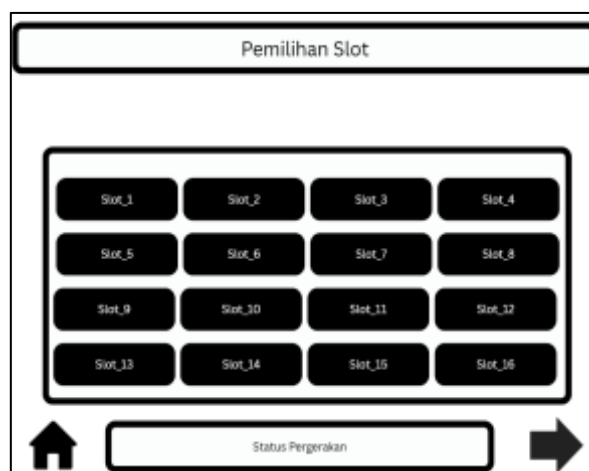
Selain tiga layar utama pada WinCC RT Advanced, subsistem supervisi memiliki fitur keselamatan berupa jendela pop-up alarm darurat. Berbeda dengan layar statis yang diakses secara manual, pop-up dinamis ini muncul secara otomatis ketika terjadi gangguan sistem. Desainnya ditunjukkan pada Gambar 11.



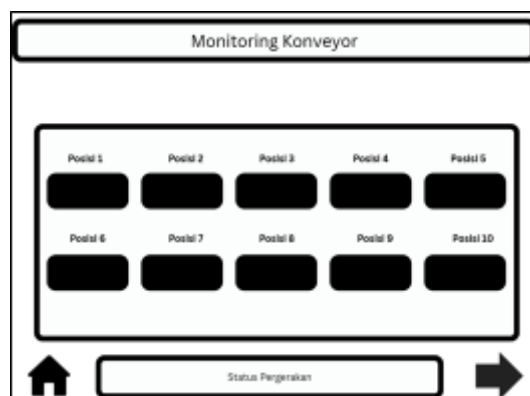
Gambar 7. Koneksi Wincc dan HMI



Gambar 8. HMI Design Home



Gambar 9. HMI Design Memilih Slot



Gambar 10. HMI Design Pemantauan Konveyor



Gambar 11. Desain Notifikasi Alarm

Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengumpulkan data sebagai bahan analisis. Analisis statistik merupakan metode pengolahan data yang mencakup pemeriksaan, pembersihan, transformasi, pemrosesan, dan pemodelan data dengan tujuan memperoleh

informasi yang relevan dan bermakna sebagai dasar penarikan kesimpulan dan pengambilan keputusan [13]. Metode analisis data secara umum terdiri atas analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif selanjutnya dibagi menjadi statistik deskriptif dan statistik inferensial [14]. Sebagai bagian penting dari statistik deskriptif, ukuran pemusatan digunakan untuk menentukan satu nilai yang mewakili pusat atau karakteristik umum suatu dataset [15].

Hasil Dan Pembahasan

Pengujian Komunikasi antara Factory IO dan PLC

Logika komunikasi diuji secara visual dengan mengaktifkan tag transfer untuk mengirim sinyal dari IO Controller ke tag penerima pada I-Device target. Tabel 2 menyajikan hasil pengujian komunikasi PLC. Hasil yang dicatat untuk Station_1 sampai Station_10, Outlet_ASRS, ASRS_FINISH, motor konveyor, KONVEYOR_READY, dan ASRS_HOME menunjukkan status TP pada pengujian yang tercantum. Transfer data antar-PLC berlangsung sesuai target

Tabel 2. Komunikasi factory IO dan PLC

PLC ASRS		PLC Konveyor	
PLC Tag	Address	PLC Tag	Address
Station_1(To-Konveyor)	Q200.0	Station_1	I0.0
Station_2(To-Konveyor)	Q200.1	Station_2	I0.1
Station_3(To-Konveyor)	Q200.2	Station_3	I0.2
Station_4(To-Konveyor)	Q200.3	Station_4	I0.3
Station_5(To-Konveyor)	Q200.4	Station_5	I0.4
Station_6(To-Konveyor)	Q200.5	Station_6	I0.5
Station_7(To-Konveyor)	Q200.6	Station_7	I0.6
Station_8(To-Konveyor)	Q200.7	Station_8	I0.7
Station_9(To-Konveyor)	Q201.0	Station_9	I1.0
Station_10(To-Konveyor)	Q201.1	Station_10	I1.1
Outlet_ASRS (To Konveyor)	Q201.2	Outlet_ASRS	I1.2
ASRS_FINISH	Q201.3	ASRS_FINISH	I1.3
loading_Konveyor_1 (From-Konveyor)	I200.0	Unloading_ Konveyor_1 (To-ASRS)	Q200.0
loading_Konveyor_2 (From-Konveyor)	I200.1	Unloading_ Konveyor_2 (To- ASRS)	Q200.1
Turntable_Unload (From-Konveyor)	I200.2	Turntable_Unload (To-ASRS)	Q200.2
Turntable_Load (From-Konveyor)	I200.3	Turntable_Load (To-ASRS)	Q200.3
Turntable_Berputar (From-Konveyor)	I200.4	Turntable_Berputar (To-ASRS)	Q200.4
Motor_Konveyor_1(From-Konveyor)	I200.5	Motor_Konveyor_1 (To-ASRS)	Q200.5
Motor_Konveyor_2 (From-Konveyor)	I200.6	Motor_Konveyor_2 (To-ASRS)	Q200.6
Motor_Konveyor_3 (From-Konveyor)	I200.7	Motor_Konveyor_3 (To-ASRS)	Q200.7
Motor_Konveyor_4 (From-Konveyor)	I201.0	Motor_Konveyor_4 (To-ASRS)	Q201.0
Motor_Konveyor_5 (From-Konveyor)	I201.1	Motor_Konveyor_5 (To-ASRS)	Q201.1
Motor_Konveyor_6 (From-Konveyor)	I201.2	Motor_Konveyor_6 (To-ASRS)	Q201.2
Motor_Konveyor_7 (From-Konveyor)	I201.3	Motor_Konveyor_7 (To-ASRS)	Q201.3
Motor_Konveyor_8 (From-Konveyor)	I201.4	Motor_Konveyor_8 (To-ASRS)	Q201.4
Motor_Konveyor_9 (From-Konveyor)	I201.5	Motor_Konveyor_9 (To-ASRS)	Q201.5
KONVEYOR_READY (From-Konveyor)	I201.6	KONVEYOR_ READY (To- ASRS)	Q201.6

