

PERANCANGAN SCADA UNTUK SISTEM OTOMASI ENERGI LISTRIK DIGEDUNG LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO ITN MALANG

Mohammad Alfa Zaidanil Fikri¹ Aryunto Soetedjo² Yudi Limpraptono³ Irrine Budi Sulistiawati⁴

Debby Budi Susanti⁵ Gaguk Sukowiyono⁶

¹²³⁴ Prodi Teknik Elektro S1 Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

⁵⁶ Prodi Teknik Arsitektur Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

alfaza647@gmail.com

Abstrak—Sistem SCADA (*Supervisor Control and Data Acquisition*) merupakan sistem yang berfungsi untuk memantau dan mengontrol proses berjalannya alat yang kompleks. SCADA juga memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data secara real time dari berbagai sensor dan alat dan peralatan, kemudian dapat ditampilkan melalui antar muka pengguna (HMI), serta dapat menganalisis data dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang didapat. Penelitian kali ini melakukan perancangan otomatisasi energi listrik di gedung laboratorium elektro lantai 2. Perangkat yang akan digunakan terdiri dari outseal plc sebagai controller, sensor PZEM-004T sebagai alat ukur berbasis modbus dan converter RS485 to TTL sebagai alat pengiriman nilai-nilai data yang diukur dari panel daya dan panel lampu menuju HMI *Haiwell* SCADA sebagai mengontrol lampu dan monitoring daya di setiap ruangan. Konfigurasi sistem ini menampilkan tampilan kontrol setiap ruangan dan menampilkan parameter arus, tegangan, daya, dan energi dari setiap panel daya dan panel lampu yang dirancang untuk dikontrol dan dimonitoring melalui dashboard tampilan HMI *Haiwell* SCADA. Sehingga Hasil yang didapat dari penelitian ini, bekerja secara efisien sesuai fungsinya untuk sistem monitoring menampilkan data-data parameter dari setiap panel lampu dan panel daya, data logger, dan grafik, dan sistem kontrol untuk mengontrol lampu yang ada di setiap ruangan dari jarak jauh dimanapun dan kapanpun dengan delay rata-rata sekitar 1,2 detik.

Kata Kunci— Otomasi, Outseal PLC, Scada *Haiwell*, Modbus, ITN Malang.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat dilihat dari adanya kemajuan teknologi, seperti pengembangan alat-alat elektrik yang berbahan bakar listrik sebagai penggerakannya. Kebutuhan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah investasi, jumlah penduduk, dan

perkembangan teknologi [1]. Akan tetapi, walaupun telah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat, nyatanya penggunaan energi listrik belum sepenuhnya efektif disebabkan pemakaian yang tidak tepat guna, seperti menyalakan TV, AC, atau kipas angin sepanjang hari tanpa ada penghuni dalam ruangan, *charging* HP / laptop berkali-kali, menyalakan lampu di siang hari, dan aktifitas lainnya. Potensi penghematan energi listrik pada penggunaan lampu ternyata sangat besar, pada gedung hunian rata-rata 50% dari energi listrik digunakan untuk menyalakan lampu. Oleh karena itu, untuk mengontrol dan memaksimalkan pemakaian energi listrik, saat ini banyak gedung-gedung yang telah menerapkan *Building Automation System* (BAS).

Building Automation System (BAS) atau sistem otomasi gedung merupakan gabungan antara sistem kelistrikan, mekanik, serta peralatan mikroprosesor yang berkomunikasi ke komputer dan satu sama lain. BAS sendiri adalah salah satu contoh sistem kontrol terdistribusi yang mengatur berbagai layanan bangunan seperti monitoring, kontrol penerangan, atau kontrol temperatur untuk penghematan energi serta menekan biaya pemeliharaan [2]. Sistem kendali ini lebih efisien dari sistem manual serta mempermudah pengontrolan penggunaan energi listrik di berbagai ruangan.

Institut Teknologi Nasional Malang khususnya Jurusan Teknik Elektro merupakan salah satu instansi pendidikan yang telah menerapkan BAS pada propertinya. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan mikrokontroler di setiap panel penerangan, baik di Gedung Pengajaran maupun di Gedung Laboratorium. Selain itu, Jurusan Teknik Elektro ITN Malang juga telah menerapkan komputerisasi dalam mengolah data, tepatnya untuk kendali dan monitoring lampu penerangan yang dapat diakses melalui web dan aplikasi. Akan tetapi sistem yang ada selama ini masih menggunakan kabel untuk melakukan komunikasi dan pengiriman datanya

sehingga sulit untuk melakukan perawatan ketika ada troubelnya, maka dari itu fitur ini akan dikembangkan menggunakan *HMI Haiwell SCADA* dan menambahkan sistem komunikasi wireless dengan menyesuaikan kondisi lapangan saat ini dan agar memperoleh hasil yang mendekati maksimal.

Maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah Perancangan Scada Untuk Sistem Otomasi Energi Listrik Di Gedung Laboratorium Teknik Elektro Itn Malang agar perangkat keras dan perangkat lunak yang dikembangkan untuk memaksimalkan otomatisasi Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian terdahulu

Pengembangan aplikasi berbasis web untuk memantau dan mengontrol lampu penerangan di Gedung Teknik Elektro ITN Malang. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan terkait aplikasi untuk monitoring dan controlling menggunakan WEB, karena sebelumnya melakukan kendali dan monitoring yang hanya dapat dilakukan dari suatu tempat saja dan harus berada pada tempat tertentu saja untuk mengaksesnya. Akan menjadi kurang efisien saat mengaksesnya apabila berada pada tempat yang jauh dari tempat tersebut[3]. Kelebihan dari pengembangan ini adalah untuk mempermudah pengendalian monitoring lampu penerangan melalui media web sehingga penggunaan lampu penerangan menjadi efisien. Kekurangan dari pengembangan ini adalah pada saat pertama kali menampilkan hasil monitoring, proses loading berjalan lebih lama dari pada saat autofresh dikarenakan banyaknya gambar yang dimuat. Dibutuhkan perancangan keamanan yang kuat karena aplikasi kendali berbasis web yang mengakses database akan sangat rentan dibobol.

