



Implementation of IoT-Based Monitoring System at Bottle Capping Assembly Stations Using Haiwell Cloud Box

Yuliadi Ernadi¹, Cepi Ramdani¹, Qoulan Khoerul Auni¹

¹Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung, Indonesia

*Corresponding author email: qoulan.khoerul@mhs.polman-bandung.ac.id

Article Info

Article history:

Received July 15, 2025

Approved August 01, 2025

Keywords:

Automation,
Manufacturing
Efficiency, Industrial
Internet of Things
(IoT), PLC, Edge
Computing.

ABSTRACT

The transformation of Industry 4.0 has driven the integration of automation and the Internet of Things (IoT) in the manufacturing sector. IoT integration in production systems enables direct manipulation of processes and deeper monitoring of operational conditions, thereby reducing errors and increasing productivity. This study designs and implements an IoT-based monitoring system on a bottle cap assembly station by integrating the Mitsubishi FX5U-32MR/ES PLC and the Haiwell Cloud Box (eBOX-E). The system combines sensors for real-time monitoring, cloud-based remote control, and a SCADA Cloud interface accessible via both desktop web and Android devices. Functional testing of the six-page SCADA Cloud system demonstrated that all system components operated optimally (100% success rate) and were compatible across both desktop web and Android platforms without performance differences. The quality of data transmission using the tested 4G network was rated excellent based on QoS parameter evaluations. These findings indicate that the system enhances monitoring accuracy, reduces human error, and strengthens the role of IoT in boosting industrial productivity through more flexible real-time data access and control.

ABSTRAK

Transformasi Industri 4.0 telah mendorong integrasi otomasi dan Internet of Things (IoT) dalam sektor manufaktur. Integrasi IoT dalam sistem produksi memungkinkan manipulasi langsung terhadap proses dan pengawasan yang lebih mendalam terhadap kondisi operasional, sehingga mengurangi kesalahan dan meningkatkan produktivitas. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan berbasis IoT pada stasiun perakitan tutup botol dengan mengintegrasikan PLC Mitsubishi FX5U-32MR/ES dan Haiwell Cloud Box (eBOX-E). Sistem menggabungkan sensor untuk pemantauan real-time, kendali jarak jauh berbasis cloud, serta antarmuka SCADA Cloud yang dapat diakses melalui perangkat web desktop maupun Android. Hasil pengujian fungsional sistem 6 halaman SCADA Cloud menunjukkan seluruh komponen sistem berjalan optimal (100% keberhasilan) dan kompatibel pada dua platform yaitu web desktop dan android tanpa perbedaan performa. Adapun kualitas transmisi data menggunakan jaringan 4G yang diuji dinilai sangat baik berdasarkan evaluasi parameter QoS. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan akurasi pemantauan, mengurangi kesalahan manusia, serta memperkuat peran IoT dalam peningkatan produktivitas industri melalui akses data dan kendali real-time yang lebih fleksibel.



How to cite: Ernadi, Y., Ramdani, C., & Quolan Khoerul Auni. (2025). Implementation of IoT-Based Monitoring System at Bottle Capping Assembly Stations Using Haiwell Cloud Box. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 6(3), 1314–1327. <https://doi.org/10.55681/jige.v6i3.4000>

PENDAHULUAN

Penerapan Internet of Things (IoT) di dunia industri telah membawa transformasi signifikan dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan fleksibilitas operasional (Malik et al., 2021). IoT memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara *real-time*, yang tidak hanya meningkatkan fleksibilitas proses produksi tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat (Farquharson et al., 2021). Tanpa IoT, sistem otomasi industri terbatas pada pemantauan dan pengendalian lokal yang mengakibatkan respons yang lambat terhadap perubahan kondisi produksi karena data tidak dapat diakses secara *real-time*. Keterbatasan ini dapat menyebabkan biaya operasional yang lebih tinggi dan efisiensi yang rendah, sehingga menghambat pertumbuhan perusahaan di era digital (Malik et al., 2021; Zeng et al., 2024).

Stasiun kerja *bottle capping assembly* menjadi miniatur industri yang dapat mewakili proses produksi di dunia manufaktur secara umum. Dengan menggunakan penerapan IoT, proses otomasi pada stasiun kerja tersebut mencapai kontrol yang lebih presisi serta pemantauan yang lebih andal untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara *real-time* (Mazhar et al., 2023). Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam sistem produksi memungkinkan manipulasi langsung terhadap proses dan pengawasan yang lebih mendalam terhadap kondisi operasional, sehingga mengurangi kesalahan dan meningkatkan produktivitas. Selain itu, penerapan teknologi IoT pada stasiun kerja *bottle capping assembly* memberi keuntungan signifikan dalam hal transparansi dan fleksibilitas dalam manajemen lini produksi. (Purba et al., 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan IoT dalam pemantauan air limbah, yang memiliki kompleksitas serupa dengan stasiun kerja *bottle capping assembly*, dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 30%. Hal ini menunjukkan potensi besar IoT dalam aplikasi serupa di industri manufaktur (Soetedjo et al., 2024). Pengembangan sistem IoT pada stasiun kerja *capping assembly* menjadi penting karena memungkinkan otomatisasi penuh sekaligus pemantauan data secara *real-time* (Fatima et al., 2022). Dengan mengintegrasikan sistem kendali ke platform cloud, maka operator, supervisor, dan manajer dapat memantau kondisi produksi kapan saja dan dimana saja, sehingga memberikan fleksibilitas dalam pengambilan keputusan (Pacaux-Lemoine et al., 2022). Selain itu, analisis data berbasis cloud memungkinkan identifikasi masalah secara dini, sehingga meminimalkan downtime produksi (Fatima et al., 2022; Pacaux-Lemoine et al., 2022).

