

**Implementasi SCADA pada *Modular Production System* (MPS)
dengan Integrasi Multi Brand PLC menggunakan FINS UDP dan
Modbus TCP pada Node-RED**

Tugas Akhir

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

Oleh

Akhtar Muhammad Ardaneshwara

220441025



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Implementasi SCADA pada *Modular Production System* (MPS)
dengan Integrasi Multi Brand PLC menggunakan FINS UDP dan
Modbus TCP pada Node-RED**

Oleh:

Akhtar Muhammad Ardaneshwara

220441025

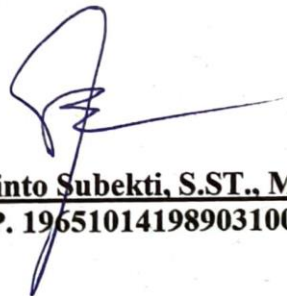
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 06 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Ruminto Subekti, S.ST., M.T.
NIP. 196510141989031002

Pembimbing II,



Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197506122005012005

Disahkan,

Penguji I,



**Dr. Aris Budiarto, S.T.,
M.T.**
NIP. 197012301995121001

Penguji II,



**Adhitya Sumardi
Sunarya, S.Si., M.Si.**
NIP. 198110052009121005

Penguji III,



**Danu Jaya Saputro, S.T.,
M.Sc.**
NRP. 224401001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Akhtar Muhammad Ardaneshwara
NIM	:	220441025
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Implementasi SCADA pada <i>Modular Production System</i> (MPS) dengan Integrasi Multi Brand PLC menggunakan FINS UDP dan Modbus TCP pada Node-RED

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 : 06 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

Akhtar Muhammad Ardaneshwara
NIM 220441025

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Akhtar Muhammad Ardaneshwara
NIM : 220441025
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi SCADA pada *Modular Production System* (MPS) dengan Integrasi Multi Brand PLC menggunakan FINS UDP dan Modbus TCP pada Node-RED

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 : 06 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

Akhtar Muhammad Ardaneshwara
NIM 220441025

MOTO PRIBADI

Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. (QS 94 : 5)

Tugas akhir ini saya dedikasikan untuk orang tua, adik, teman-teman, dan semua yang telah membantu saya menyelesaikannya. Terima kasih atas segala bantuan dan doa yang diberikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Implementasi SCADA pada *Modular Production System* (MPS) dengan Integrasi Multi Brand PLC menggunakan FINS UDP dan Modbus TCP pada Node-RED”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T, M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ruminto Subekti, S.ST., M.T., dan Ibu Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiarto, S.T., M.T., Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si., dan Bapak Danu Jaya Saputro, S.T., M.Sc..
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Leni Nurlaeni dan Totong Fardian yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya Alindya Rahma Ardaneshwara dan Bramantya Ahmad Wistara Ardaneshwara yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Untuk sahabat – sahabat penulis kelas 4AEB2 2020 yang telah memberikan bantuan dalam menjalani proses penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Meningkatnya populasi manusia dan urbanisasi pesat menyebabkan lonjakan kebutuhan produk manufaktur. Hal ini memerlukan sistem kontrol yang lebih kompleks dan terkoneksi digital. Otomasi industri, terutama penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC), menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Namun, integrasi berbagai merek PLC dalam satu sistem menghadapi tantangan karena perbedaan sistem, kendali, dan protokol komunikasi. *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) diimplementasikan untuk mengatasi masalah ini dengan menghubungkan perangkat pengendali ke perangkat lunak pengawasan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan SCADA berbasis Node-RED untuk memonitor dan mengontrol Modular Production System (MPS) dengan integrasi multi brand PLC. Integrasi pada multibrand diterapkan untuk mengimplementasikan dan menguji performa protokol FINS UDP dan Modbus TCP. Hasil pengujian menunjukkan FINS UDP memiliki delay lebih rendah (66,85 ms) dan throughput lebih tinggi (3706,2 bps) dibandingkan Modbus TCP, yang memiliki delay (348,05 ms) dan throughput (3353,25 bps).