Rancang Bangun Aplikasi Kendali Dan Monitoring Lampu Penerangan Terpusat Pada Gedung Teknik Elektro ITN Malang. Pada penelitian ini peneliti ingin mempermudah proses kendali dan monitoring lampu dari suatu tempat, dengan menggunakan software IDE Delphi, kelebihan dari pembuatan aplikasi ini adalah proses monitoring dan kendali lampu pada gedung menjadi lebih mudah sehingga lampu penerangan semaksimal mungkin dapat difungsikan sesuai kebutuhan kekurangan dari pembuatan alat ini adalah masih menggunakan jaringan lokal hanya dapat di kendalikan dan dimonitoring dari satu tempat[4].

Penelitian yang dilakukan oleh Santo P Sigalingging mengenai Aplikasi Sistem Kontrol Pendingin Udara Dgedung FTE Univeritas Telkom Menggunakan SCADA Berbasis PLC. Penelitian ini bertujuan untuk penghematan energi listrik dikarenakan kebanyakan orang menggunakannya secara berlebihan dan tidak memaatkannya saat selesai menggunakannya. Maka dari itu dibuat sistem pengontrol penggunaan AC dengan SCADA berbasis PLC[5].

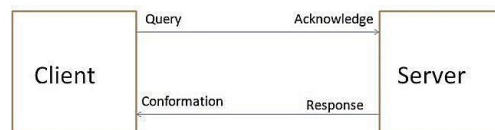
B. Aplikasi Haiwell Cloud Scada

Haiwell cloud SCADA adalah produk berbasis struktur .NET yang dibuat oleh *Xiamen Haiwell Innovation Co, Ltd.* Menciptakan pemeriksaan, kontrol, dan tahapan eksekutif untuk komputerisasi modern. Karena jaringan listrik gedung mempengaruhi aliran daya, kontrol dan pemantauan sistem tenaga listrik gedung sangat penting. komponen penting dari pencahayaan di setiap ruangan.

C. Modbus

Modicon adalah pencipta protokol Modbus pada tahun 1979[6]. Modbus adalah protokol komunikasi dasar yang sebagian besar digunakan di industri. Ini terbuka, universal, dan mudah digunakan. Perangkat dan instrumen industri baru seperti PLC, PAC, dan I/O mungkin memiliki Ethernet, serial, atau bahkan antarmuka nirkabel.. Keuntungan utama dari protokol Modbus adalah bahwa itu berjalan di semua jenis media komunikasi termasuk kabel *twisted pair*, nirkabel, serat optik, *ethernet* dll. Perangkat Modbus memiliki memori, di mana pabrik data disimpan. Memori ini dibagi menjadi empat bagian sebagai input diskrit, koil diskrit, register input dan *holding register*. Input dan koil diskrit adalah 1 bit *while register input* dan register penahan adalah 16 bit. Protokol komunikasi Modbus RTU, Modbus ASCII, dan Modbus TCP adalah yang paling banyak digunakan. [7]. Protokol Modbus/TCP sering digunakan dalam sistem SCADA untuk menghubungkan HMI dan PLC. Standar komunikasi industri yang populer untuk membuat platform sensor awan di Internet adalah Modbus TCP/IP. Namun, seluruh protokol Modbus TCP/IP selalu bergantung pada sistem operasi yang lengkap, yang membutuhkan banyak sumber daya perangkat keras. Karena kurangnya sumber daya, banyak sistem akuisisi data kontemporer berdasarkan mikrokontroler chip tunggal tidak dapat mendukungnya. Jadi, dalam penelitian ini, protokol Modbus TCP/IP kecil disarankan untuk beroperasi secara efektif dan mantap bahkan pada platform perangkat keras.[8]

Gambar 1 menunjukkan Ada empat langkah dalam setiap siklus pesan Modbus TCP. Klien mengirimkan permintaan(permintaan koneksi) ke server pada langkah pertama, yang akan dievaluasi atau diterima oleh server. Klien mengirimkan sinyal konfirmasi ke server pada langkah keempat, yang dapat mengakibatkan koneksi TCP terputus. Pada langkah kedua, server mengirimkan respons untuk kode fungsi [9]



Gambar 1. Siklus Pesan di Modbus TCP

D. Serial RS-485

Komunikasi RS485 memungkinkan komunikasi data serial antara satu unit dengan unit lainnya hingga jarak

hingga 1,2 km. Ini juga dapat digunakan untuk berkomunikasi antara satu unit ke banyak unit atau antara satu unit ke banyak unit dengan menggunakan 2 (dua) kabel tanpa memerlukan referensi tanah yang sama antara satu unit dan unit lainnya.[10]

Beban yang terkoneksi ke jaringan dapat berupa komputer, mikrokontroler, dan perangkat lain yang dapat dihubungkan menggunakan standar RS485. RS485 adalah mode transmisi yang seimbang secara diferensial. Jaringan ini hanya memiliki dua sinyal, yaitu A dan B, dengan perbedaan tegangan antara keduanya. Karena sinyal A dijadikan sebagai referensi terhadap B, maka sinyal akan berada pada tingkat tinggi ketika menerima input rendah, dan sebaliknya. Dalam komunikasi RS485, semua perangkat elektronik berada dalam mode penerima hingga salah satu dari mereka perlu mengirimkan data. Perangkat kemudian akan berubah dari mode penerima ke mode pengirim, mengirimkan data, lalu beralih kembali. Setiap kali perangkat elektronik ingin mengirimkan data, perangkat tersebut harus terlebih dahulu memeriksa untuk memastikan bahwa tidak ada perangkat lain yang sudah menggunakan jalur yang dimaksudkan untuk tujuan tersebut. Peralatan harus menunggu jalur terbuka jika jalur tersebut sedang digunakan oleh perangkat lain. Untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan hanya sampai ke peralatan elektronik yang dimaksud, seperti salah satu Slave, pengiriman dimulai dengan mengirimkan identitas Slave, diikuti oleh data yang akan dikirimkan. Data akan ditolak atau diabaikan jika identitas Slave yang diterima tidak sesuai dengan identitas Slave yang dituju. Di sisi lain, data akan dikirim lebih lanjut jika identitas Slave yang diterima dan identitas perangkat elektronik yang diterima cocok.