ASRS_HOME(From- <u> Konveyor </u>)	I201.7	ASRS_HOME (To-ASRS)	Q201.7
---	--------	---------------------	--------

Hasil

Tingkat keberhasilan dan persentase akurasi setiap parameter pengujian dihitung menggunakan metrik confusion matrix dengan Tingkat keberhasilan mencapai 100%. Dimana semua Alamat dan tag dari factory IO ke PLC saling berkomunikasi.

Simpulan

Sistem simulasi manufaktur cerdas terintegrasi yang menggabungkan plant virtual Factory I/O, dua pengendali Siemens S7-1500 melalui komunikasi I-Device, menunjukkan keandalan operasional yang sangat baik. Sistem mencapai akurasi operasional 100% pada seluruh model plant, sinkronisasi antar-PLC, kendali real-time. Dengan demikian, konfigurasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran alur kerja smart manufacturing.

Daftar Pustaka

- [1] N. S. dan S. P. N. A. Hasibuan, "SMART Manufacturing System: Sebuah Solusi Teknologi Manufaktur Proses Menuju Industri 4.0," *JIME J. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 117–127, 2024.
- [2] S. N. dan M. Muslimin, "Smart Manufacturing: Latest Technologies And Applications In Industrial Engineering," *J. Minfo Polgan*, vol. 12, no. 2, pp. 305-31-, 2023.
- [3] M. Ilham, "Rancang Bangun Sistem SCADA dalam Monitoring Pengisian pada Silo Berbasis PLC Omron," Universitas Pembangunan Panca Budi, 2021.
- [4] Defri, "MES-SMI-C205," Batam, 2024.
- [5] M. F. M. dan D. R. Nurjannah, "Pengaruh Kecepatan Konveyor pada Penggunaan IoT dan PLC secara Real-Time pada Prototype Car Wash dengan Pulse Width Modulation," *JITET J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3S1, pp. 221–228, 2025.
- [6] S. AG, "SIMATIC S7-1500 CPU – Siemens EcoTech Profile," 2025.
- [7] G. Syafitra, F.; Al Abizari, "Modifikasi Modular Production System (MPS) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Siemens," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2025.
- [8] D. Setiana, H.; Nuraqil, N.; Widjajanto, "Otomasi Sortir Warna dan Berat Berbasis PLC Dengan Pencitraan Factory I/O," *J. Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 7, no. 1, pp. 27–36, 2025.
- [9] D. Lazaridis, G.; Drosou, A.; Chatzimisios, P.; Tzovaras, "Securing Modbus TCP Communications in I4.0: A Penetration Testing Approach Using OpenPLC and Factory IO," Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN), 2023, pp. 265–270.
- [10] M. A. F. M. S. W. N. Fadzli, "Automated Storage and Retrieval System for Warehouse," *JIME J. Electr. Eng.*, vol. 23, no. 1, pp. 88–95, 2024.
- [11] R. M. F. dan M. F. R. Yanti, A. P. Rusdja, M. I. Malik, R. Rahmawati, "Purwarupa Konveyor Penyortir Barang Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Arduino Nano," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 295–300, 2025.
- [12] I. S. dan A. P. B. Fandidarma, "Pengatur Suhu Ruangan Tertutup menggunakan PLC Schneider TWIDO COMPACT berbasis SCADA - Wonderware Intouch," *J. ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2022.
- [13] S. M. R. H. A. M. Maulan, G. L. D. Saputra, R. B. Syahputra, "Pengaruh Sistem Otomasi Robotik Terhadap Proses Produksi Mencakup Efisiensi Biaya, Waktu, Dan Kualitas Produk Menggunakan Metode Analisis Data Statistik," *J. Lentera BITEP*, vol. 3, no. 1, pp. 8–16, 2025.
- [14] L. D. Martias, "Statistika Deskriptif sebagai Kumpulan Informasi," *J. Ilmu Perpust. dan Inf.*, vol. 16, no. 1, pp. 40–59, 2021.
- [15] M. M. Siregar, B.; Rahadi, A. P.; Manurung, *Statistika Dasar: Fundamental Sains Data*. 2025.