Namun, implementasi IoT juga menghadirkan tantangan, seperti kompleksitas integrasi, keterbatasan sumber daya, dan pemilihan perangkat keras dan lunak yang tepat (Samaranayake et al., 2022). Oleh karena itu, penting bagi industri untuk mengembangkan sistem yang tidak hanya mampu mengendalikan proses secara otomatis tetapi juga menyediakan data pemantauan yang mudah diakses untuk mendukung pengambilan keputusan (Abbas et al., 2021; Enrique et al., 2022). Tantangan ini mendorong perlunya solusi yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan spesifik setiap proses produksi, seperti pada stasiun kerja *bottle capping assembly*, dimana diperlukan teknologi yang handal dan fleksibel untuk memastikan konsistensi produk dan efisiensi operasional (Crăciun et al., 2024).

Integrasi IoT dengan sistem SCADA dan cloud telah membuka peluang baru dalam pemantauan dan kontrol industri. Haiwell Cloud Box, sebagai perangkat IoT terminal, memungkinkan integrasi antara perangkat industri (seperti PLC dan sensor) dengan platform cloud. Studi oleh Dinata dkk. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan Haiwell Cloud Box dalam sistem pemantauan tenaga surya meningkatkan akurasi data dan memungkinkan analisis kinerja sistem secara *real-time* (Dinata et al., 2024). Haiwell Cloud Box menawarkan solusi yang komprehensif untuk integrasi IoT dalam sistem otomasi industri. Perangkat ini dilengkapi dengan Haiwell Cloud Engine, yang memungkinkan akses dan kontrol melalui aplikasi mobile atau website cloud. Fitur-fitur seperti dukungan protokol MQTT, integrasi dengan database server, dan mekanisme keamanan A/B Key membuat Haiwell Cloud Box sangat cocok untuk aplikasi industri yang memerlukan keandalan dan keamanan tinggi (Dinata et al., 2024). Selain itu, skalabilitas perangkat ini memungkinkan integrasi dengan berbagai konfigurasi sistem, menjadikannya solusi yang fleksibel untuk berbagai kebutuhan industri.

Penelitian ini mengusulkan pendekatan perancangan dan implementasi sistem berbasis IoT dengan mengintegrasikan Mitsubishi FX5U-32MR/ES sebagai kendali utama dan Haiwell Cloud Box untuk pemantauan *real-time* melalui jaringan internet pada operasional stasiun kerja *bottle capping assembly*. Penggunaan kedua perangkat ini ditujukan untuk mengoptimalkan proses produksi dengan memanfaatkan sumber daya yang minimal berupa kesederhanaan dalam integrasi sistem, namun tetap mempertahankan hasil yang optimal. Sistem yang diusulkan tidak hanya memungkinkan otomatisasi penuh tetapi juga mendukung pemantauan dan kendali *real-time* melalui integrasi dengan platform cloud. Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam ide konsep peningkatan efisiensi dan keberlanjutan industri manufaktur modern dalam hal pemantauan dan kendali menggunakan teknologi IoT.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam hal penerapan Haiwell Cloud sebagai platform pemantauan sistem. Studi oleh Dinata, dkk. berhasil menerapkannya pada pemantauan *real-time* dari performa inverter solar panel dengan validitas data yang tampil pada tampilan monitoring berupa kesamaan data diantara nilai yang tampil pada HMI, layanan cloud untuk solar panel, dan pada tampilan SCADA Haiwell Cloud (Dinata et al., 2024). Implementasi lainnya pada pemantauan parameter air limbah menggunakan beberapa sensor air yang harganya terjangkau dan ESP32 sebagai pengakuisisi data dari masing-masing sensor menuju Haiwell CBox sebagai master sistemnya (Soetedjo et al., 2024). Adapun studi yang lebih terdahulu menerapkannya pada prototype sistem parkir dengan penggunaan Arduino Nano sebagai kendali utama serta Outseal Studio dan SCADA Haiwell Cloud Box sebagai perangkat lunak pemrograman dan pembangun sistem SCADA (Sulistiawan et al., 2023). Berdasarkan beberapa tinjauan studi pustaka tersebut, belum ditemukannya hasil penelitian dalam konteks penerapan di industri manufaktur dan penggunaan brand PLC yang berbeda (selain Haiwell).