E. Haiwell HMI SCADA

Pada Haiwell HMI (*Human Machine Interface*) merupakan sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. Sistem HMI mengambil bentuk antarmuka pengguna grafis (GUI) yang terdapat pada layar komputer, yang akan digunakan oleh operator mesin atau pengguna untuk memantau dan mengendalikan Smart Home System secara real-time. Pengoperasian sistem yang melibatkan pemantauan langsung memerlukan pekerja yang mampu memberikan informasi dengan cepat, akurat, dan konsisten, tetapi tugas ini tidak selalu dapat dijalankan oleh manusia. Dengan demikian, sistem ini membantu menghemat waktu dan upaya yang diperlukan untuk mengawasi dan mengendalikan sistem rumah pintar.



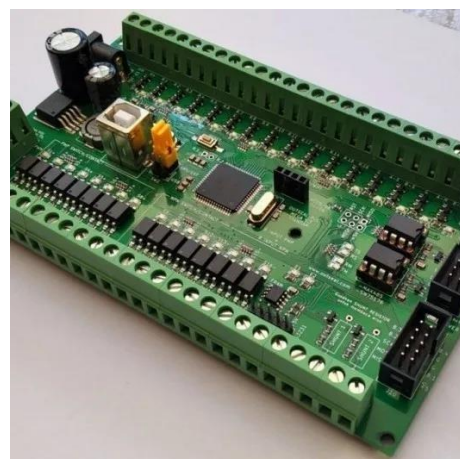
Gambar 2. Haiwell HMI SCADA

HMI Haiwell SCADA seperti ditunjukkan pada gambar 2 yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan tipe B7S dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Layar berukuran 7 inch 2GB flash+512M DDR3.
- Langsung menggunakan Haiwell Cloud SCADA perangkat lunak untuk pemrograman dan manajemen
- Mendukung program men-download U disk / Ethernet / Haiwell Cloud dll
- Manajemen cerdas, mendukung Cloud dan akses mobile untuk kontrol, operasi yang kuat
- Kaya antarmuka. Standar RJ45 antarmuka 2 port serial(232/485), 2 port USB. WIFI opsional
- Dukungan untuk tepi perhitungan. Komputasi Edge melalui scripting mesin yang dibangun ke dalam terminal fungsi operasi, dan interaksi dengan data perangkat.
- Dukungan Awan transparan transmisi. Programming jarak jauh, *upload & download*, *upgrade firmware*, diagnostik pemantauan dan debugging PLC program untuk mendeteksi kondisi abnormal setiap saat.

F. Outseal PLC Mega V.3

Pengembangan yang akan dilakukan menggunakan PLC OUTSEAL sebagai mikrokontroler pengganti AT89S51, PLC OUTSEAL seperti pada gambar 3 adalah teknologi otomasi karya anak bangsa yang berbasis serupa arduino namun dapat deprogram menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Untuk memprogram PLC OUTSEAL dibutuhkan *software* bernama Outseal Studio yang juga merupakan produk dari Outseal[6]. PLC OUTSEAL sering digunakan dalam kelistrikan karena memiliki banyak kelebihan, seperti, harganya terjangkau, mengikuti standar internasional IEC 61131-2, *software*-nya gratis dan perangkat kerasnya merupakan *open hardware* yang bisa dirakit manual, mendukung *Modbus RTU* untuk komunikasi dengan HMI, serta dapat bekerja tanpa harus terhubung dengan komputer.[11]

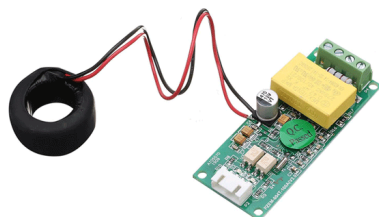


Gambar 3. Outseal PLC Mega V.3

Digital input pada PLC ini sudah mengikuti standart IEC 61131-2 type-3 dengan voltase high adalah 11V, berjenis singking dan terisolasi secara optik. Isolasi optik ini embuat ground input dan ground system terpisah. Pemisah ini bertujuan agar noise dari input titik tidak masuk ke system PLC. Spesifikasi dari Outseal PLC mega V.3 memiliki 16digital input jenis sinking sourcing, internasional standart, IEC61131-2, filter, analog+ digital software,dengan voltase 10-24 VDC, serta memiliki 16 digital output, jenis NPN open collector (Relay, Driver), max current, 100mA/ channel, Short protection, current limiter, Spike protection, diode. Fitur-fitur yang dimiliki analog input 2 jalur (0-5V/ 0-20mA), High Speed Counter (HSC), 30-kHz, Pulse WidthModulation(PWM), 10kHz, Nonvolatile memory, EEPROM, FRAM, menggunakan komunikasi Modbus RTU Protocol, Onboard RS485 2 jalur, Bluetooth, external modul HC05/HC06, Wifi external DT06, I2C, SPI, memiliki dimensi 87mm x 150 mm, flash memory 128kB, dan dapat bekerja di temperatur sampai 8°C

G. PZEM-004T

PZEM-017 seperti pada gambar 4 merupakan sebuah sensor modul yang dirancang untuk melakukan pengukuran terhadap keluaran DC. Modul ini memiliki kemampuan untuk dihubungkan baik melalui kabel maupun platform open source lainnya. Di dalam paket modul PZEM-004T, terdapat kumparan transformator arus dengan diameter sekitar 33 mm yang sudah termasuk. Pengkabelan modul ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu kabel komunikasi serial dan kabel terminal untuk masukan tegangan dan arus.



Gambar 4. Modul sensor PZEM-004T

Data yang diperoleh dari perangkat ini dapat diakses melalui antarmuka Serial RS-485 dengan keluaran yang bersifat pasif. Untuk pengoperasiannya, diperlukan sumber daya eksternal sebesar 5V dan arus eksternal sekitar 100mA. Dengan kata lain, keempat port pada modul ini harus terhubung untuk memungkinkan komunikasi yang benar. Jika salah satu port tidak terhubung, modul ini tidak akan dapat berkomunikasi.

H. Elfin-EW11A

Peralatan yang digunakan untuk mengirimkan data dari antarmuka Serial RS-485 ke WiFi menghubungkan port serial ke jaringan WiFi. Umumnya, perangkat ini menciptakan titik akses WiFi yang dapat disesuaikan lebih lanjut oleh pengguna. Melalui halaman web atau layanan IoT, pengguna memiliki kemampuan untuk

menyesuaikan parameter dan menyimpan konfigurasi secara permanen. Karena pengambilan data dari perangkat ini ke komputer pribadi dilakukan secara nirkabel atau tanpa kabel, Elfin-EW11A seperti pada gambar 5 menjadi solusi yang mudah digunakan[12].



