

**INTEGRASI DUA PLC BERBEDA (CTRLX AUTOMATION  
DAN OMRON CP1L) DALAM SISTEM SCADA BERBASIS  
IOT UNTUK ALAT BANTU PEMBELAJARAN**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Fikri Ihsan

220441032



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:  
Integrasi Dua PLC Berbeda (CtrlX Automation dan Omron CP1L) Dalam Sistem  
SCADA Berbasis IOT Untuk Alat Bantu Pembelajaran

Oleh:

Fikri Ihsan

220441032

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 7 Agustus 2024

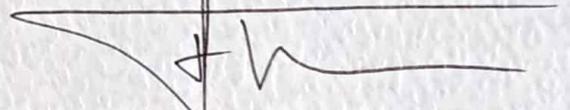
Disetujui,

Pembimbing I,



Ridwan, S.S.T., M.Eng.  
NIP 1978061220011210

Pembimbing II,



Gun Gun Maulana, S.Pd., MT.  
NIP 198204272014041001

Disahkan,

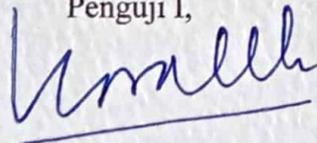
Penguji II,



Faisal Abdulrahman  
Budikasih S.Tr., M.Sc.Eng

NRP 223411001

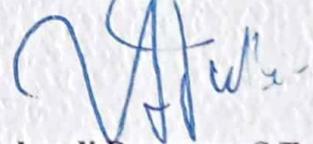
Penguji I,



Dr. Noval Lilansa,  
Dipl.Ing (FH)., M.T.

NIP 197111231995121001

Penguji III,



Wahyudi Purnomo, S.T.,  
M.T.

NIP 197001061995121002

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fikri Ihsan  
NIM : 220441032  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Integrasi Dua PLC Berbeda (CtrlX Automation dan Omron CP1L) Dalam Sistem SCADA Berbasis IOT Untuk Alat Bantu Pembelajaran

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 08 – 08 – 2024  
Yang Menyatakan,

(Fikri Ihsan)  
NIM 220441032

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fikri Ihsan  
NIM : 220441032  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Integrasi Dua PLC Berbeda (CtrlX Automation dan Omron CP1L) Dalam Sistem SCADA Berbasis IOT Untuk Alat Bantu Pembelajaran

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 08 – 08 – 2024  
Yang Menyatakan,

(Fikri Ihsan)  
NIM 220441032

## ABSTRAK

Semakin kompleksnya penerapan teknologi otomasi industri saat ini, membuat industri harus melakukan *upgrade* pada sistem yang sudah ada, seperti SCADA berbasis IoT yang dapat melakukan proses monitoring produksi dari mana saja secara *real-time*. Namun, untuk melakukannya, diperlukan sebuah sistem yang tidak memengaruhi atau menghentikan proses produksi serta tanpa melakukan pergantian pada sistem yang sudah ada saat proses *upgrade* sistem. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat menyesuaikan dengan sistem yang sudah ada. Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem SCADA berbasis IoT pada sebuah *plant* yang sudah ada dengan melakukan integrasi sistem pada ctrlX Automation untuk mengatasi permasalahan tersebut. Implementasi dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama melakukan integrasi *plant* yang dikontrol oleh PLC Omron CP1L dengan ctrlX Automation. Tahap kedua, membuat tag untuk sistem SCADA yang dilakukan menggunakan *tool* yang dipasang pada ctrlX Automation. Tahap ketiga, pembuatan *user interface*. Tahap keempat, proses komunikasi *remote acces* untuk sistem IoT menggunakan *tool* OpenVPN Cloud. Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi antara PLC Omron CP1L dengan ctrlX Automation berhasil dilakukan dengan persentase pengambilan tag dari PLC Omron CP1L sebesar 100% dan data sudah dapat divisualisasikan. *User Interface* dapat diakses dan dapat dilakukan *remote access* pada jaringan dan tempat yang berbeda dengan menggunakan *tool* OpenVPN Cloud. Dalam pengujian, didapatkan rata-rata *delay* transfer data *write-read* dengan satu *address/tag* saat melakukan *remote access* sebesar 61,3ms dan saat menggunakan pengujian *write-read* untuk tiga *address* sekaligus didapat rata-rata 78,1ms. Berdasarkan hasil tersebut, proses transfer data menggunakan ctrlX Automation yang diintegrasikan dengan PLC Omron CP1L dapat dikategorikan sangat bagus. Kemudian, hasil evaluasi penggunaan sistem integrasi oleh pengguna (mahasiswa) sebagai alat bantu ajar berada pada kategori sangat baik dengan rata-rata nilai 4,91 dari nilai maksimal 5 berdasarkan penggunaan skala Likert. Sehingga penerapan media pembelajaran integrasi dua PLC berbeda merek dalam sistem SCADA berbasis IoT di lingkungan Jurusan Automation Engineering Polman Bandung dapat diterapkan secara efektif dan efisien

Kata kunci: CtrlX Automation, *Internet of Things*, *MPS Processing Station*, *Node-RED*, PLC, *Remote Monitoring*, SCADA

## **ABSTRACT**

*The increasingly complex application of industrial automation technology today requires the industry to upgrade existing systems, such as IoT-based SCADA that can monitor production from anywhere in real-time. However, to do so, a system is needed that does not affect or stop the production process and without replacing the existing system during the system upgrade process. Therefore, a system that can adapt to the existing system is needed. This research aims to implement an IoT-based SCADA system in an existing plant by integrating the system with ctrlX Automation to overcome these problems. Implementation is done in several stages. The first stage integrates the plant controlled by Omron CPIL PLC with ctrlX Automation. The second stage, creating tags for the SCADA system is done using tools installed on ctrlX Automation. The fourth stage, the remote access communication process for the IoT system using the OpenVPN Cloud tool. The test results show that the integration between the Omron CPIL PLC and ctrlX Automation is successful with a percentage of tag retrieval from the Omron CPIL PLC of 100% and the data can be visualized. The User Interface can be accessed and remote access can be done on different networks and places using the OpenVPN Cloud tool. In testing, the average write-read data transfer delay with one address/tag when doing remote access is 61.3ms and when using write-read testing for three addresses at once an average of 78.1ms is obtained. Based on these results, the data transfer process using ctrlX Automation integrated with the Omron CPIL PLC can be categorized as very good. Then, the results of the evaluation of the use of the integration system by users (students) as a teaching aid are in the excellent category with an average score of 4.91 from a maximum score of 5 based on the use of a Likert scale. So that the application of learning media integration of two different PLC brands in an IoT-based SCADA system in the environment of the Polman Bandung Automation Engineering Department can be applied effectively and efficiently.*

*Keywords: CtrlX Automation, Internet of Things, MPS Processing Station, Node-RED, PLC, Remote Monitoring, SCADA*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Saat ini, teknologi otomasi industri terus berkembang. Bidang otomasi industri yang sebelumnya setiap sistem berdiri sendiri dituntut untuk berubah menjadi setiap sistem yang harus terintegrasi [1]. Mayoritas sistem yang ada di industri dikontrol dengan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Satu sistem/mesin akan menggunakan satu PLC. Untuk menunjang proses produksi, dibutuhkan beberapa mesin yang dikontrol menggunakan beberapa PLC. Akan tetapi, industri sudah terlanjur menggunakan beragam merek atau brand PLC. Terdapat kesulitan dalam melakukan komunikasi antara PLC yang berbeda merek tersebut. Hal ini dikarenakan masing-masing brand memiliki kapasitas pemrograman, sistem komunikasi, pengontrolan, dan pengawasan yang berbeda [2], serta biayanya lebih mahal dalam pergantian dan pengembangan [3]. Kemudian, untuk melakukan *upgrade* pada sistem yang digunakan, diperlukan sebuah sistem yang tidak memengaruhi atau menghentikan proses produksi serta tanpa melakukan pergantian pada sistem yang sudah ada saat proses *upgrade* sistem. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat menyesuaikan dengan sistem yang sudah ada.

Ketika lokasi antar plant berjauhan dengan lokasi pengendalian dan pemantauan, dibutuhkan sistem yang bisa menyimpan data-data dari tiap plant dalam bentuk *database* berbasis internet yang dapat membantu membantu meningkatkan mobilitas pada user untuk memperoleh data-data pada plant [1]. Penggunaan transfer data berbasis wireless sewaktu-waktu dapat menimbulkan sebuah masalah koneksi saat dilakukan transfer data yang diperlukan dari sistem yang menggunakan lebih dari satu PLC yang berbeda brand [2]. Oleh karena itu, sistem integrasi antar PLC berbeda *brand* menjadi sangat penting karena akan memberikan banyak manfaat pada perusahaan yang akan mengganti atau menggunakan PLC berbeda brand tanpa merubah sistem kontrol yang sudah ada karena biayanya lebih mahal dalam pergantian dan pengembangan [3]. Apabila

PLC telah terintegrasi, pertukaran data ke *database* menggunakan SCADA berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terhubung melalui jaringan internet dan langsung terhubung ke *cloud* sangat memungkinkan. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi yang tinggi [4] dalam penyimpanan data, baik dalam segi skalabilitas waktu, biaya, dll [5]. Hal ini sejalan dengan perkembangan arsitektur SCADA yang saat ini berada pada generasi keempat, yaitu SCADA berbasis IoT [6], [7]. Konsep dari penerapan sistem SCADA berbasis IoT menggabungkan antara konsep SCADA yang awalnya hanya bisa diakses dengan server lokal. Kemudian, digabungkan dengan konsep IoT yang bisa melakukan transfer data ke server *database* melalui *cloud*.

Berdasarkan perkembangan teknologi otomasi industri ini, bidang pendidikan dituntut untuk menyesuaikan pelaksanaan proses belajar mengajar, salah satunya dengan penggunaan media pendukung pembelajaran atau *teaching aid* [8] agar mahasiswa dapat menyesuaikan dengan perkembangan teknologi yang ada saat lulus nantinya. Hal ini dikarenakan pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang menerapkan model pembelajaran 3M (*Read, Watch, Practice*) meningkatkan kecepatan penyerapan informasi dibandingkan dengan pembelajaran teori sederhana [9].

Banyak penelitian yang sudah dilakukan mengenai sistem SCADA dengan kontroler utama PLC dan berbasis IoT. Hal ini dikarenakan PLC tidak dapat langsung terhubung atau diterapkan pada sistem IoT yang harus terkoneksi dengan internet untuk melakukan transfer data [10]. Pada penelitian-penelitian tersebut, digunakan device tambahan sebagai perantara antara SCADA dari PLC agar terhubung dengan server IoT. Pada [6], [11], menggunakan Raspberry PI sebagai device tambahan, pada [10] menggunakan ESP8266 sebagai device tambahan, dan masih banyak yang penelitian-penelitian lain yang sudah dilakukan.

Kemudian, saat ini juga telah banyak modul-modul pembelajaran untuk integrasi sistem pada miniatur mesin industri. Diantaranya dari *brand* lokal dari Puduk Scientific yang memproduksi *Advanced Industrial Automation Trainer* [12]. Selanjutnya, *brand* SMC dari Jepang yang memproduksi *Smart Innovative Factory Trainer* [13]. Kemudian, terdapat juga *Smart Factory Trainer for Industry 4.0* dari *brand* Intelitek dari Amerika Serikat untuk media pembelajaran pengembangan ke

*Smart Factory* [14]. Akan tetapi, semua *trainer* yang disebutkan di atas pastinya butuh biaya yang mahal dan penerapannya menggunakan satu jenis *brand* PLC untuk beberapa *station* untuk proses pengembangan. Sehingga protokol komunikasi yang digunakan hanya terfokus untuk *brand* yang digunakan. *Trainer* dengan tipe tersebut juga sudah ada pada Laboratorium MES dan ERP Jurusan AE. Oleh karena itu, dengan penggunaan *trainer-trainer* tersebut belum bisa menjadi solusi apabila terdapat masalah perbedaan *brand* PLC dan perbedaan protokol komunikasi yang sudah terlanjur terpasang pada mesin-mesin industri. Oleh karena itu, diperlukan sebuah media atau alat bantu pembelajaran yang bisa mengatasi masalah perbedaan *brand* PLC tersebut dengan menggunakan protokol-protokol komunikasi yang luas dan bisa melakukan integrasi dengan PLC yang ada (*existing*) tanpa mengubah sistem yang sudah ada. Serta dapat juga dikembangkan ke konsep *Smart Factory* yang sudah berbasis IIOT.

Seiring dengan perkembangan teknologi otomasi industri tersebut, arsitektur PLC juga terus berkembang. Saat ini, arsitektur PLC sudah ada yang dilengkapi koneksi dengan modem sehingga dapat langsung menerima koneksi internet. Hal ini dapat mendukung tugas-tugas penting yang membutuhkan atau menggunakan komunikasi secara wireless [15] dan sudah bisa memenuhi kebutuhan untuk membangun sistem IoT. Salah satu *brand* PLC yang telah mengembangkan PLC dan telah dilengkapi juga dengan berbagai kebutuhan untuk pengembangan sistem IoT bawaan serta dengan protokol komunikasi yang luas (terdapat kompatibilitas untuk penggunaan beragam protokol komunikasi), yaitu *ctrlX Automation* dari *brand* Bosch Rexroth [16]. Sehingga, kelebihan dari *ctrlX Automation* dapat dimanfaatkan dengan baik, yaitu penggunaan sebagai PLC konvensional dan *gateway* untuk *upgrade* ke sistem IoT tanpa tambahan *device* lainnya. Oleh karena itu, dengan penggunaan *ctrlX* sebagai media pembelajaran dapat dikembangkan untuk integrasi sistem dan pengembangan media pembelajaran SCADA berbasis IoT. Oleh karena itu, penelitian terhadap perkembangan ini perlu dilakukan agar selanjutnya dapat diimplementasikan juga di lingkungan industri dan khususnya di lingkungan Jurusan *Automation Engineering* Polman Bandung. Melalui penelitian ini, diharapkan menjadi awal implementasi sistem ini dan kedepannya semua mesin atau *station* yang terdapat pada Laboratorium Jurusan *Automation Engineering*

Polman Bandung dapat diimplementasikan agar media pembelajaran yang ada dapat menyesuaikan dengan situasi perkembangan teknologi otomasi industri saat ini.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, berikut rumusan masalah yang dapat diidentifikasi dalam beberapa pernyataan berikut.

1. Bagaimana penggunaan protokol komunikasi untuk integrasi *ctrlX Automation* dengan PLC Omron?
2. Bagaimana performa integrasi PLC Omron CP1L dan *ctrlX Automation* yang diimplementasikan pada sistem SCADA berbasis IoT dalam hal kecepatan komunikasi dan keandalan?
3. Bagaimana penerapan media pembelajaran integrasi dua PLC berbeda merek dalam sistem SCADA berbasis IoT di lingkungan Jurusan *Automation Engineering* Polman Bandung dapat diterapkan secara efektif dan efisien?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Menggunakan *MPS Processing Station* yang dikontrol dengan menggunakan *PLC Omron CP1L* sebagai objek implementasi dan menggunakan *ctrlX Automation teaching aid* sebagai tambahan.
2. Sistem difungsikan sebagai sistem yang di-integrasikan. *ctrlX Automation* difungsikan untuk mengontrol I/O pada *teaching aid* dan *gateway* untuk menghubungkan ke sistem IoT.
3. *Node-Red* sebagai *gateway* sistem IoT dan *dashboard* visualisasi data serta *InfluxDB* sebagai *database* sistem.
4. Berfokus pada percobaan pada integrasi PLC Omron dan *ctrlX Automation* yang dikomunikasikan ke sistem IoT.

## **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari pembuatan penelitian ini sebagai berikut.

1. Melakukan percobaan protokol komunikasi yang bisa digunakan untuk integrasi *ctrlX Automation* dengan PLC Omron.
2. Mengetahui performa integrasi PLC Omron CP1L dan *ctrlX Automation* yang diimplementasikan pada sistem SCADA berbasis IoT dalam hal kecepatan komunikasi dan keandalan.
3. Melakukan penerapan media pembelajaran integrasi dua PLC berbeda merek dalam sistem SCADA berbasis IoT di lingkungan Jurusan *Automation Engineering* Polman Bandung secara efektif dan efisien.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Implementasi SCADA berbasis IoT dengan menggunakan *ctrlX Automation* dan terintegrasi dengan *MPS Processing Station* yang dikontrol dengan PLC Omron CP1L.
2. Sebagai langkah awal implementasi SCADA berbasis IoT dengan menggunakan PLC yang sudah *requirement* dengan sistem IoT untuk integrasi *station/plant* yang ada di laboratorium sebagai bentuk adaptasi dengan perkembangan teknologi otomasi industri saat ini di lingkungan Polman Bandung, terkhususnya di Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika.
3. Memudahkan dalam proses akuisisi dan komunikasi data.
4. Memudahkan pemantauan *station* secara keseluruhan dengan sistem IoT.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil yang di dapat, dan pembahasan atau analisa dari hasil yang di dapat.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari hasil yang di dapat.