METHODS

Instrumen Penelitian

1. PLC Misubishi FX5U-32MR/ES



Gambar 1. PLC Misubishi FX5U

PLC Mitsubishi dipilih karena kemampuannya yang sesuai dan popularitasnya yang tinggi, sehingga banyak referensi penggunaan, baik berdasarkan teori maupun pengalaman praktis yang tersedia. Bhanwrela dkk. menyebutkan bahwa penggunaan Mitsubishi FX5U dalam sistem kemasan otomatis memungkinkan pengendalian dan pengautomatisasian yang efektif, meningkatkan kecepatan produksi menjadi 24 paket per menit (Bhanwrela et al., 2024). Ini menunjukkan bahwa PLC ini dapat diandalkan untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat dan pengendalian presisi. Dalam konteks penggunaan PLC untuk pemantauan dan kontrol, Aliansyah dkk. menunjukkan bagaimana FX5U dapat digunakan untuk mengendalikan dan mengawasi proses pemilahan barang, yang memerlukan tingkat presisi tinggi dalam operasi (Aliansyah et al., 2022). Hal ini sangat relevan untuk proses *bottle capping assembly*, dimana ketepatan dalam pemilihan dan pemindahan material adalah kunci untuk menjaga kualitas produk akhir.

2. Cloudbox Haiwell cBOX-E



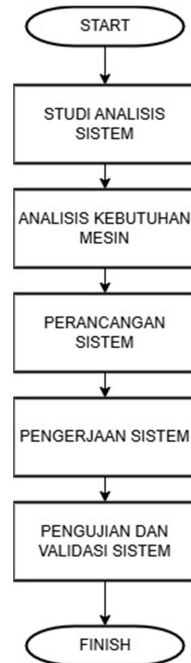
Gambar 2. Haiwell cBOX-E

Cloudbox Haiwell cBox-E adalah perangkat *edge computing* yang dirancang untuk mendukung sistem IoT dalam peningkatan konektivitas dan kemampuan pemrosesan data di lokasi yang lebih dekat dengan perangkat yang terhubung, sehingga mengurangi ketergantungan pada server pusat atau cloud (Moghaddassian et al., 2023). Perangkat ini menyediakan solusi integrasi untuk aplikasi industri yang membutuhkan pemrosesan data secara *real-time*, seperti dalam sistem otomatisasi industri, pemantauan, dan pengendalian jarak jauh. Perangkat ini didukung beberapa teknologi komunikasi seperti RS485, RS232, Ethernet, WiFi, dan jaringan

sim card 4G yang memudahkannya untuk terhubung dengan PLC dan perangkat lainnya (Haiwell, n.d.).

Alur Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan studi analisis sistem untuk memahami kondisi dan permasalahan yang ada dalam sistem yang akan diteliti. Setelah itu, langkah berikutnya adalah analisis kebutuhan mesin yang berfokus pada identifikasi dan pemahaman mengenai mesin serta spesifikasi teknis yang dibutuhkan untuk mendukung pengembangan sistem. Kemudian, pada tahap perancangan sistem, dilakukan perencanaan desain untuk mengatur komponen-komponen sistem baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan agar sistem yang dibangun dapat berfungsi secara optimal.

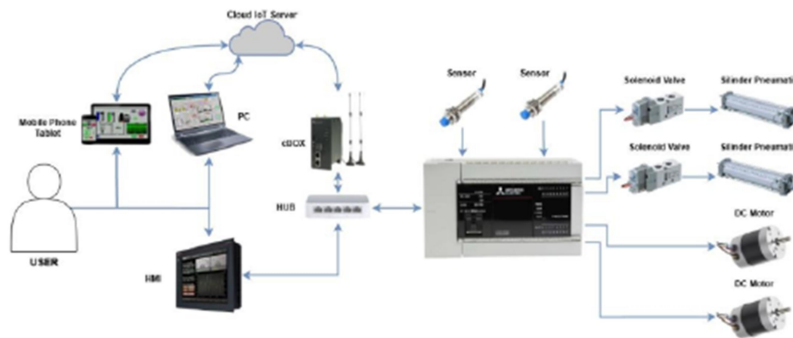


Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

Setelah desain selesai, tahap berikutnya adalah tahap implementasi dan pengembangan sistem yang melibatkan integrasi dan pengujian komponen yang telah dirancang. Terakhir, tahap pengujian dan validasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan pada perancangan dan memenuhi standar yang ditetapkan.

Analisis Kebutuhan Mesin

Pengguna memasukkan parameter proses assembly capping melalui antarmuka HMI yang selanjutnya akan diolah oleh PLC untuk menentukan pergantian sekuensial. Melalui penerapan sistem IoT, pengguna dapat memantau secara real-time urutan sekuensial yang terjadi pada mesin menggunakan smartphone atau PC. Ini menjadikan pengguna dapat mengakses informasi dan mengawasi operasional mesin dari lokasi yang jauh, tanpa perlu berada di dekat mesin tersebut.