Gambar 5. Elfin-EW11A

III. METODE PENELITIAN

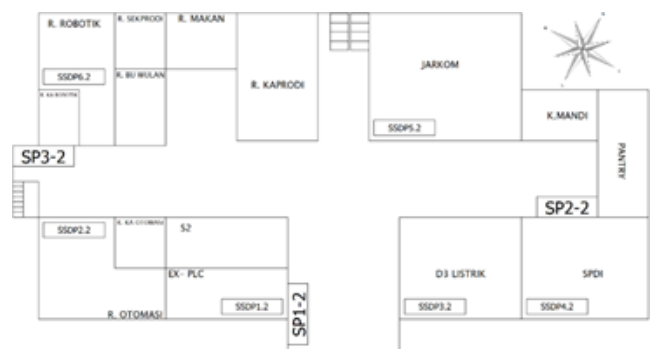
Pada bagian ini akan membahas mengenai perancangan alat mulai dari perancangan *software* dan perancangan *hardware*.

A. Survei Lapangan

Berdasarkan survey lokasi yang telah dilakukan terdapat beberapa panel distribusi di lantai 2 Gedung Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Elektro S-1 ITN Malang seperti yang tercantum pada Tabel 1 dan Gambar 6

Tabel 1. Panel penerangan dan panel daya

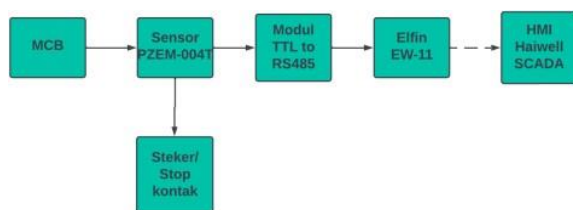
Panel Penerangan (SP)	Panel Daya di Tiap Lab (SSDP)
SP1.2 (Panel Depan Lab. PLC)	SSDP1.2 (Panel Dalam Lab. PLC)
	SSDP2.2 (Panel Dalam Lab. Otomasi)
	SSDP3.2 (Panel Dalam Lab. D3 Listrik)
SP2.2 (Panel Depan Lab. SPDI)	SSDP4.2 (Panel Dalam Lab. SPDI)
	SSDP5.2 (Panel Dalam Lab. Jarkom)
SP3.2 (Panel Depan Lab. Otomasi)	SSDP6.2 (Panel Dalam Lab. Robotika)



Gambar 6. Denah lantai 2 laboratorium teknik elektro ITN Malang

Sistem otomatisasi gedung yang saat ini diterapkan di Gedung Laboratorium Teknik Elektro S-1 ITN Malang menggunakan mikrokontroler AT89S51 yang merupakan mikrokontroller berdaya rendah dengan spesifikasi 4K bytes in-system programmable flash, 32 port I/O, 128 x8bit RAM, frekuensi 0 Hz – 33 Mhz dan tegangan kerja 4– 5 VDC. ATM89S51 merupakan jenis mikrokontroler yang kompatibel dengan jenis lain dari varian ATMEL dan memiliki kinerja yang fleksibel serta harga yang terjangkau sehingga sering digunakan dalam dalam berbagai aplikasi sistem tertanam. Selanjutnya relay yang dipakai dalam rangkaian listrik dgedung elektro adalah menggunakan jenis OMRON MK2P-I, spesifikasi tipe Standar dengan koil AC/DC dengan nilai batas 250VAC/28VDC 10A[13].

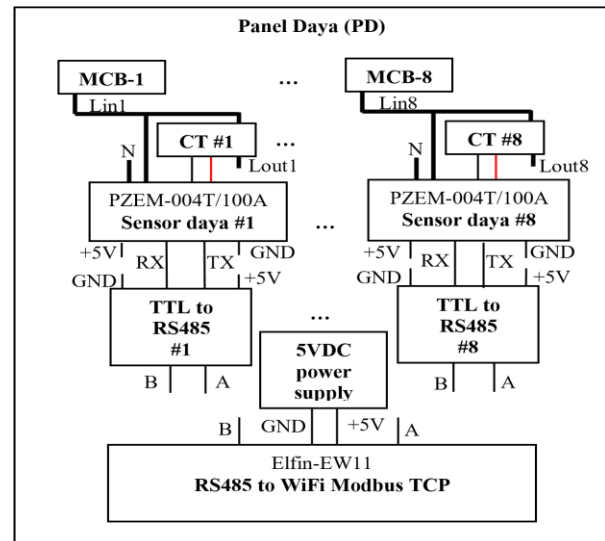
B. Blok Diagram Panel Daya



Gambar 7. Blok Diagram Panel Daya

Sensor PZEM-004T telah ditambahkan untuk melakukan pengukuran terhadap keluaran dari beban yang digunakan dalam penelitian ini. Mengacu pada gambar 7, data yang akan dihasilkan mencakup informasi mengenai tegangan, arus, daya, dan total konsumsi energi (kWh). Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara perancangan sistem elektronik, instalasi perangkat, uji coba pembacaan, uji konektivitas, integrasi hardware ke HMI Haiwell SCADA. Hasil pembacaan sensor dikomunikasikan menggunakan protokol komunikasi Modbus RTU (Remote Terminal Unit) yang menggunakan RS485 yang kemudian dirubah menjadi Modbus TCP/IP menggunakan modul Elfin EW-11. Data yang diterima akan diolah melalui proses pemrograman dan ditampilkan pada halaman dashboard HMI Haiwell SCADA. Ini memungkinkan pengawasan data hasil pengukuran secara langsung dan memungkinkan pengguna untuk mengunduh data tersebut kapan saja dan di mana saja sesuai kebutuhan.