Kata kunci: Integrasi PLC, *Modular Production System*, Node-RED, TCP, UDP

ABSTRACT

The increasing human population and rapid urbanization have led to a surge in the demand for manufactured products. This requires more complex and digitally connected control systems. Industrial automation, especially the use of a Programmable Logic Controller (PLC), is key to improve efficiency and productivity. However, the integration of different brands of PLCs in one system faces challenges due to differences in systems, controls, and communication protocols. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) is implemented to overcome this problem by connecting the controlling device to the supervisory software. This research aims to develop Node-RED based SCADA to monitor and control Modular Production Systems (MPS) with multi brand PLC integration. Multibrand integration is applied to implement and test the performance of FINS UDP and Modbus TCP protocols. The test results show FINS UDP has a lower delay (66.85 ms) and higher throughput (3706.2 bps) than Modbus TCP, which has a delay of (348.05 ms) and a throughput of (3353.25 bps).

Keywords: PLC Integration, Modular Production System, Node-RED, TCP, UDP

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).....	II-1
II.1.2 Modular Production System.....	II-4
II.1.3 <i>Delay</i>	II-4
II.1.4 <i>Throughput</i>	II-5
II.2 Tinjauan Alat	II-6
II.2.1 PLC	II-6
II.2.2 Ethernet	II-7
II.2.3 Local Area Network.....	II-8
II.2.4 Software Pemrograman PLC.....	II-8
II.2.5 Modbus TCP/IP	II-9
II.2.6 FINS UDP	II-9
II.2.7 Router.....	II-10
II.2.8 Node-RED.....	II-11
II.2.9 Wireshark	II-11
II.3 Studi Penelitian Terdahulu.....	II-11

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Metode Penelitian	III-1
III.2 Implementasi Metode <i>Waterfall</i>	III-3
III.2.1 Analisis Persyaratan	III-4
III.2.2 Perancangan Sistem	III-11
III.2.3 Implementasi Sistem	III-25
III.2.4 Integrasi Sistem	III-25
III.2.5 Operasi dan Perawatan	III-26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1 Implementasi Sistem	IV-1
IV.1.1 Konfigurasi Protokol Komunikasi PLC	IV-1
IV.1.2 Konfigurasi Koneksi antara Node-RED dan PLC	IV-3
IV.2 Konfigurasi Integrasi Sistem	IV-6
IV.3 Hasil Implementasi Rancangan	IV-9
IV.4 Hasil Pengujian I/O PLC	IV-10
IV.4.1 Pengujian I/O PLC pada <i>Separating Station</i>	IV-11
IV.4.2 Pengujian Sistem Kontrol PLC pada <i>Storing Station</i>	IV-11
IV.5 Hasil Pengujian Integrasi PLC dengan Node-RED	IV-12
IV.5.1 Hasil Pengujian Integrasi pada <i>Separating Station</i>	IV-12
IV.5.2 Hasil Pengujian Integrasi pada <i>Storing Station</i>	IV-14
IV.5.3 Hasil Pengujian <i>Delay</i>	IV-17
IV.6 Hasil Pengujian Sistem Monitor dan Kontrol pada Node-RED <i>Dashboard</i>	IV-27
IV.6.1 Hasil Pengujian Sistem Monitor dan Kontrol <i>Separating Station</i> pada Node-RED <i>Dashboard</i>	IV-27
IV.6.2 Hasil Pengujian Sistem Monitor dan Kontrol <i>Storing Station</i> pada Node-RED <i>Dashboard</i>	IV-31
IV.7 Hasil Pengujian Fitur pada Node-RED Dashboard	IV-32
IV.8 Implementasi GitHub pada Operasi dan Perawatan	IV-39
BAB V PENUTUP	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standar <i>Delay</i> TIPHON	II-5
Tabel II.2 Standar TIPHON <i>Throughput</i>	II-5
Tabel II.3 Penelitian Terdahulu.....	II-12
Tabel III.1 Tuntutan Alat	III-4
Tabel III.2 Spesifikasi Separating Station	III-6
Tabel III.3 Alamat <i>Input Separating Station</i>	III-6
Tabel III.4 Alamat <i>Output Separating Station</i>	III-7
Tabel III.5 Spesifikasi <i>Storing Station</i>	III-8
Tabel III.6 Alamat <i>Input Storing Station</i>	III-8
Tabel III.7 Alamat <i>Output Storing Station</i>	III-9
Tabel III.8 Data Alamat Bit	III-9
Tabel III.9 Daftar Alamat <i>Input</i> Modbus, Tag Modbus, dan Tag PLC untuk Monitor.....	III-13
Tabel III.10 Daftar Alamat <i>Output</i> Modbus, Tag Modbus, dan Tag PLC untuk Monitor.....	III-13
Tabel III.11 Daftar Alamat <i>Input</i> Modbus, Tag Modbus, dan Tag PLC untuk <i>Control</i>	III-14
Tabel III.12 Daftar Alamat <i>Output</i> Modbus, Tag Modbus, dan Tag PLC untuk <i>Control</i>	III-15
Tabel III.13 Spesifikasi PLC pada <i>Separating Station</i>	III-15
Tabel III.14 Alamat <i>Input</i> Monitor <i>Storing Station</i>	III-18
Tabel III.15 Alamat <i>Output</i> Monitor <i>Storing Station</i>	III-18
Tabel III.16 Alamat <i>Input Control Storing Station</i>	III-19
Tabel III.17 Alamat <i>Output Control Storing Station</i>	III-19
Tabel III.18 Spesifikasi PLC pada <i>Storing Station</i>	III-20
Tabel IV.1 Ketercapaian Tuntutan Alat	IV-9
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Alamat <i>Input</i> dan <i>Output</i> pada <i>Separating Station</i>	IV-11
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Alamat <i>Input</i> dan <i>Output</i> pada <i>Storing Station</i> ..	IV-11
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Komunikasi Modbus pada Monitor <i>Output</i> dengan Node-RED.....	IV-12
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Komunikasi Modbus pada <i>Control Input</i> dengan Node-RED.....	IV-14
Tabel IV.6 Hasil Pengujian Komunikasi FINS pada Monitor <i>Output</i> dengan Node-RED.....	IV-15
Tabel IV.7 Hasil Pengujian Komunikasi FINS pada Monitor <i>Input</i> dengan Node-RED.....	IV-15
Tabel IV.8 Hasil Pengujian Komunikasi FINS pada <i>Control Output</i> dengan Node-RED.....	IV-15
Tabel IV.9 Hasil Pengujian Komunikasi FINS pada Monitor <i>Output</i> dengan Node-RED.....	IV-16
Tabel IV.10 Hasil Pengujian <i>Delay</i> pada <i>read</i> 1 alamat data PLC.....	IV-18
Tabel IV.11 Hasil Pengujian <i>Delay</i> pada <i>Read</i> Seluruh Alamat Data PLC menggunakan Ethernet.....	IV-20
Tabel IV.12 Hasil Pengujian <i>Delay</i> pada <i>Read</i> Seluruh Alamat Data PLC menggunakan WIFI.....	IV-20

Tabel IV.13 Perbandingan rata-rata Pengujian Delay read antara FINS dan Modbus.....	IV-22
Tabel IV.14 Hasil Pengujian <i>Delay</i> pada <i>Write</i> 1 Alamat Data PLC menggunakan Ethernet	IV-23
Tabel IV.15 Hasil Pengujian <i>Delay</i> pada <i>Write</i> 1 Alamat Data PLC menggunakan WIFI	IV-23
Tabel IV.16 Perbandingan rata-rata Pengujian Delay write antara FINS dan Modbus.....	IV-24
Tabel IV.17 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> pada <i>Write</i> 1 Alamat Data PLC	IV-25
Tabel IV.18 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> pada <i>Read</i> 1 Alamat Data PLC.....	IV-25
Tabel IV.19 Rata-Rata <i>Throughput</i> FINS UDP dan MODBUS TCP.....	IV-26
Tabel IV.20 Hasil Pengujian Sistem Monitor dan Kontrol <i>Separating Station</i> pada Node-RED <i>Dashboard</i>	IV-27
Tabel IV.21 Hasil Pengujian Sistem Monitor dan Kontrol <i>Storing Station</i> pada Node-RED <i>Dashboard</i>	IV-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Diagram Sistem SCADA.....	II-2
Gambar II.2 Siemens Simatic S7-300.....	II-6
Gambar II.3 PLC Omron CP1L M30DR-A.....	II-7
Gambar II.4 Topologi Bintang.....	II-8
Gambar II.5 Router	II-10
Gambar III.1 Metode <i>waterfall</i>	III-1
Gambar III.2 Diagram Alir Implementasi Metode <i>Waterfall</i>	III-3
Gambar III.3 <i>Separating Station</i>	III-5
Gambar III.4 <i>Sorting Gripper Module</i>	III-5
Gambar III.5 <i>Storing Station</i>	III-7
Gambar III.6 Rak Penyimpanan pada <i>Storing Station</i>	III-9
Gambar III.7 Gambaran Umum Sistem	III-10
Gambar III.8 Perancangan Sistem Pengendalian PLC.....	III-11
Gambar III.9 Diagram Alir Sekuens <i>Separating Station</i>	III-12
Gambar III.10 Diagram Alir Sekuens pada <i>Storing Station</i>	III-16
Gambar III.11 Rak Penyimpanan <i>Storing Station</i>	III-17
Gambar III.12 Perancangan Sistem Perangkat Lunak	III-20
Gambar III.13 Rancangan Tampilan Halaman <i>Login</i>	III-21
Gambar III.14 Rancangan Tampilan <i>Account Dashboard</i>	III-22
Gambar III.15 Rancangan Tampilan SCADA	III-22
Gambar III.16 Rancangan Tampilan Halaman <i>Alarm History</i>	III-23
Gambar III.17 Diagram Alir Perancangan Integrasi Sistem	III-23
Gambar IV.1 Konfigurasi IP PLC S7-300	IV-1
Gambar IV.2 Konfigurasi Modbus pada TIA Portal.....	IV-2
Gambar IV.3 <i>Datablock MODBUSPN</i>	IV-2
Gambar IV.4 Konfigurasi IP pada CP1L	IV-3
Gambar IV.5 Node Modbus <i>Getter</i> dan Modbus <i>Write</i>	IV-3
Gambar IV.6 Konfigurasi parameter Modbus <i>Getter</i>	IV-4
Gambar IV.7 Pengaturan parameter pada node <i>FINS Read</i>	IV-5
Gambar IV.8 Konfigurasi InfluxDB	IV-5
Gambar IV.9 Akuisisi API pada InfluxDB	IV-6
Gambar IV.10 Parameter Modbus Client.....	IV-6
Gambar IV.11 Parameter Fins Connection	IV-7
Gambar IV.12 Parameter Influxdb Config.....	IV-8
Gambar IV.13 Rangkaian ujicoba influx pada Node-RED.....	IV-8
Gambar IV.14 Tampilan Data yang telah tersimpan pada InfluxDB.....	IV-9
Gambar IV.15 Implementasi Sistem menggunakan Topologi Jaringan Bintang.....	IV-10
Gambar IV.16 Tampilan Protokol Modbus yang sudah Terhubung dengan Node-RED.....	IV-14
Gambar IV.17 Tampilan Koneksi FINS pada Node-RED.....	IV-17
Gambar IV.18 Pengujian <i>Delay</i> menggunakan Wireshark	IV-17
Gambar IV.19 Konfigurasi pembacaan 1 alamat data pada Modbus.....	IV-18
Gambar IV.20 Komparasi <i>Delay</i> Modbus TCP dan FINS UDP pada pembacaan 1 alamat data PLC	IV-18

Gambar IV.21 Konfigurasi <i>Semi-Centralized</i> pada node FINS di Node-RED	IV-19
Gambar IV.22 Konfigurasi <i>Centralized</i> pada node Modbus di Node-RED	IV-19
Gambar IV.23 Komparasi <i>Delay</i> Modbus TCP dan FINS UDP pada pembacaan 1 alamat data PLC menggunakan Ethernet	IV-20
Gambar IV.24 Komparasi <i>Delay</i> Modbus TCP dan FINS UDP pada pembacaan 1 alamat data PLC menggunakan Wifi	IV-21
Gambar IV.25 Konfigurasi Pengujian <i>Write</i> pada Node FINS <i>Write</i> dan Modbus <i>Write</i> di Node-RED	IV-22
Gambar IV.26 Komparasi <i>Delay</i> Modbus TCP dan FINS UDP pada <i>Write</i> 1 Alamat Data PLC menggunakan Ethernet	IV-23
Gambar IV.27 Komparasi <i>Delay</i> Modbus TCP dan FINS UDP pada <i>Write</i> 1 Alamat Data PLC menggunakan WIFI	IV-24
Gambar IV.28 Komparasi Pengujian <i>Throughput</i> pada <i>Write</i> 1 Alamat Data	IV-25
Gambar IV.29 Komparasi Pengujian <i>Throughput</i> pada <i>Read</i> 1 Alamat Data PLC	IV-26
Gambar IV.30 Pengujian Sistem Monitor pada <i>Separating Station</i>	IV-28
Gambar IV.31 Tampilan <i>Machine Control</i>	IV-29
Gambar IV.32 Pengujian Sistem Kontrol pada <i>Separating Station</i>	IV-29
Gambar IV.33 Tampilan Indikator <i>Separating</i> Ketika dilakukan Pengujian Kontrol	IV-30
Gambar IV.34 Tampilan <i>Output</i> <i>Separating</i> Ketika dilakukan Pengujian Kontrol	IV-30
Gambar IV.35 Tampilan Halaman <i>Login</i>	IV-32
Gambar IV.36 Pengujian Akses menggunakan akun yang telah terdaftar	IV-32
Gambar IV.37 Halaman Account <i>Dashboard</i>	IV-33
Gambar IV.38 Halaman <i>Separating Station</i> SCADA-1	IV-33
Gambar IV.39 Halaman <i>Separating</i> SCADA-2	IV-34
Gambar IV.40 Halaman <i>Separating</i> SCADA-3	IV-35
Gambar IV.41 Tampilan Keseluruhan Pada <i>Separating Station</i> SCADA	IV-35
Gambar IV.42 Halaman <i>Storing Station</i> SCADA	IV-36
Gambar IV.43 Halaman <i>Storing Station</i> SCADA-2	IV-36
Gambar IV.44 Halaman <i>Storing Station</i> SCADA-3	IV-37
Gambar IV.45 Tampilan keseluruhan halaman <i>Storing Station</i> SCADA	IV-37
Gambar IV.46 Halaman <i>Alarm History</i> <i>Separating Station</i>	IV-38
Gambar IV.47 Halaman <i>Alarm History</i> <i>Storing Station</i>	IV-38
Gambar IV.48 Halaman GitHub sebagai <i>repository</i> Proyek	IV-39

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Tampilan Program Node-RED
- Lampiran 2** Tampilan Program PLC Siemens S7-300 pada *Separating Station*
- Lampiran 3** Tampilan Program PLC Omron CP1H pada *Storing Station*
- Lampiran 4** QR Code halaman GitHub untuk mengakses Program