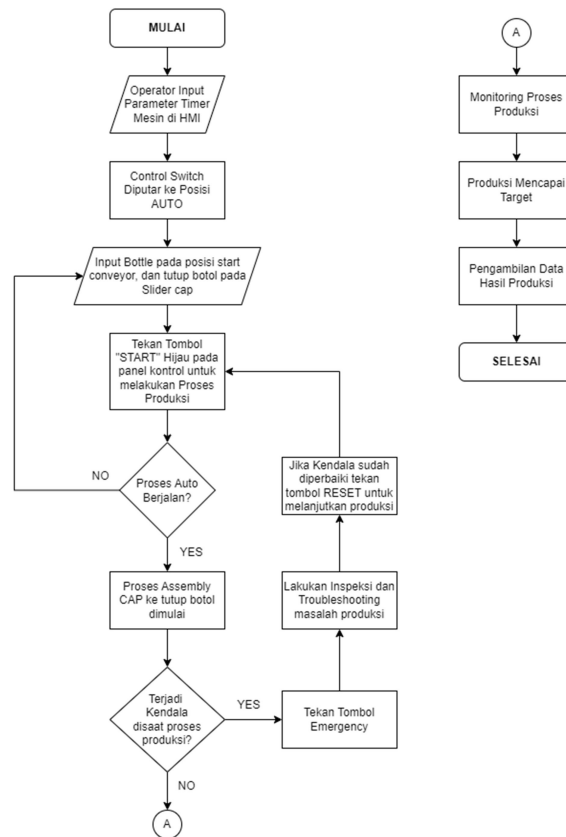


Gambar 4. Gambaran Umum Sistem

Pada bagian input, digunakan sensor seperti proximity dan reed switch, serta tombol push button untuk fungsi dasar seperti start, stop, dan reset. Tersedia juga selector switch untuk pengaturan mode manual/otomatis dan emergency switch untuk kondisi darurat. Output terdiri dari aktuator pneumatic, conveyor bermotor DC, serta cap rotator untuk proses pemasangan dan pengencangan tutup botol. Kontrol sistem menggunakan PLC Mitsubishi FX5U-32MR/ES yang mendukung komunikasi Ethernet dan dapat diintegrasikan dengan IoT untuk kontrol dan analisis data secara real-time. Antarmuka sistem memakai HMI Mitsubishi GS2107-WTBD-N yang mendukung berbagai protokol komunikasi (RS-232, RS-485, Ethernet), memungkinkan pemantauan jarak jauh dari perangkat mobile atau desktop. Untuk konektivitas IoT, digunakan Haiwell Cloud Box (eBOX-E) yang mendukung pemantauan real-time dan akses data jarak jauh, sehingga meningkatkan efisiensi perawatan preventif dan perbaikan.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibuat untuk memetakan alur kerja dan sekuensial dari sistem bottle capping assembly sebagai acuan pengerjaan berdasarkan ide dan kebutuhan dari mesin. Operator atau pengguna mengatur nilai pewaktu melalui HMI. Saklar kendali diputar ke posisi auto untuk menjalankan sistem secara otomatis berdasarkan urutan kerja. Posisi botol ideal berada di posisi awal konveyor dan tutup botol berada pada slider cap. Pengguna perlu menekan tombol start berwarna hijau untuk memulai sekuensial proses produksi. Jika sistem otomatis berjalan, maka proses pemasangan atau assembly dari bottle cap dimulai. Sensor-sensor yang mendeteksi posisi silinder dan benda kerja menjadi dasar keputusan sekuensial sistem. Apabila terjadi kendala atau kegagalan sistem, maka pengguna dapat menekan tombol emergency untuk menghentikan kerja mesin dan melakukan tindakan yang diperlukan sesuai kegagalan yang muncul (Cooke, 2024). Jika kendala sudah teratasi, pengguna, operator, atau teknisi dapat menekan tombol reset untuk mengembalikan sekuensial ke posisi awal yaitu menunggu penekanan tombol start. Jika proses pada mesin berjalan dengan baik, maka parameter-parameter produksi dan mesin dikirim dan dapat dimonitoring hingga target produksi tercapai. Apabila target sudah tercapai, maka data rekaman hasil produksi dapat diakuisisi dan digunakan oleh pengguna.

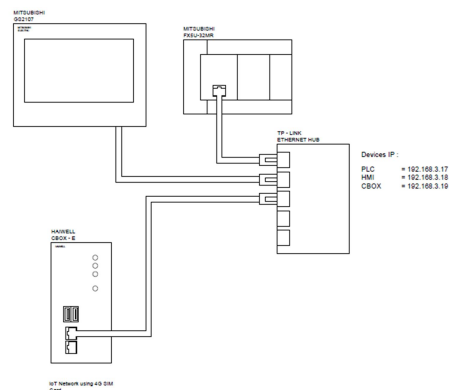


Gambar 5. Flowchart Sistem

HASIL DAN DISKUSI

Implementasi Hardware

Sistem komunikasi berbasis Ethernet diterapkan untuk mengintegrasikan PLC Mitsubishi FX5U-32MR, HMI Mitsubishi GS2107, dan Haiwell CBOX-E dalam satu jaringan industri. Setiap perangkat diberikan alamat IP unik, yaitu 192.168.3.17 untuk PLC, 192.168.3.18 untuk HMI, dan 192.168.3.19 untuk Haiwell CBOX-E, yang memungkinkan komunikasi data secara cepat dan stabil melalui TP-Link Ethernet Hub. Komunikasi berbasis Ethernet meningkatkan efisiensi pertukaran data dibandingkan komunikasi serial konvensional (Hamdani et al., 2022).



Gambar 6. Koneksi Tiga Perangkat Utama Sistem

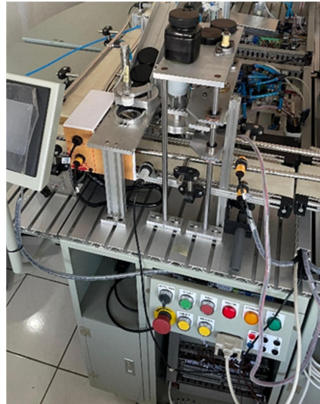
Suplai daya yang digunakan pada sistem ini terdiri dari suplai utama AC 220 Volt untuk menyuplai PLC dan konversi energi power supply DC 24 volt dan 12 volt. Tegangan 24 volt digunakan untuk menghidupkan Haiwell cBox-E, HMI, dan motor aktuator rotary cap assembly. Adapun tegangan 12 volt digunakan untuk menghidupkan dua buah motor konveyor (incoming dan assembly area) serta slide cap door. Konfigurasi input dan output PLC dilakukan dengan menghubungkan COM PLC pada input dan output ke terminal positif power supply 24 volt DC, sehingga konfigurasi yang digunakan adalah sinking input dan sourcing output. Tabel 2 menampilkan daftar input dan output serta pengalamatan terminal PLC yang terhubung pada masing-masing perangkatnya.

Tabel 1. Alamat Input dan Output PLC

c	INPUT		OUTPUT	
	Perangkat	Alamat	Perangkat	Alamat
1	Auto Switch	X00	Pilot Lamp Red	Y00
2	Manual Switch	X01	Pilot Lamp Yellow	Y01
3	Start Button	X02	Pilot Lamp Green	Y02
4	Stop Button	X03	Output – 1	Y03
5	Emergency Switch	X04	Slide Cap Door	Y04
6	Reset Button	X05	Motor Conveyor Incoming	Y05
7	Return Button	X06	Motor Tight Cap Assembly	Y06
8	Sensor BK 1	X07	Solenoid A+	Y07
9	Reed Switch A0	X08	Solenoid A-	Y10
10	Sensor Final Counting	X09	Solenoid B+	Y11
11	Reed Switch A1	X10	Solenoid B-	Y12
12	Reed Switch B0	X11	Solenoid C+	Y13
13	Sensor BK 2	X12	Solenoid D+	Y14
14	Cap Limit Sensor	X13	Solenoid E+	Y15
15	Reed Switch B1	X14		
16	Sensor BK 3	X15		

Pengguna bisa memilih mode auto atau manual menggunakan rotary switch, mode manual dimaksudkan untuk menjalankan sistem dengan tombol untuk memindahkan sekuensial dan biasanya digunakan untuk analisa kesalahan mesin, pada penelitian ini hanya menggunakan mode auto sebagaimana yang dilakukan pada mesin-mesin produksi. Reed switch berfungsi untuk mendeteksi posisi silinder pneumatik apakah berada pada posisi maju atau mundur. Adapun sensor final counting adalah sensor proximity untuk menghitung jumlah botol yang

selesai diproduksi (dilakukan *capping assembly*) sebagai data acuan untuk pemenuhan target produksi.

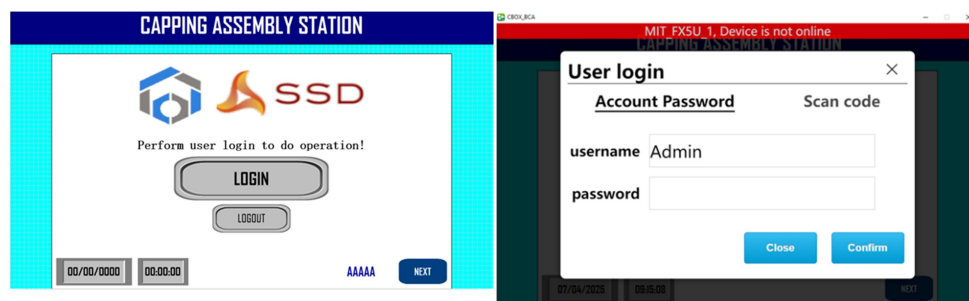


Gambar 7. Tampak Depan Stasiun Capping Assembly

Output sistem pada lingkup perangkat keras terdiri dari indikator dan aktuator. Indikator dibuat menggunakan pilot lamp yang terpasang pada bagian depan panel kendali bersamaan dengan tombol-tombol input untuk memudahkan operasi sistem. Pilot lamp berwarna hijau menyala ketika sistem sudah menjalankan sekuensial sejak ditekannya tombol start, pilot lamp berwarna kuning ketika sistem dalam kondisi *stand by* atau siap untuk memulai sekuensial (menunggu penekanan tombol start), adapun pilot lamp merah akan menyala ketika sistem dihentikan atau operator menekan tombol stop. Adapun aktuator terdiri dari motor sebagai penggerak konveyor dan mekanisme cap assembling dan silinder pneumatik yang digerakkan secara elektromekanis dengan pengiriman sinyal melalui solenoid untuk mengatur gerakan dan mekanisme dari aktuator yang ada di stasiun *capping assembly*.

Implementasi Software

Implementasi perangkat lunak meliputi pembuatan tampilan Haiwell Cloud SCADA sebagai implementasi teknologi IoT untuk monitoring stasiun produksi *bottle capping assembly* yang memungkinkan pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh.



Gambar 8. Home Screen dan Pop-up Login

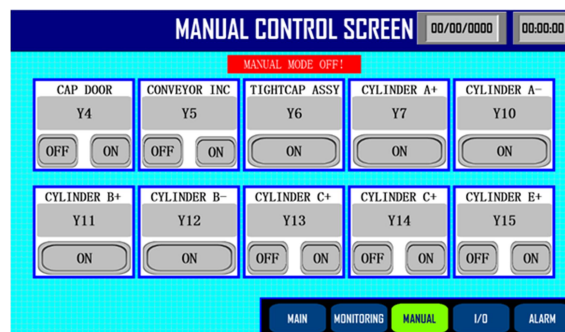
Otentikasi pengguna diperlukan untuk menghindari dan mengamankan dari pengguna yang tidak memiliki hak akses. Agar dapat mengakses halaman-halaman lainnya, pengguna perlu

untuk memasukkan username dan password yang sudah didaftarkan pada saat pembuatan software.



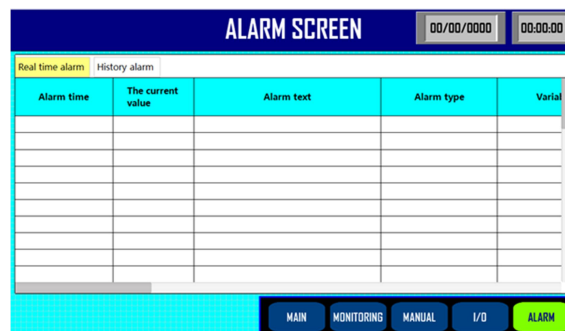
Gambar 9. Tampilan Monitoring Cycle Time dan Indikator I/O

Tampilan monitoring menampilkan indikator pada setiap titik proses *capping assembly* yang merepresentasikan posisi botol *real-time* dalam pemenuhan alur sekuensial produksi. Selain itu, terdapat data hasil waktu siklus produksi dan detail masing-masing prosesnya serta hasil hitungan botol yang berhasil dilakukan proses *capping*. Tampilan I/O juga dibuat untuk menampilkan keseluruhan alamat I/O PLC yang digunakan untuk memastikan semua perangkat berfungsi dan dapat membantu mendeteksi kerusakan di kemudian hari apabila diperlukan.



Gambar 10. Tampilan Kendali Manual

Tampilan tombol-tombol kendali manual melalui device SCADA untuk mengaktifkan aktuasi pergerakan aktuator-aktuator yang ada di stasiun produksi meliputi kendali ON-OFF manual untuk motor konveyor, motor cap assy, cap door, dan silinder pneumatik. Ini memungkinkan kendali jarak jauh jika diperlukan.



Gambar 11. Tampilan Pemantauan dan Pencatatan Alarm

Pemrograman alarm dalam sistem SCADA menjadi krusial karena sistem akan langsung memicu peringatan visual begitu terdeteksi adanya anomali, seperti kegagalan mesin atau deviasi parameter produksi (Akbar & Stefanie, 2023; Wanto, 2023). Selain memberikan respons cepat, data yang tercatat saat alarm aktif juga menjadi referensi penting dalam analisis penyebab gangguan, sehingga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya masalah serupa di kemudian hari (Wanto, 2023). Pada sistem yang dibuat, alarm akan muncul apabila tombol emergency ditekan, terdapat syarat running sistem yang belum terpenuhi, dan ketika target produksi berhasil tercapai.

Pengujian Fungsional Sistem IoT

Haiwell Cloud SCADA dapat diakses sistem monitoringnya pada perangkat desktop PC atau laptop menggunakan Haiwell Cloud SCADA Runtime dan pada perangkat android menggunakan aplikasi Haiwell Cloud. Sehingga, perlu dilakukan pengujian kompatibilitas berupa kesamaan fungsi antara kedua cara atau metode penggunaan monitoring untuk memastikan kenadalan dan fleksibilitas dari sistem yang dibuat. Tabel 6 berikut menampilkan hasil pengujian pada kedua metode tersebut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional Haiwell Cloud SCADA

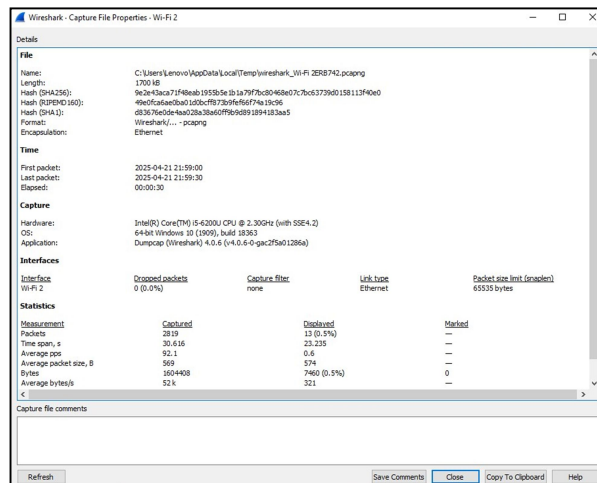
No.	Nama Tampilan Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Desktop	Android	Hasil Pengujian
1	Menu Utama	Tampil ketika pertama kali menjalankan program. Waktu dan tanggal sesuai. Tombol next hanya bisa ditekan jika sudah berhasil login.	✓	✓	Sesuai
2	Pop-Up Halaman Login	Muncul ketika tombol login pada menu utama ditekan. Menjalankan fungsi login dengan baik jika username dan password yang dimasukkan benar. Metode login dengan scan QR code berhasil.	✓	✓	Sesuai
3	Halaman Monitoring	Menampilkan data hitungan jumlah botol yang datang, jumlah output yang berhasil diselesaikan pada setiap tahap hingga proses akhir, indikator ON-OFF input dan output yang ada di plant, cycle time produksi, dan hitungan output produksi sesuai atau sinkron dengan HMI.	✓	✓	Sesuai
4	Halaman Kendali Manual	Berhasil mengaktifkan aktuasi pergerakan aktuator-aktuator yang ada di stasiun produksi meliputi kendali ON-OFF manual untuk motor konveyor, motor cap assy, cap door, dan silinder pneumatik setelah tombol	✓	✓	Sesuai

No.	Nama Tampilan Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Desktop	Android	Hasil Pengujian
		ditekan.			
5	Halaman Indikator ON-OFF Input dan Output	Menampilkan status ON-OFF dari perangkat-perangkat input dan output dari plant sesuai dengan indikator pada I/O PLC.	✓	✓	Sesuai
6	Halaman Alarm	Menampilkan <i>logging</i> atau pencatatan <i>real-time</i> dari status emergency, pemberhentian, atau gangguan yang memicu nyalanya alarm. Semua <i>data logging</i> tersimpan pada halaman riwayat (<i>history</i>).	✓	✓	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian 6 halaman SCADA, desain tampilan yang dibuat dapat 100% berfungsi dengan baik dan sama pada kedua platform. Sehingga, dapat dikatakan bahwa penggunaan Haiwell Cloud SCADA Memang sudah kompatibel untuk penggunaan berbasis Web yang tentunya dapat diakses pada perangkat desktop untuk tampilan yang lebih besar dan juga App Android untuk kemudahan mobilisasi perangkat handphone yang digunakan.

Pengujian Kualitas Transmisi Data

Pengujian dilakukan pada pengiriman data yang dilakukan dengan penggunaan sistem protokol komunikasi Haiwell Cloud dari perangkat cBox-E secara nirkabel menggunakan jaringan kartu SIM 4G Telkomsel dan diterima dengan kondisi jaringan internet laptop menggunakan WiFi dan hanya mengakses web monitoring Haiwell Cloud SCADA. Throughput yang dihasilkan sekitar 419 kbps pada kondisi laptop terhubung dengan penambatan hotspot handphone.



Gambar 12. Hasil Perekamannya Packet Menggunakan Wireshark

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat 13 data yang tidak berhasil diterima atau loss dari 2819 packet yang terkirim kemudian diperoleh hasil dari perhitungan data perekaman packet bahwa total delay adalah 30,61 detik dan total jitter adalah 0,32 detik. Data-data tersebut dapat dihitung untuk mendapatkan nilai pada 3 parameter QoS dan dapat dikategorikan berdasarkan standar TIPHON yaitu untuk packet loss yang hanya 0.46% dikategorikan sangat bagus karena masih kurang dari 2%, lalu untuk delay yang bernilai 10,86 mili detik dikategorikan sangat bagus karena di bawah 150 mili detik, dan untuk jitter dengan nilai 0,1135 mili detik juga dikategorikan sangat bagus karena di mendekati 0 (nol) mili detik.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomatisasi pada Stasiun *Capping Assembly* dengan integrasi PLC Mitsubishi FX5U-32MR/ES dan Haiwell Cloud Box (cBOX-E) untuk mendukung konektivitas IoT. Hasil pengujian fungsional terhadap 6 halaman SCADA Cloud menunjukkan seluruh komponen sistem berjalan optimal (100% keberhasilan). Uji kompatibilitas pada dua platform yaitu web desktop dan android juga membuktikan semua fitur berfungsi sempurna tanpa perbedaan performa. Adapun kualitas transmisi data menggunakan jaringan 4G yang diuji dinilai sangat baik berdasarkan evaluasi parameter QoS. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi IoT menggunakan Haiwell Cloud SCADA meningkatkan fleksibilitas pemantauan produksi secara real-time, sekaligus menjadi ide praktis dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas industri manufaktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S. G., Hashmat, F., & Shah, G. A. (2021). A Multi-Layer Industrial-IoT Attack Taxonomy: Layers, Dimensions, Techniques and Application. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-167812/v1>
- Akbar, A. A., & Stefanie, A. (2023). Implementasi Human Machine Interface Untuk Panel Motor Control Center Di Pt. Solusi Indosistem Otomat. *Emitor Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 78–86. <https://doi.org/10.23917/emitor.v1i1.21095>
- Aliansyah, A. N., Djohar, A., Mulyawati, N. Z. D. L., & Alam, W. O. S. N. (2022). Simulasi Sistem Monitoring Tangki Pendam Yang Terintegrasi Dengan Mesin Dispenser SPBU Berbasis PLC. *Jurnal Fokus Elektroda Energi Listrik Telekomunikasi Komputer Elektronika Dan Kendali*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.33772/jfe.v7i1.23735>
- Bhanwrela, L., Managre, J., Purohit, N., & Gupta, N. (2024). To Integrate and Optimize the Use of Programmable Logic Controller in Development of Horizontal Flow Wrap Packaging Machinery for Industry Needs. 1(4), 158–165. <https://doi.org/10.61552/jsi.2024.04.004>
- Cooke, N. J. (2024). Expanding Human Response to Automation Failures to Sociotechnical Systems. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 18(4), 360–364. <https://doi.org/10.1177/15553434241229124>
- Crăciun, R.-A., Pietraru, R. N., & Moisescu, M. A. (2024). Internet of Things Platform Benchmark: An Artificial Intelligence Assessment. 69(1), 97–102. <https://doi.org/10.59277/rst-ee.2024.1.17>
- Dinata, S., Ayob, A. F. M., Albani, A., Abdurahman, A., Huda, N., Kurniawan, R., & Rozak, O. A. (2024). Real-Time Analysis of Inverter Performance via SCADA Haiwell Online Monitoring. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 37(1), 99–114. <https://doi.org/10.37934/araset.37.1.99114>
- Enrique, D. V., Marcon, É., Charrua-Santos, F., & Frank, A. G. (2022). Industry 4.0 Enabling Manufacturing Flexibility: Technology Contributions to Individual Resource and Shop Floor