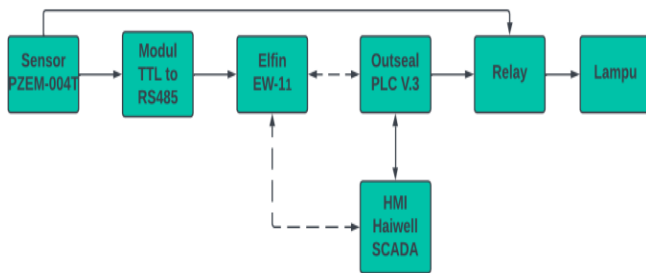
C. Rancangan Sistem Panel Daya



Gambar 8. Rancangan Sistem Panel Daya

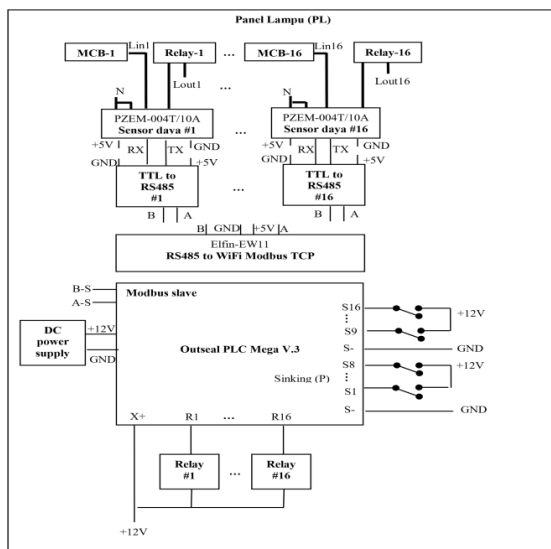
Didalam panel daya seperti rancangan pada gambar 8 hanya terdapat MCCB dan MCB yang berfungsi sebagai pengamanan instalasi arus listrik dari kerusakan akibat arus berlebihan dan hubungan singkat, serta memberi control yang mudah dan perlindungan yang handal terhadap resiko dan bahaya listrik, perbedaannya hanya pada kapasitasnya, pada MCB pemutus arus yang lebih rendah, yaitu hingga beberapa ratus *Ampere*, sedangkan pada MCCB dapat menangani yang lebih tinggi mencapai ribuan *Ampere*. Dan MCB tersebut terhubung ke masing-masing stop kontak yang ada di setiap ruangan. Sama seperti panel lampu, panel daya dikembangkan dengan ditambahkan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, energi dan penggunaan (kWh) namun berbeda pada maksimal pembacaan arus nya pada PZEM-004T dipanel lampi maksimal pembacaan arusnya sampai 10 *Ampere* sedangkan pada PZEM-004T pembacaan arusnya maksimal bisa sampai 100 *Ampere*. Serta ditambahkan juga sistem komunikasi secara wireless dengan menambahkan modul TTL to RS485 untuk mengubah jalur komunikasi dari Tx (Transmit) dan Rx (Receive) ke A dan B. dan modul elfin EW-11 untuk mengubah protokol komunikasi Modbus dari RS485 ke TCP/IP untuk mengirim data secara wireless ke HMI Haiwell SCADA.

D. Blok Diagram Panel Lampu



Gambar 8. Blok Diagram Panel Lampu

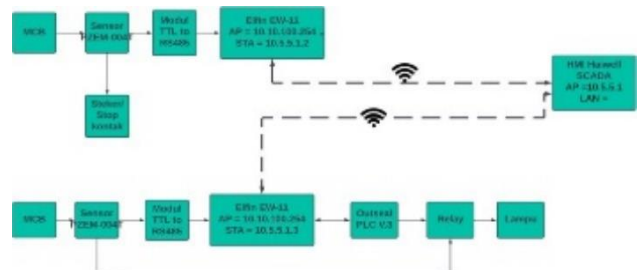
Sama seperti blok diagram panel daya, pada panel lampu gambar 8 juga ditambahkan sensor PZEM-004T hanya beda di ampere, untuk panel daya bias mencapai 100A sedangkan pada panel lampu sensor PZEM-004T maksimum hanya 10A. pada panel lampu juga ada mikrokontroler Outseal PLC Mega V.3 yang berfungsi sebagai kontrol lampu yang ada di gedung elektro lantai 2 menggantikan atmega826. Merancang sistem elektronik, memasang perangkat keras, menguji lampu hidup dan mati, menguji pembacaan data, menguji konektivitas, mengintegrasikan perangkat keras lain, mengukur, dan menganalisis data adalah metode yang digunakan untuk pengumpulan data dan kontrol lampu. Modbus RTU digunakan untuk komunikasi perintah dan data (Remote Terminal Unit) yang menggunakan kabel rs485, kemudian dikonversi menjadi modbus TCP/IP menggunakan modul elfinEW-11 sehingga komunikasi berubah dari kabel menjadi nirkabel. Data yang diperoleh ditransformasikan menggunakan Permogaman, dan dasbor Haiwell HMI Scada untuk menampilkan hasilnya.. Sehingga dapat melakukan kontrol lampu dan data hasil pembacaan secara real time dan jarak jauh, serta dapat melihat dan mendownload history pemakaian daya maupu energy yang telah digunakan.



Gambar 9. Rancangan Panel Lampu

Gambar 9 merupakan rancangan pengembangan dari panel lampu, mengganti mikrokontroler atmega dengan Outseal PLC mega v.3, menambahkan sensor ZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, energi, dan penggunaan (kWh), beserta modul TTL to RS485 yang digunakan untuk mengubah komunikasi TX dan RX menjadi A dan B, kemudian juga menambahkan modul elfin EW-11 yang berfungsi untuk mengubah komunikasi dari RS485 ke TCP/IP, agar pengiriman data menjadi wireless.