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Keterangan
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
PLC	<i>Programmable Logic Control</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
MPS	<i>Modular Production Systems</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
MTU	<i>Master Terminal Unit</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
I/O	<i>Input/Output</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
TIA	<i>Totally Integrated Automation</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Meningkatnya populasi manusia di dunia, terutama dalam era urbanisasi yang pesat, terjadi peningkatan signifikan dalam kebutuhan konsumsi dan permintaan produk-produk manufaktur. Seiring meningkatnya tingkat produksi industri, maka kebutuhan akan sistem kontrol yang lebih kompleks [1] dan terkoneksi secara digital akan dibutuhkan. Penerapan otomasi pada industri manufaktur menjadi salah satu pilar utama untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas produksi [2], [3]. Salah satu teknologi yang menjadi fokus perhatian adalah penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) dalam mengendalikan proses produksi di Industri [4]. PLC merupakan salah satu perangkat yang umum digunakan di berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, farmasi, garmen, dan beberapa industri lainnya [5], [6]. Meskipun PLC telah menjadi standar dalam otomasi industri, tantangan umumnya terjadi ketika mengintegrasikan PLC dari berbagai merek yang berbeda dalam satu sistem, hal tersebut dikarenakan setiap PLC memiliki sistem, kendali, dan protokol komunikasi yang berbeda [1]. Sejumlah kendala akan timbul jika PLC tidak saling terhubung, seperti pencatatan data secara *offline* dan pemantauan kinerja tiap PLC yang memakan waktu relatif lama [5].

Sejumlah penelitian yang membahas permasalahan tersebut pernah dilakukan oleh [1], [7], [8] dimana solusi dari permasalahan tersebut ditangani dengan menghubungkan setiap perangkat pengendali yang kemudian dihubungkan ke dalam perangkat lunak [9] yang dikenal sebagai *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) [10]. Sistem pemantauan dan kontrol jarak jauh, atau yang umumnya disebut sebagai SCADA [11] adalah proses data dikumpulkan dari perangkat fisik yang sedang dipantau dan juga menjalankan perintah untuk mengontrol perangkat tersebut [12], [13]. Dengan begitu, implementasi SCADA dapat dilakukan untuk memonitor dan juga mengontrol *Modular Production System* (MPS)[14] dengan konfigurasi multi brand PLC sebagai rekayasa jalur produksi industri. MPS dapat mensimulasikan keadaan jalur produksi di industri

dengan menggunakan komponen atau prinsip kerja yang berbeda pada setiap *station*-nya[14]. Salah satu contoh dari *station* MPS adalah *Separating Station*, dan *Storing Station*. Sistem pada MPS diintegrasikan melalui SCADA untuk memonitor dan mengoperasikan *station* dengan menggunakan PLC. Sistem ini dipantau oleh sistem SCADA melalui antarmuka yang disediakan [15]. Akan tetapi, sistem SCADA yang terhubung menggunakan komunikasi digital tidak luput dari permasalahan, permasalahan yang pada umumnya terjadi ialah masalah *delay* antara perangkat dan pengolah data SCADA[16]. *Delay* akan berdampak signifikan pada kinerja SCADA [17], hal ini akan mengakibatkan perbedaan pembacaan data antara pengguna dan perangkat lapangan.

Penelitian relevan yang sudah dilakukan terdahulu mengenai integrasi PLC, sistem SCADA pada *Modular Production System*, dan Node-RED ialah penelitian dengan judul “*Implementation of communication system between Siemens PLC S7-1200 with Omron PLC CP1L-EL20DT1-D for induction motor speed Controller.*” Pada penelitian ini dibahas mengenai integrasi PLC berbeda merek yaitu Siemens dan Omron dengan menggunakan protokol komunikasi Modbus untuk mengontrol kecepatan motor induksi. Penelitian ini berhasil mengintegrasikan kedua PLC tersebut dengan tingkat *state of error* sebesar 17,07%. Studi dengan judul “*Modular and Systematic Design of Supervisory Control System integrating PLC, SCADA and Task Routing for a Modular Production System*” menyajikan metodologi untuk mensintesis dan mengimplementasikan kontrol pengawasan sistem manufaktur yang mengintegrasikan *Programmable Logic Controller (PLC)* pada *Modular Production System*. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan aplikasi pada MPS telah membuktikan bahwa desain logika pengendalian dapat bersifat fleksibel, aman, dan mudah dipahami. Selanjutnya penelitian dengan judul “*Penerapan Human Machine Interface Berbasis Augmented Reality pada Sistem SCADA Modular Production System*” membahas mengenai implementasi Node-RED sebagai platform SCADA pada *Modular Production System* di *station handling* dan *station testing* lalu menampilkan tampilan SCADA tersebut pada sistem *Augmented Reality*. Penelitian tersebut berhasil dilakukan dengan rata-rata *delay* 106ms antara komunikasi masing-masing hardware dengan menggunakan Modbus TCP. Selain itu, pada penelitian “*Towards Connected and Autonomous Vehicle HIGHways*”

membahas mengenai protokol komunikasi yang efisien untuk jaringan kendaraan dan lingkungan 5G, pada penelitian ini ditunjukkan analisis komprehensif mengenai perbedaan performa UDP dan TCP dalam konteks jalan raya yang terhubung dan kendaraan otonom. UDP menunjukkan *delay* 22,8% lebih rendah (79,39 ms vs 102,93 ms) dan *Throughput* 184% lebih tinggi (5,09 Mbps vs 1,79 Mbps) dibandingkan TCP.

Pada penelitian ini dikembangkan implementasi Node-RED sebagai SCADA [18] yang akan ditampilkan pada halaman web berbasis *Local Area Network* (LAN), memungkinkan akses terhadap kontrol dan monitoring dapat dilakukan secara real-time dari mana saja dan kapan saja, menggunakan perangkat apa pun yang terhubung ke jaringan LAN. Keunggulan penelitian ini terletak pada penggunaan protokol UDP, yang menunjukkan *delay* lebih rendah dibandingkan TCP, sehingga memberikan performa *real time* yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem SCADA berbasis Node-RED untuk memonitoring dan mengontrol MPS dengan integrasi multi brand PLC menggunakan protokol FINS UDP dan Modbus TCP. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi sistem SCADA *open source* dengan multi brand PLC yang dapat diterapkan di bidang industri, pendidikan, atau masyarakat umum.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sebelumnya sudah dipaparkan, rumusan masalah yang akan dibahas untuk tugas akhir ini antara lain :

1. Bagaimana menerapkan sistem multi brand PLC agar dapat berkomunikasi dengan Node-RED menggunakan protokol Modbus TCP dan FINS UDP?
2. Bagaimana menerapkan Node-RED sebagai sistem SCADA dengan multi brand PLC di *Modular Production System*?
3. Bagaimana performa komunikasi Node-RED dan PLC dengan menggunakan komunikasi Modbus TCP/IP dan FINS UDP?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Penelitian Tugas Akhir diimplementasikan pada *Separating Station* dan *Storing Station* MPS Festo.
2. PLC yang digunakan pada sistem MPS ialah Siemens S7-300 dan Omron CP1L-M30DR-A .
3. Protokol komunikasi yang digunakan untuk integrasi PLC yaitu Modbus TCP dan FINS UDP.
4. Implementasi alat hanya diterapkan pada Jaringan Area Lokal (LAN)
5. Sistem SCADA diimplementasikan dengan menggunakan alat pemrograman Node-RED.
6. Antarmuka SCADA menggunakan Node-RED *Dashboard*.
7. *Router* yang digunakan untuk konfigurasi jaringan menggunakan TP-Link TL-WR840N.
8. Pengujian performa yang dilakukan hanya pengujian *delay* dan *throughput*.
9. Penelitian ini hanya berfokus pada pengujian sistem, tidak membahas mekanikal pada alat.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menerapkan protokol komunikasi Modbus TCP dan FINS UDP agar sistem multi brand PLC dapat berkomunikasi dengan Node-RED.
2. Menerapkan Node-RED sebagai sistem SCADA dengan multi brand PLC di *Modular Production System*.
3. Menguji Performa Node-RED dan PLC dengan menggunakan komunikasi Modbus TCP dan FINS UDP.

Selain itu, manfaat penelitian ini diantara lain:

1. Menyajikan Kebutuhan Akan Solusi Integrasi Multibrand PLC.
2. Memberikan referensi bagi pengembangan sistem SCADA *open source* berbasis Node-RED untuk aplikasi industri dan pendidikan.