

Implementasi ctrlX untuk Sistem Monitoring Proses *Filling* Station Berbasis IoT

Tugas Akhir

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

Oleh

Siti Rodiah

220441046



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Implementasi ctrlX untuk Sistem Monitoring Proses *Filling* Station Berbasis IoT

Oleh:

Siti Rodiah

220441046

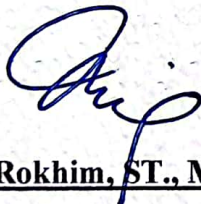
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 24 Juli 2024

Disetujui,

Pembimbing I



Ismail Rokhim, ST., MT.

NIP 197002161993031001

Pembimbing II,

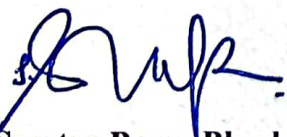


Abyanuddin Salam, S.ST., M.Eng.

NIP 198910042010121007

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Susetyo Bagas Bhaskoro,
S.ST., M.T.

NIP 198706222015041002

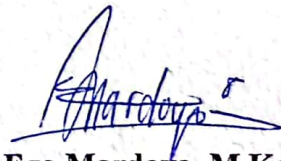
Penguji II,



Sandy Bhawana Mulia, S.Pd.,
M.T.

NIP 198611052019031009

Penguji III,



Ega Mardoyo, M.Kom.
NIP 198612032009121006

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Siti Rodiah
NIM : 220441046
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi ctrlX untuk Sistem Monitoring
Proses *Filling Station* Berbasis IoT

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 : 24 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,

(Siti Rodiah)

NIM 220441046

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Siti Rodiah
NIM : 220441046
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi ctrlX untuk Sistem Monitoring
Proses *Filling Station* Berbasis IoT

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 Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 24 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,

(Siti Rodiah)

NIM 220441046

ABSTRAK

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang dapat mengefektifkan proses produksi melalui pengumpulan dan pertukaran data antar perangkat yang terhubung ke internet. Tantangan utama IoT adalah mengirim data secara *real-time* sebelum data tersebut diproses dan divisualisasikan, yang memungkinkan pengambilan keputusan cepat, meningkatkan pendapatan, produktivitas, dan efisiensi. Implementasi *Manufacturing Execution System* (MES) mengintegrasikan sistem ERP dengan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) untuk operasi, pemantauan, dan pelaporan *real-time* di lantai pabrik. MES mengelola data produksi yang tersimpan dalam basis data sistem, memfasilitasi interpretasi pengambilan keputusan yang efisien dan responsif. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan implementasi ctrlX yang merupakan produk inovasi dari Bosch Rexroth pada *filling station* dengan mendukung integrasi otomatisasi, teknologi informasi, dan IoT dalam membuat sistem monitoring pengisian botol. Sistem ini juga menambahkan sensor load cell melalui Arduino UNO untuk informasi massa botol yang terisi material. Hasil dari penelitian yang dilakukan sistem sudah dapat mengontrol dan memantau melalui dasbor Node-RED yang kemudian menggunakan influxDB sebagai penyimpanan basis data. Berhasil mengintegrasikan ctrlX PLC dan perangkat I/O pada *filling station* serta dapat diakses melalui jaringan internet yang berbeda menggunakan OpenVPN. Hasil pengujian rata-rata *delay* transfer data pada pembacaan output menggunakan akses ctrlX adalah 478,23 milidetik sedangkan pada saat mengakses ctrlX menggunakan OpenVPN adalah 564,07 milidetik.

Kata kunci: Bosch Rexroth, InfluxDB, Load cell, Node-RED, OpenVPN

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a technology that can streamline the production process through the collection and exchange of data between internet-connected devices. The main challenge of IoT is to send data in real-time before it is processed and visualized, which enables quick decision-making, increasing revenue, productivity, and efficiency. The Manufacturing Execution System (MES) implementation integrates ERP systems with Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) for real-time operations, monitoring, and reporting on the factory floor. MES manages production data stored in the system database, facilitating efficient and responsive interpretation of decision-making. Therefore, this research implements ctrlX which is an innovative product from Bosch Rexroth in the filling station by supporting the integration of automation, information technology, and IoT in creating a bottle filling monitoring system. This system also adds a load cell sensor through Arduino UNO for information on the mass of the bottle filled with material. The results of the research conducted by the system can control and monitor through the Node-RED dashboard which then uses InfluxDB as a database storage. Successfully integrating PLC ctrlX and I/O devices on the filling station and can be accessed through different internet networks using OpenVPN. The average test result of data transfer delay on output reading using ctrlX access is 478.23 milliseconds while when accessing ctrlX using OpenVPN is 564.07 milliseconds.

Keywords: Bosch Rexroth, InfluxDB, Load cell, Node-RED, OpenVPN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi yang dapat mengefektifkan proses produksi dalam perkembangan teknologi saat ini [1]. IoT bertujuan untuk mengumpulkan dan bertukar data yang mengacu pada konektivitas antarperangkat yang terhubung ke internet [2]. Mengirim data secara *real-time* sebelum data tersebut diproses dan divisualisasikan menjadi salah satu tantangan dalam *Internet of Things* [3]. Hal ini karena proses pengiriman data secara *real-time* menjadi krusial karena memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat, sehingga dapat meningkatkan pendapatan, produktivitas, dan efisiensi [3]. Disisi lain, operasi pelaksanaan, pemantauan, dan pelaporan operasional secara *real-time* di lantai pabrik dapat dijalankan dengan implementasi MES yang memiliki fungsi sebagai penghubung antara sistem ERP dengan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) [4]. MES berperan dalam mengelola data produksi yang terkumpul dan tersimpan dalam basis data sistem, menghasilkan data yang memberikan gambaran tentang status produk dan proses sehingga memfasilitasi interpretasi pengambilan keputusan yang lebih efisien dan responsif, serta menyediakan lingkungan terintegrasi untuk pertukaran informasi secara *real-time*. [4].

Proses pengumpulan data dari sebuah sistem disebut monitoring [5]. Pada penelitian ini sistem monitoring dibuat untuk melakukan kontrol, pemantauan dan pengumpulan data pada *filling station* [6] di jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika yang merupakan modul edukasi untuk proses pengisian botol otomatis. Penelitian sebelumnya dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Pada *Filling Station* Berbasis IoT” [1] menunjukkan pembuatan sistem IoT yang mampu mengefektifkan waktu pemantauan dan pengontrolan stasiun kerja. Namun penelitian tersebut masih memerlukan pengembangan lebih lanjut diantaranya adalah menggunakan platform yang lebih menarik dalam desain yang mudah diintegrasikan dengan perangkat keras dan memasukkan semua indikator untuk monitoring input output stasiun. Maka sistem yang akan diterapkan pada proses *filling station* ini memungkinkan pemantauan dan

pengumpulan data secara *real-time* serta mampu diakses dari jarak jauh. Hal ini dikarenakan pemantauan jarak jauh semakin diperlukan untuk sistem dalam mendukung kegiatan pemeliharaan, terutama bagi perusahaan manufaktur yang memiliki jadwal produksi tanpa henti [7]. Selain itu, sistem yang dibuat diharapkan mampu meningkatkan visualisasi data yang lebih baik karena proses visualisasi menjadi penting sehingga dapat menggambarkan data menjadi informasi yang mudah untuk dibaca dan dipahami [3]. Salah satu solusi dari permasalahan yang ada dapat dilakukan dengan implementasi ctrlX yang merupakan platform otomatisasi dari Bosch Rexroth.

Bosch Rexroth telah mengembangkan ctrlX dengan arsitektur inovatif yang mengintegrasikan otomatisasi, teknologi informasi, dan *Internet of Things* dalam sistem yang sepenuhnya terbuka [8]. Sistem ini menyediakan kapasitas komputasi yang mencukupi untuk semua fungsi otomatisasi, termasuk aplikasi PLC, kontrol gerak, CNC, robotika, serta integrasi logika dan sistem keamanan [8]. Oleh karena itu, mengimplementasikan ctrlX pada stasiun pengisian sebagai kendali PLC dan sistem monitoring berbasis IoT sangat penting dilakukan, dikarenakan keunggulan dari produk ctrlX yang membuat proses pengisian botol dapat diawasi dan dioptimalkan secara otomatis, mengurangi kesalahan manusia, melakukan pemantauan *real-time*, mendeteksi dini masalah atau gangguan sehingga bisa segera diatasi tanpa menghentikan produksi. Selain itu, pengumpulan data yang dilakukan dapat dianalisis yang membantu mengidentifikasi pola, mengoptimalkan operasi, dan meningkatkan efisiensi. Implementasi ini juga memastikan kualitas produk dengan memastikan setiap botol diisi dengan jumlah yang sesuai standar. Sistem berbasis IoT juga mudah diskalakan, memungkinkan penambahan kapasitas produksi tanpa perubahan besar pada infrastruktur. Integrasi dan interoperabilitas yang baik dengan sistem lain seperti MES dan ERP meningkatkan sinergi dan efisiensi operasional pabrik, serta memastikan kontinuitas operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan ctrlX [9] pada modul edukasi *filling station* di Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika yang sebelumnya menggunakan PLC Mitsubishi dan HMI sebagai antarmuka pengguna. Sistem terintegrasi IoT dalam menunjang MES untuk monitoring proses pengisian botol, melakukan pengumpulan data secara *real-time* dan dapat diakses secara jarak jauh.

Penelitian ini menambahkan sensor load cell untuk mengetahui informasi massa botol yang terisi material dikarenakan kondisi mesin saat ini tidak dapat mengetahui massa isian dari botol yang diisi. Dengan implementasi ctrlX pada *filling station* ini, sistem diharapkan dapat melakukan pemantauan yang efisien serta meningkatkan pengumpulan data secara *real-time* agar dapat menjadi bahan analisis keberlanjutan serta akses jarak jauh untuk meningkatkan monitoring dan pengelolaan sistem. Penggunaan ctrlX juga dapat melengkapi pada kebutuhan integrasi sistem yang fleksibel untuk dikembangkan dengan teknologi lain secara lebih luas kedepannya. Hal ini akan menyediakan platform pendukung untuk mahasiswa dalam melakukan penelitian lebih lanjut dan mengembangkan inovasi baru di bidang aplikasi IoT yang adaptif dengan skala perkembangan industri sehingga dapat diterapkan dalam konteks akademik yang mampu meningkatkan pengalaman pembelajaran bagi mahasiswa dengan menggunakan teknologi seperti ctrlX dan IoT.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mekanisme implementasi ctrlX pada *filling station*?
2. Bagaimana implementasi ctrlX dalam membuat sistem monitoring untuk proses *filling station*?
3. Bagaimana sistem IoT yang diterapkan pada proses monitoring *filling station* dengan menggunakan implementasi ctrlX?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Stasiun yang digunakan adalah modul edukasi *filling station* yang ada di jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Politeknik Manufaktur Bandung untuk pengisian botol dengan material isian padat berbentuk butiran.
2. Spesifikasi dari botol yang digunakan untuk proses pengisian menggunakan botol yang sudah tersedia pada *filling station*.
3. Penelitian yang dilakukan berfokus pada aspek teknis implementasi ctrlX untuk sistem monitoring proses *filling station*.

4. Fitur pada sistem informasi yang dibuat diantaranya informasi terkait kontrol dan monitoring proses produksi pengisian, informasi massa botol yang sudah diisi, sistem informasi OEE dalam menunjang data MES.
5. Pengujian yang dilakukan tidak mencakup pada keamanan jaringan dan data.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Implementasi ctrlX pada *filling station* berbasis IoT bertujuan untuk:

1. Menghasilkan mekanisme implementasi ctrlX yang mampu melakukan kontrol, pengumpulan data dan pemantauan secara *real-time* pada proses *filling station*.
2. Menghasilkan sistem monitoring pada proses *filling station*.
3. Menghasilkan sistem IoT (*Internet of Things*) untuk monitoring proses *filling station* dengan implementasi ctrlX.

Manfaat Penelitian:

1. Bagi Pendidikan

Menambah wawasan dan pembelajaran praktikum mahasiswa terkait implementasi ctrlX pada modul edukasi *filling station* yang mampu meningkatkan pengembangan inovasi baru dibidang aplikasi IoT dapat diterapkan dalam konteks akademik serta meningkatkan pengalaman pembelajaran bagi mahasiswa untuk dapat belajar secara langsung tentang adaptasi teknologi berskala industri, khususnya pada sistem pengisian botol.

2. Bagi Peneliti

Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan terkait implementasi ctrlX yang adaptif dengan perkembangan industri serta meningkatkan penelitian lebih lanjut dan mengembangkan inovasi baru dibidang aplikasi IoT pada pengisian botol yang dapat diterapkan di industri atau dalam konteks akademik.

3. Bagi Industri

Penelitian yang dibuat diharapkan mampu memberikan pengetahuan dari pengembangan teknologi dalam proses monitoring terutama pengisian botol agar mampu meningkatkan efisiensi produktifitas dan analisis data yang berpengaruh terhadap keputusan yang diambil dengan implementasi teknologi ctrlX.

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 dan pembahasan terkait TA yang dilakukan.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran dari pengerjaan TA yang sudah dilakukan.