E. Sistem Komunikasi



Gambar 10 Blok Diagram Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi yang dipakai pada penelitian ini menggunakan kabel yang kemudian *diupgrade* menjadi wireless dengan cara menambahkan komponen-komponen seperti modul TTL to RS485, Modul elfin EW-11, modul TTL to RS485 digunakan untuk mengubah *port* TX dan RX sensor PZEM ke *port* A dan B untuk komunikasi dengan Modul Elfin EW-11. selanjutnya setiap modul elfinEW-11 disetting dengan memasukan IP Address, baudrate, dan yang lainnya agar dapat komunikasi secara wireless dengan HMI Haiwell Scada

F. Konfigurasi pada Elfin-EW11A

Tujuan dari konfigurasi EW11A adalah untuk menyediakan alamat IP dan memastikan kompatibilitas antara perangkat pengukur dan Scada Haiwell, serta pada saat pengiriman data tidak terjadi crash dan pengiriman datanya sesuai Adapun konfigurasinya yaitu:

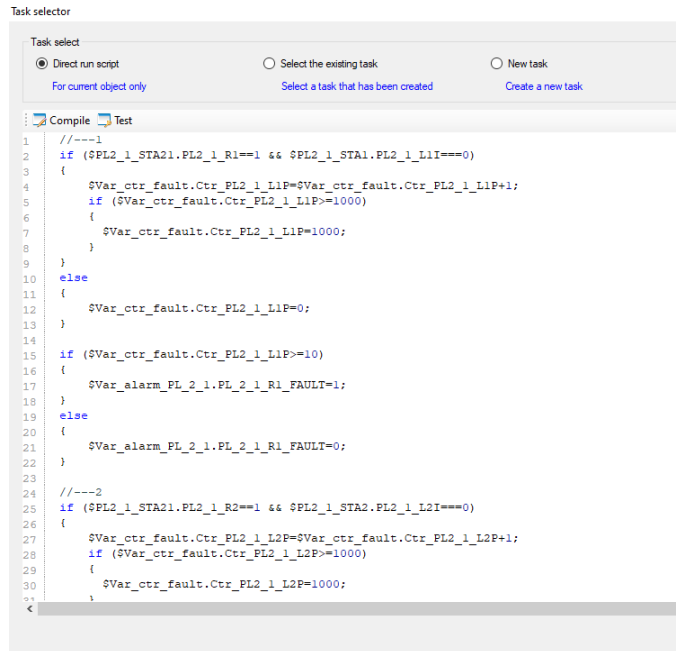
Tabel 2. Konfigurasi Iot Service

Host Name	EW11 ☐ HMI SCADA Lab otomasi EW11 ☐ -Panel Lampu R. EL-S2, Lab Robotika, Panel Daya R. EL-S2, Lab otomasi, Lab Robotika
IP Address (WAN IP)	10.5.5.1 ☐ HMI SCADA 10.5.5.2 ☐ Panel Lampu R.EL-S2 10.5.5.3 ☐ Panel Daya R.EL-S2 10.5.5.4 ☐ Panel Daya Lab.Otomasi 10.5.5.5 ☐ Panel Daya Lab.Robot 10.5.5.6 ☐ Panel Lampu Lab. Robot
Subnet Mask	255.255.255.0
Baudrate	9600

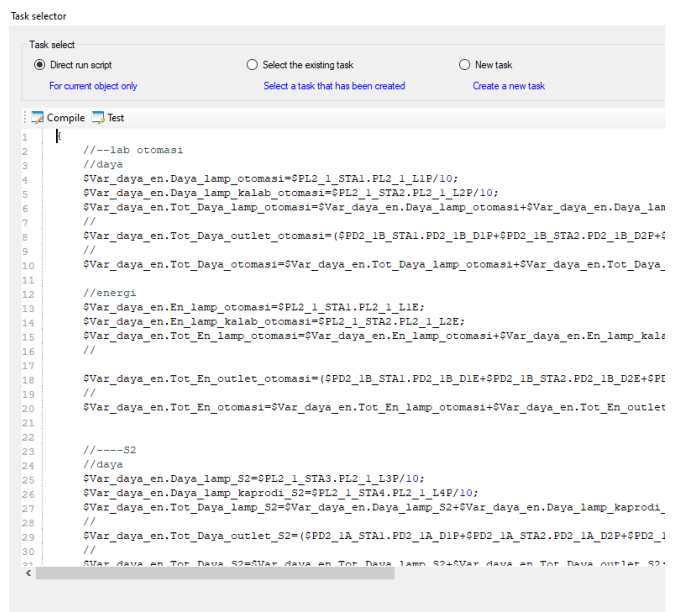
	PL2_1_L2E	Analog Input FC: 04	5	2	KaProdi EL-S2: Lamp E
4	PL2_1_L4V	Analog Input FC: 04	0	1	Koridor Selatan: Lamp V
	PL2_1_L4I	Analog Input FC: 04	1	2	Koridor Selatan: Lamp I
	PL2_1_L4P	Analog Input FC: 04	3	2	Koridor Selatan: Lamp P
	PL2_1_L4E	Analog Input FC: 04	5	2	Koridor Selatan: Lamp E
7	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	0	1	Ruang El- S2: Lamp V
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	1	2	Ruang El- S2: Lamp I
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	3	2	Ruang El- S2: Lamp P
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	5	2	Ruang El- S2: Lamp E

Pengalamatan Modbus digunakan untuk mengidentifikasi dan berkomunikasi dengan perangkat yang terhubung kedalam jaringan, pada pengalamatan Modbus kali ini digunakan agar sensor dapat berkomunikasi dan mengirim data secara wireless ke *HMI Haiwell SCADA* yang berfungsi sebagai AP (*Access Point*).

H. Event



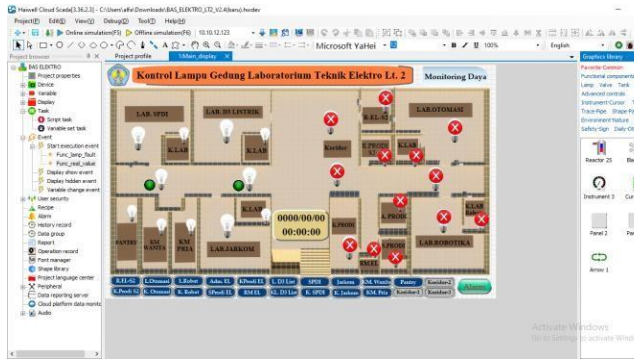
Gambar 13. Task Script/Program Alarm Fault



Gambar 14. Task Script/Program Pembagi

Pada Haiwell cloud SCADA ada fitur *task script* bertujuan untuk alarm lampu jika lampu pada lampu diruangan tidak nyala dalam 10 detik maka akan muncul symbol X pada gambar lampu dan pada task Script gambar 3.6 Dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan hasil keluaran agar sesuai dengan hasil pengukuran dari perangkat pengukur.

I. Dasbor Sistem Pemantauan pada Haiwell Scada



Gambar 15. Tampilan Display HMI Haiwell SCADA

Hal ini bertujuan untuk menampilkan Kontrol dari setiap ruangan yang terhubung di HMI dan dapat menghidupkan dan mematikan lampu dari HMI maupu dari *smartphone*.