- Flexibility*. Journal of Manufacturing Technology Management, 33(5), 853–875. <https://doi.org/10.1108/jmtm-08-2021-0312>
- Farquharson, N., Mageto, J., & Makan, H. (2021). *Effect of Internet of Things on Road Freight Industry*. Journal of Transport and Supply Chain Management, 15. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v15i0.581>
- Fatima, Z., Tanveer, M. H., Waseemullah, W., Zardari, S., Naz, L. F., Khadim, H., Ahmed, N., & Tahir, M. (2022). *Production Plant and Warehouse Automation With IoT and Industry 5.0*. Applied Sciences, 12(4), 2053. <https://doi.org/10.3390/app12042053>
- Haiwell. (n.d.). Haiwell CBOX User Manual. <https://haiwell.com>
- Hamdani, C. N., Nugraha, W. A., & Triyanto, R. H. (2022). *Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Proses Berbasis Internet of Things*. Jurnal Unitek, 15(1), 32–40. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.332>
- Malik, P. K., Sharma, R., Singh, R., Gehlot, A., Satapathy, S. C., Alnumay, W. S., Pelusi, D., Ghosh, U., & Nayak, J. (2021). *Industrial Internet of Things and its Applications in Industry 4.0: State of The Art*. Computer Communications, 166, 125–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.11.016>
- Mazhar, T., Irfan, H. M., Haq, I., Ullah, I., Ashraf, M., Shloul, T. Al, Ghadi, Y. Y., Imran, I., & Elkamchouchi, D. H. (2023). *Analysis of Challenges and Solutions of IoT in Smart Grids Using AI and Machine Learning Techniques: A Review*. Electronics, 12(1), 242. <https://doi.org/10.3390/electronics12010242>
- Moghaddassian, M., Shafaghi, S., Habibi, P., & Leon-Garcia, A. (2023). *Phoenix: Transformative Reconfigurability for Edge IoT Devices in Small-Scale IoT Systems*. Ieee Access, 11, 137821–137836. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3339154>
- Pacaux-Lemoine, M., Sallak, M., Sacile, R., Flemisch, F., & Leitão, P. (2022). *Introduction to the Special Section Humans and Industry 4.0*. Cognition Technology & Work, 24(1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s10111-022-00696-1>
- Purba, V. C. S., Lalujan, V., & Phangnesia, C. (2024). *An Implementation of Internet of Things for Digitalization of Kanban Production System*. Jurnal Sistem Cerdas, 7(1), 87–97. <https://doi.org/10.37396/jsc.v7i1.383>
- Samaranayake, P., Laosirihongthong, T., Adebajo, D., & Boon-itt, S. (2022). *Prioritising Enabling Factors of Internet of Things (IoT) Adoption in Digital Supply Chain*. International Journal of Productivity and Performance Management, 72(10), 3095–3118. <https://doi.org/10.1108/ijppm-12-2021-0698>
- Soetedjo, A., Abdilah, M. R., & Limpraptono, F. Y. (2024). *Implementation of Wastewater Monitoring System using Low-Cost Water Sensor and IoT-based SCADA*. 5(2).
- Sulistiawan, H., Astutik, R. P., & Ristanto, Y. (2023). *Based on Outseal Studio and Haiwell Cloud Scada to Check Parking System Availability using Arduino Nano on The Miniature Parking Lot*. 5(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.30595/jrre.v5i2.19647>
- Wanto, R. (2023). *Sistem SCADA Implementasi Sistem SCADA Untuk Proses Koagulasi Pada Instalasi Pengolahan Air Berbasis PLC Schneider M221 Dan HMI Weintek*. Telekomtran Jurnal Ilmiah Telekomunikasi Kendali Dan Elektronika Terapan, 11(1), 74–83. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v11i1.10658>
- Zeng, Q., Pan, Z., Zhang, Q., Han, T., Zheng, W., Li, J., Zhang, Z., Feng, W., Li, Z., Ma, L., Liu, K., Yuan, X., & Xing, S. (2024). *CSR Evolution: New Opportunities and Challenges for IoT in Advancing ESG Practices*. International Journal of Frontiers in Engineering Technology, 6(3). <https://doi.org/10.25236/ijfet.2024.060301>