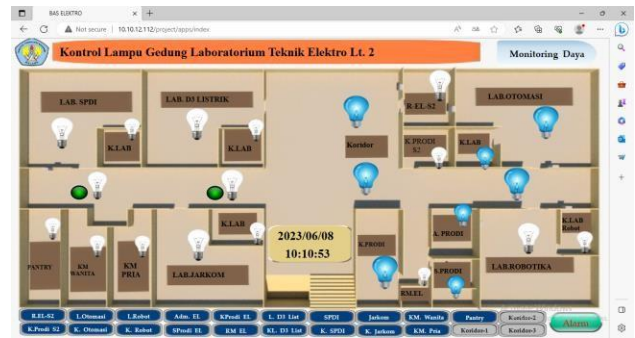
Gambar 16. Tampilan Monitoring HMI Haiwell SCADA

Tujuan dari ini adalah agar parameter keluaran dari perangkat pengukur dapat terlihat di dashboard Scada Haiwell dan perubahan parameter dapat terpantau secara *realtime* saat beroperasi.

IV. PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian

Sistem kontrol dan monitoring gedung laboratorium teknik elektro ITN Malang dapat di implementasikan menggunakan Scada Haiwell terlihat pada pada gambar 17. Sistem monitoring ini terdiri , PZEM-004T, Elfin-EW11A, Modul TTL to RS485, dan HMI Haiwell SCADA..



Gambar 17. Tampilan Dashboard HMI Haiwell SCADA



Gambar 18. Tampilan Monitoring Daya

Dalam percobaan sistem kontrol dan monitoring ini, komunikasi nya pada saat waktu sibuk atau pada siang hari sering terjadi eror atau kegagalan komunikasi antar perangkat dengan HMI, berbeda ketika pagi, sore, dan malam atau pada saat kondisi sepi komunikasi antar perangkat lancar dan minim terjadi eror. Saat ini peneliti untuk mengatasi kendala tersebut agar komunikasi dan pengiriman data minim eror.

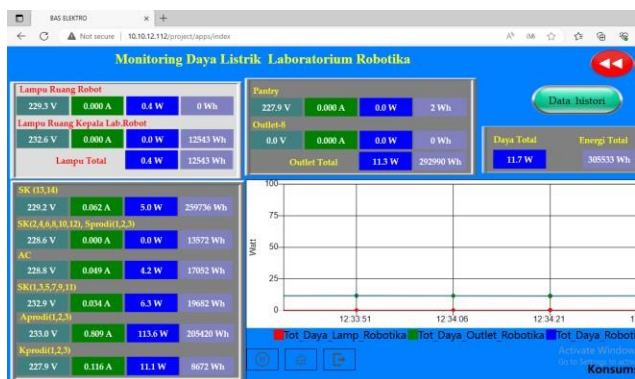
B. Real Time Graphic



Gambar 19. Monitoring Laboratorium Otomasi



Gambar 20. Monitoring Ruang S2



Gambar 21. Monitoring Laboratorium Robotika

Gambar 21 sampai 26 menunjukkan keluaran output antara Laboratorium Lab Otomasi, Ruang S2, Laboratoium Robotika dalam bentuk grafik dan bisa dilihat perubahannya secara *real time*

C. Hasil Pengujian Modul PZEM-004T

Pengujian ini mengukur semua parameter lampu. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk membandingkannya dengan akurata HMI SCADA Haiwell.

Tabel 6. Hasil Perbandingan Nilai Tegangan Alat Ukur DanTampilan Scada

Outlet	V Alat Ukur	V tampilan scada	Error (%)
AC	230	230,8	0,0034
Power Sp	230	230,8	0,0034
SK 5, 7, 9	235	235,7	0,0029
Outlet 4	235	235,5	0,0021
Outlet 5	230	231,9	0,0082
SK 2,3,6,4	231	232,1	0,0047
Meja 1, 2	231	231,1	0,0004
Rata-Rata			0,0347

Nilai error nilai rata-rata adalah 0,34% berdasarkan hasil perbandingan nilai tegangan alat rancangan dengan alat ukur.

Tabel 7. Hasil Perbandingan Arus Alat Rancang Dan Tampilanscada

Beban	I tampilan kWh meter	I tampilan scada	Error (%)
Hp	0,1	0,05	0,5
Lampu LED	0,1	0,05	0,5
Lampu Bohlam	0,2	0,08	0,6
Rice Cooker	0,1	0,2	1
Laptop	0,1	0,1	0
Komputer	0,3	0,4	0,3333333
Printer	0,1	0,2	1
Speaker	0,1	0,2	1
Grinda	1,2	1,4	0,1666667
AC	0,1	0	1
Rata-Rata			4

D. Hasil pengujian Waktu Delay

Pengujian pada saat pagi hari

Tabel 8. Pengujian Delay Panel Lampu

NO	Lab.Otomasi	KaLab.Otomasi	Lab.Robot
1	1	1	1,1
2	1	1,1	1,2
3	0,8	1,1	1
4	0,6	1,2	1,2
5	1	1,2	1,3
6	0,8	0,6	1,2
7	1	2,1	2
8	0,8	2	1,1
9	0,6	0,9	1
10	0,7	0,9	0,9
Rata-Rata			
0,83 Detik		1,21 Detik	1,09 Detik

Pada tabel 4. 3 dapat dilihat hasil dari pengujian delay pada pagi hari didapat rata-rata paling besar yaitu kalab.Otomasisekitar 1,21 detik lab.Otomasi sekitar 0,83 detik dan lab.robot sekitar 1,09 detik.

Pengujian pada saat siang hari

Tabel 9. Pengujian Delay Pada Saat Siang Hari

NO	Lab. Otomasi	KaLab. Otomasi	Lab.Robot
1	0,48	1,57	2,43
2	0,79	1,38	0,91
3	1,7	2,31	1,25
4	0,82	1,29	0,94
5	1,37	1,26	1,32
6	0,83	1,76	1,42

7	<u>0,56</u>	<u>1,41</u>	<u>1,45</u>
8	<u>0,48</u>	<u>1,16</u>	<u>0,94</u>
9	<u>0,97</u>	<u>2,29</u>	<u>1,39</u>
10	<u>0,64</u>	<u>1,1</u>	<u>1,3</u>
Rata-Rata			
	<u>0,91 Detik</u>	<u>1,55 Detik</u>	<u>1,33 Detik</u>

Berdasarkan Hasil pengujian alat waktu didapatkan waktu delay 1,21 detik untuk Lab.Otomasi, 0,99 Detik untuk KaLab Otomasi dan 1,11 detik untuk Lab.Robot.

V. PENUTUP

Menurut perbandingan antara nilai saat ini dari tampilan kWh meter dan tampilan scada, nilai kesalahan rata-rata adalah 4%.

A. Kesimpulan

Setelah melalui tahap perencanaan, pemasangan, pengujian, dan analisis data, kita dapat menyimpulkan bahwa "sistemotomasi tenaga listrik di lantai 2 gedung laboratorium Teknik Elektro ITN Malang" telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan sukses ini diantaranya yaitu :

1. Merancang sebuah sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) untuk mengontrol dan memonitoring sistem otomasi energi listrik di gedunglaboratorium elektro ITN Malang. Sistem ini akan memungkinkan pengawasan dan pengendalian jarak jauhterhadap operasi energi listrik di gedung laboratorium, serta menyediakan informasi penting terkait dengan penggunaan energi dan kinerja sistem secara real-time. Dengan adanya sistem SCADA, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keamanan operasi sistem otomasi energi listrik di gedung laboratorium elektro ITN Malang.
2. Saat merencanakan kerangka korespondensi jarak jauh antara HMI dan RTU, sangat penting untuk memastikan bahwa hubungan tautan antara meteran PZEM-004T, modul TTL ke RS485, dan modul EW-11 Elfin sudah benar dan tidak bebas atau terputus, sehingga cara yang paling umum untuk mengirim dan menerima informasi dapat berfungsi. Alamat IP modul EW-11 Elfin harus diatur terlebih dahulu sehingga transmisi dari setiap Power Board dan Light Board dapat dikirim dengan tepat, tidak ada kesalahan yang terjadi, dan pengujian ekstensif serta dukungan standar diharapkan dapat memastikan bahwa kerangka kerja ini bekerja denganbaik.
3. Hasil Pengujian Delay yang sudah dilakukan pada pagi hari dan siang hari,delay paling lama terjadi pada siang hari karena banyak nya yang menggunakan jaringan WIFI.

4. Perbandingan nilai eror yang ada ditampilkan pada tampilan SCADA dan alat ukur paling besar rata-rata9,3%.
5. Perbandingan nilai eror yang ditampilkan pada tampilan SCADA dan Kwh meter paling besar rata 9,4% yang menunjukkan bahwa alat yang dipasang sudah akurat.
6. Pengguna dapat download histori daya atau histori energisesuai kebutuhan.

VI. REFERENSI

- [1] M. Azhar and D. A. Satriawan, "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional," *Adm. Law Gov. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 398–412, 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [2] S. D. Chandra, H. Kusuma, and Suwito, "Desain Dan Implementasi Protokol Modbus Untuk Sistem Antrian Terintegrasi Pada Pelayanan Surat Izin Mengemudi(Sim) Di Kepolisian Resort," 2016.
- [3] "PENGEMBANGAN APLIKASI MONITORING DAN CONTROLLING LAMPU PENERANGAN GEDUNG TEKNIK ELEKTRO ITN MALANG BERBASIS WEB.pdf."
- [4] "Rancang Bangun App Kendali dan Monitoring Lampu Penerangan Terpusat Pada Gedung Teknik Elektro ITN Malang.pdf."
- [5] S. P. Sigalingging, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Universitas Telkom Menggunakan Scada Bebrbasis Plc Aplication Control System of Air Conditionair in Fte Telkom," *Telkomuniversity.Ac.Id*, vol. 100099, 2015, [Online]. Available: https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/100099/jurnal_eproc/aplikasi-sistem-kontrol-pendingin-udara-di-gedung-fte-universitas-telkom-menggunakan-scada-berbasis-plc.pdf
- [6] S. Tamboli, M. Rawale, R. Thoraiet, and S. Agashe, "Implementation of Modbus RTU and Modbus TCP communication using Siemens S7-1200 PLC for batch process," *2015 Int. Conf. Smart Technol. Manag. Comput. Commun. Control. Energy Mater. ICSTM 2015 - Proc.*, no. May, pp. 258–263, 2015, doi: 10.1109/ICSTM.2015.7225424.
- [7] Modicon, "Modicon Modbus Protocol Reference Guide Modicon Modbus Protocol Reference Guide,"p. 115, 1196.
- [8] T. Tosin, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light," *KomputikaJ. Sist. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.
- [9] N. Goldenberg and A. Wool, "Accurate modeling of Modbus/TCP for intrusion detection in SCADA systems," *Int. J. Crit. Infrastruct. Prot.*, vol. 6, no.

- 2, pp. 63–75, 2013, doi: 10.1016/j.ijcip.2013.05.001.
- [10] T. W. A. Putra, “Rancang Bangun Pembelajaran Jaringan Server dengan Sistem Server Cloud Virtual (Hypervisor),” *J. Transform.*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.26623/transformatika.v17i1.1360.
- [11] A. Bakhtiar, “Panduan Dasar Outscal PLC,” *Agung Bakhtiar*, pp. 1–183, 2019.
- [12] U. Manual *et al.*, “Elfin-EW1X User Manual”.
- [13] I. P. Nema, “Model Number Structure ■,” *Event (London)*, vol. 4, pp. 1–8, 2018

VII. BIODATA PENULIS



Nama saya adalah Mohammad Alfa Zaidanil Fikri, saya lahir di Pasuruan pada tanggal 25 Agustus 2000. Pendidikan awal saya dimulai di TK BaitulMutaqqin dari tahun 2005 hingga 2007, kemudian saya melanjutkan ke SDN 1 Purwosari dari tahun 2007 hingga 2013. Setelah itu, saya melanjutkan ke SMPN 1 Purwosari dari tahun 2013 hingga 2016, dan kemudian meneruskan pendidikan di SMKN1 Purwosari dari tahun 2016 hingga 2019. Pada tahun 2019, saya melanjutkan studi S1 di Fakultas Teknologi Industri, jurusan Teknik Elektro S-1, dengan program studi Teknik Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang.