

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

¹Mohammad Alfa Zaidanil Fikri ² Aryuanto Soetedjo ³Yudi Limpraptono

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

¹ 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 disetiap ruangan. Konfigurasi sistem ini menampilkan tampilan kontroll 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 loger,dan grafik, dan sistem kontrol untuk mengontrol lampu yang ada disetiap 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 penggeraknya. Kebutuhan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya dari 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 dan 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 krena aplikasi kendali berbasis web yang mengakses database akan sangat rentan dibobol.

Rancang Bangun Apikasi Kendali Dan Monitoring Lampu Penerangan Terpusat Pada Gedung Tenik 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 prosesn 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 mematakannya 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.

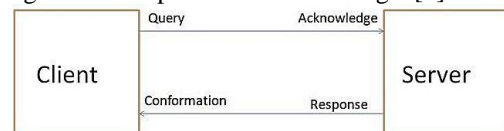
C. Modbus

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 2.2 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 konformasi ke server pada langkah keempat, yang dapat mengakibatkan koneksi TCP terputus. Pada langkah kedua, server mengirimkan respons untuk kode fungsi.[9]



Gambar 2. 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. 2 Haiwell HMI SCADA

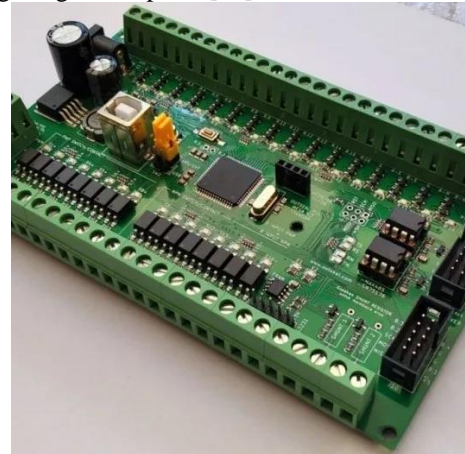
HMI Haiwell SCADA yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan tipe B7S dengan spesifikasi sebagai berikut.

- 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 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 computer.[11]



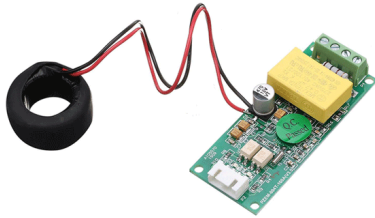
Gambar 2. 3 Outseal PLC Mega V.3

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 16 digital input jenis sinking sourcing, internasional standart, IEC 61131-2, 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 Width Modulation(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 8⁰C

G. PZEM-004T

PZEM-017 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 2. 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 menjadi solusi yang mudah digunakan[12].



Gambar 2.5 Elfin-EW11A

III. METODOLOGI PENELITIAN

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

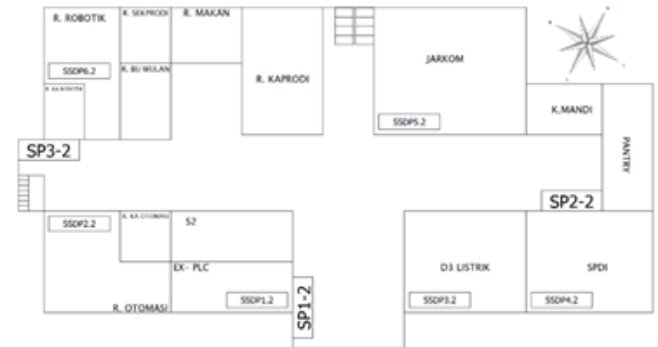
A. Survei Lapangan

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 Tabel3. 1 dan Gambar3. 1

Tabel3. 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.

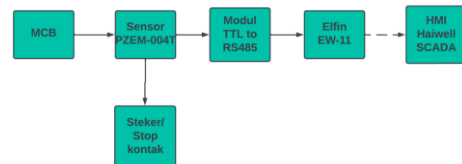
	Otomasi)
SP2.2 (Panel Depan Lab. SPDI)	SSDP3.2 (Panel Dalam Lab. D3 Listrik)
	SSDP4.2 (Panel Dalam Lab. SPDI)
	SSDP5.2 (Panel Dalam Lab. Jarkom)
SP3.2 (Panel Depan Lab. Otomasi)	SSDP6.2 (Panel Dalam Lab. Robotika)



Gambar 3. 1 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 mikrokontroler berdaya rendah dengan spesifikasi 4K bytes in-system programmable flash, 32 port I/O, 128 x 8bit 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 digedung 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

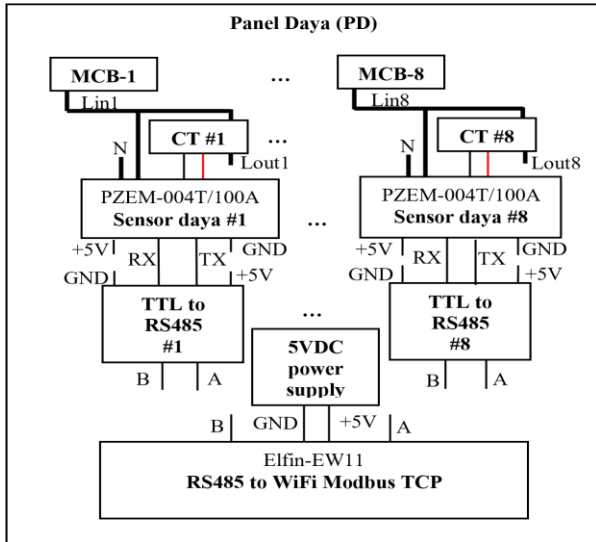


Gambar 3. 2 Blok diagram panel daya

Sensor PZEM-004T telah ditambahkan untuk melakukan pengukuran terhadap keluaran dari beban yang digunakan dalam penelitian ini. 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 Huawei 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.

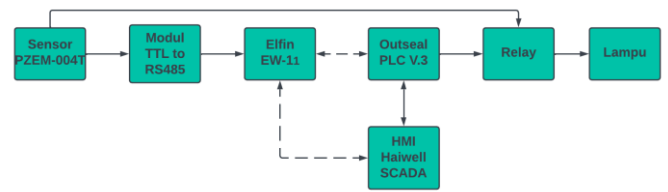
C. Rancangan Sistem Panel Daya



Gambar 3. 3Rancangan sistem panel daya

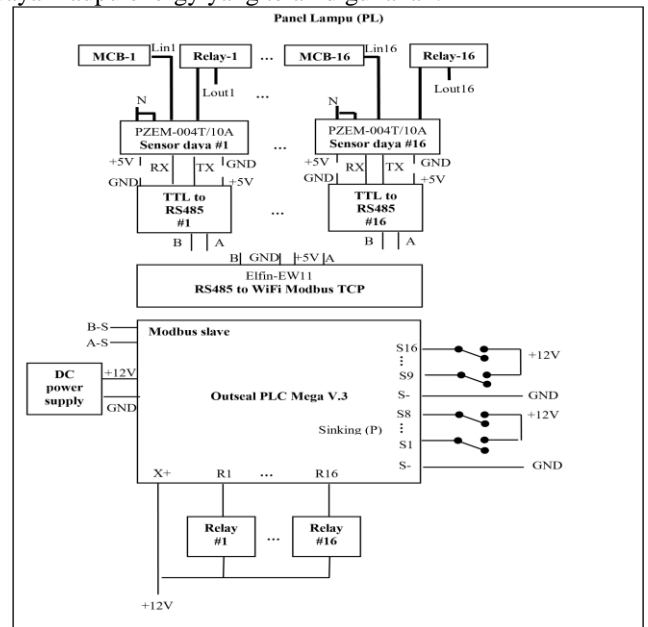
Didalam panel daya hanya terdapat MCCB dan MCB yang berfungsi sebagai pengaman instalasi arus listrik dari kerusakan akibat arus berlebihan dan hubungan singkat, serta memberi control yang mudah dan perlindungan yang handal terhadap resiko dan bahaya listrik, perbedaannya hanya pada kapasitasnya, pada 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, energi dan penggunaan (kWh) namun berbeda pada maksimal pembacaan arusnya 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 3. 4Blok diagram panel lampu

Sama seperti blok diagram panel daya, pada panel lampu 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 elfin EW-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.

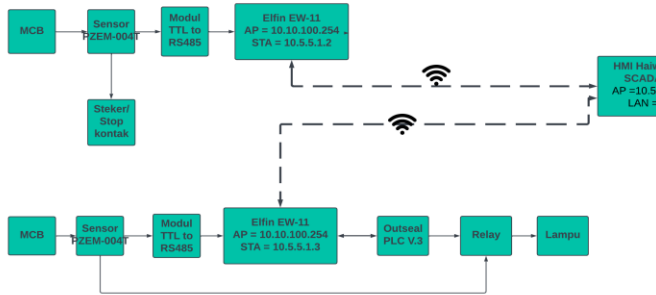


Gambar 3. 5Rancangan panel lampu

Gambar 3.5 merupakan rancangan pengembangan dari panel lampu, mengganti mikrokontroler atmega dengan Outseal PLC mega v.3, menambahkan sensor PZEM-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 3. 6 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 elfin EW-11 disetting dengan memasukan IP Address, baudrate, dan yang lainnya agar dapat komuikasi secara wireless dengan HMI Haiwell Scada

F. Konfigurasi pada Elfin-EW11A

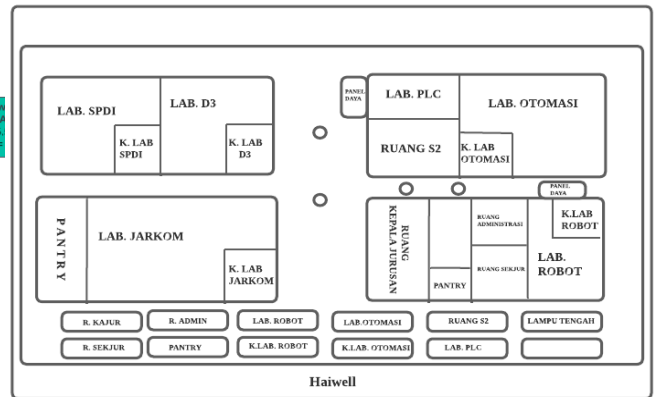
Tujuan dari konfigurasi EW11A adalah untuk menyediakan alamat IP dan memastikan kompatibilitas antara perangkat pengukur dan Scada Haiwell,serta pada saat pengiriman data tidak terjadi crash dan pengriman datanya sesuai Adapun konfigurasinya yaitu :

Tabel3. 2Konfigurasi 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
Data Bit	8
Stop Bit	1
Parity	None
Protocol	TCP-SERVER
Rout	UART
LAN	
IP Address	10.10.100.254 →Panel Lampu, Panel Daya R.EL-S2, Panel Lampu, Panel

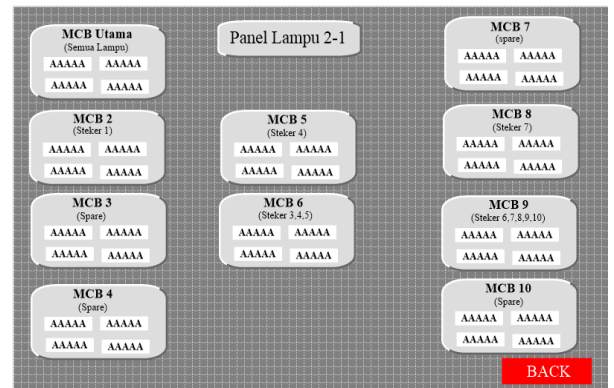
	Daya Lab. Robot, Panel Lab. Otomasi
Subnet Mask	255.255.255.0

G. Rancangan Tampilan HMI Haiwell SCADA



Gambar 3. 7Rancangan tampilan display

Tampilan HOME : HMI akan menampilkan tampilan awal / tampilan default ketika HMI standby. Isi tampilan ini kurang lebih adalah gambar denah lantai 2 gedung teknik elektro ITN MALANG yang diberi tombol-tombol untuk mengontroll lampu,serta ditambahkan gambar panel untuk pindah ke display selanjutnya, yaitu display untuk monitoring pemakaian daya



Gambar 3. 8Rancangan tampilan monitoring

Tampilan display panel daya : setelah tampilan home selanjutnya ada tampilan display panel daya, jika menekan gambar panel di HMI haiwell SCADA maka akan muncul tampilan monitoing yang diukur oleh sensor PZEM-004T di setiap MCB dipanel daya, sensor PZEM sendiri membaca Tegangan, Arus, Daya aktif, energi yang digunakan

Tabel3. 3Rancangan pengalamatan Modbus

St. Adrs	Variabel Nama	Regis Type	Regis Adrs	Regis Lnght	Keterangan
21	PL2_1_R1	Digital Output FC: 01 05	0	1	KaLab. Otomasi: Lamp
	PL2_1_B1	Digital Output FC: 01 05	128	1	KaLab. Otomasi: PB
	PL2_1_R2	Digital Output FC: 01 05	1	1	KaProdi EL-S2: Lamp
	PL2_1_	Digital	129	1	KaProdi EL-S2:

	B2	Output FC: 01 05			PB
	PL2_1_ R4	Digital Output FC: 01 05	3	1	Koridor Selatan: Lamp
	PL2_1_ B4	Digital Output FC: 01 05	131	1	Koridor Selatan: PB
	PL2_1_ R7	Digital Output FC: 01 05	6	1	Ruang EI-S2: Lamp
	PL2_1_ B7	Digital Output FC: 01 05	134	1	Ruang EI-S2: PB

Tabel3. 4Pengalamanatn modbus panel lampu

St. Adrrs	Variabel Nama	Regis Type	Regis Adrrs	Regis Lnght	Keterangan
1	PL2_1_L1V	Analog Input FC: 04	0	1	KaLab. Otomasi: Lamp V
	PL2_1_L1I	Analog Input FC: 04	1	2	KaLab. Otomasi: Lamp I
	PL2_1_L1P	Analog Input FC: 04	3	2	KaLab. Otomasi: Lamp P
	PL2_1_L1E	Analog Input FC: 04	5	2	KaLab. Otomasi: Lamp E
2	PL2_1_L2V	Analog Input FC: 04	0	1	KaProdi EL-S2: Lamp V
	PL2_1_L2I	Analog Input FC: 04	1	2	KaProdi EL-S2: Lamp I
	PL2_1_L2P	Analog Input FC: 04	3	2	KaProdi EL-S2: Lamp P
	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 EI-S2: Lamp V
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	1	2	Ruang EI-S2: Lamp I
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	3	2	Ruang EI-S2: Lamp P
	PL2_1_L7V	Analog Input FC: 04	5	2	Ruang EI-S2: Lamp E

Pengalamanatn Modbus digunakan untuk mengidentifikasi dan berkomunikasi dengan perangkat yang terhubung kedalam jaringan, pada pengalamanatn 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

```

Task selector
Task select
 Direct run script
 Select the existing task
 New task
For current object only
Select a task that has been created
Create a new task

Compile Test
1 //---1
2 if ($PL2_1_STA21.PL2_1_R1==1 && $PL2_1_STA1.PL2_1_L1I===0)
3 {
4     $Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P=$Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P+1;
5     if ($Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P>=1000)
6     {
7         $Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P=1000;
8     }
9 }
10 else
11 {
12     $Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P=0;
13 }
14
15 if ($Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L1P>=10)
16 {
17     $Var_alarm_PL_2_1.PL_2_1_R1_FAULT=1;
18 }
19 else
20 {
21     $Var_alarm_PL_2_1.PL_2_1_R1_FAULT=0;
22 }
23
24 //---2
25 if ($PL2_1_STA21.PL2_1_R2==1 && $PL2_1_STA2.PL2_1_L2I===0)
26 {
27     $Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L2P=$Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L2P+1;
28     if ($Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L2P>=1000)
29     {
30         $Var_ctr_fault.Ctr_PL2_1_L2P=1000;
31     }
32 }
33 }

```

Gambar 3. 9 Task script/program alarm fault

```

Task selector
Task select
 Direct run script
 Select the existing task
 New task
For current object only
Select a task that has been created
Create a new task

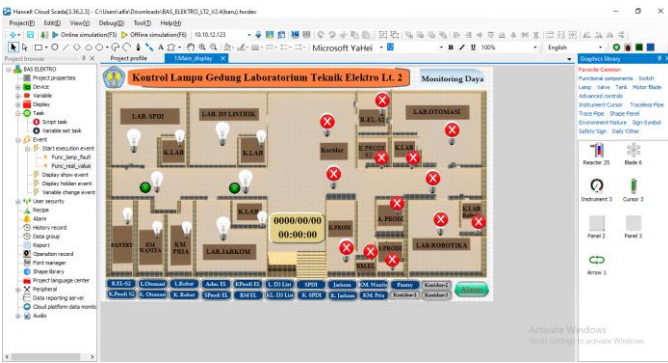
Compile Test
1 //---lab otomasi
2 //days
3 $Var_daya_en.Daya_lamp_otomasi=$PL2_1_STA1.PL2_1_L1P/10;
4 $Var_daya_en.Daya_lamp_kalab_otomasi=$PL2_1_STA2.PL2_1_L2P/10;
5 $Var_daya_en.Tot_Daya_lamp_otomasi=$Var_daya_en.Daya_lamp_otomasi+$Var_daya_en.Daya_lan
6 //
7 $Var_daya_en.Tot_Daya_outlet_otomasi=($PD2_1B_STA1.PD2_1B_D1P+$PD2_1B_STA2.PD2_1B_D2P+$
8 //
9 $Var_daya_en.Tot_Daya_otomasi=$Var_daya_en.Tot_Daya_lamp_otomasi+$Var_daya_en.Tot_Daya
10 //energi
11 //days
12 $Var_daya_en.En_lamp_otomasi=$PL2_1_STA1.PL2_1_L1E;
13 $Var_daya_en.En_lamp_kalab_otomasi=$PL2_1_STA2.PL2_1_L2E;
14 $Var_daya_en.Tot_En_lamp_otomasi=$Var_daya_en.En_lamp_otomasi+$Var_daya_en.En_lamp_kal
15 //
16 $Var_daya_en.Tot_En_outlet_otomasi=($PD2_1B_STA1.PD2_1B_D1E+$PD2_1B_STA2.PD2_1B_D2E+$P
17 //
18 $Var_daya_en.Tot_En_otomasi=$Var_daya_en.Tot_En_lamp_otomasi+$Var_daya_en.Tot_En_outlet
19 //---S2
20 //days
21 $Var_daya_en.Daya_lamp_S2=$PL2_1_STA3.PL2_1_L3P/10;
22 $Var_daya_en.Daya_lamp_kaprodi_S2=$PL2_1_STA4.PL2_1_L4P/10;
23 $Var_daya_en.Tot_Daya_lamp_S2=$Var_daya_en.Daya_lamp_S2+$Var_daya_en.Daya_lamp_kaprodi
24 //
25 $Var_daya_en.Tot_Daya_outlet_S2=($PD2_1A_STA1.PD2_1A_D1P+$PD2_1A_STA2.PD2_1A_D2P+$PD2_1
26 //
27 $Var_daya_en.Tot_Daya_S2=$Var_daya_en.Tot_Daya_lamp_S2+$Var_daya_en.Tot_Daya_outlet_S2
28 }

```

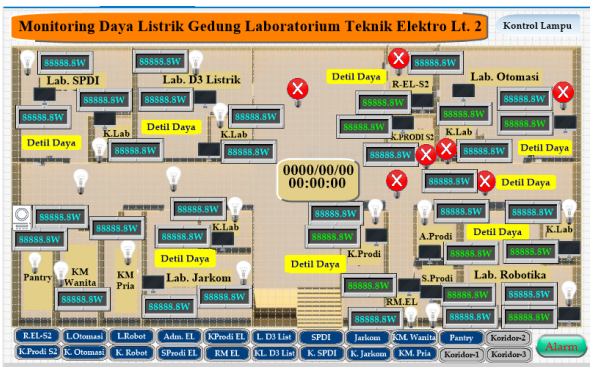
Gambar 3. 10 Task script/program pembagi

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 3. 11Tampilan display HMI Haiwell SCADA Hal ini bertujuan untuk menampilkan Kontroll dari setiap ruangan yang terhubung di HMI dan dapat menghidupkan dan mematikan lampu dari HMI maupu dari *smartphone*.



Gambar 3. 12Tampilan 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.

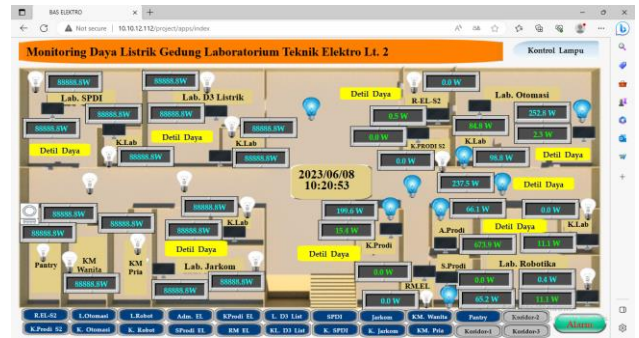
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Sistem kontrol dan monitoring gedung laboratorium teknik elektro ITN malang dapat di implementasikan menggunakan Scada Haiwell terlihat pada pada gambar 4.1 . Sistem monitoring ini terdiri , PZEM-004T, Elfin-EW11A, Modul TTL to RS485, dan HMI Haiwell SCADA..



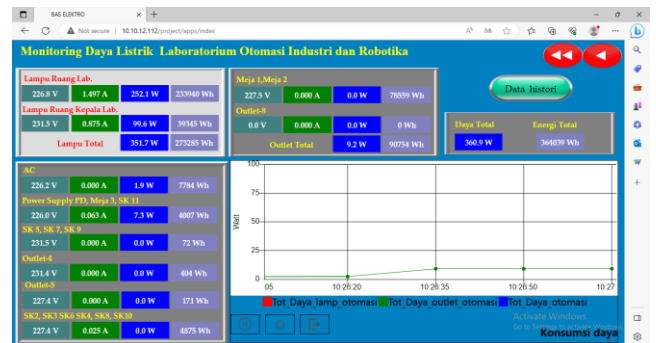
Gambar 4. 1Tampilan dashboard HMI Haiwell SCADA



Gambar 4. 2Tampilan 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 lancer dan minim terjadi eror. Saat ini peneliti untuk mengatasi kendala tersebut agar komunikasi dan pengiriman data minim eror.

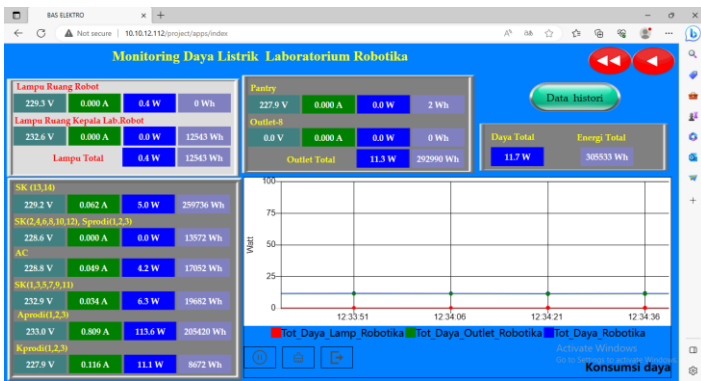
B. Real Time Graphic



Gambar 4. 3Monitoring laboratorium otomasi



Gambar 4. 4Monitoring ruang S2



Gambar 4. 5Monitoring laboratorium robotika

Gambar 4.3 sampai 4. 5 menunjukkan keluaran output antara Laboratorium Lab Otomasi, Ruang S2, Laboratorium 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 4. 1Hasil perbandingan nilai tegangan alat ukur dan tampilan 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 4. 2Hasil perbandingan arus alat rancang dan tampilan scada

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

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

D. Hasil pengujian Waktu Delay

Pengujian pada saat pagi hari

Tabel 4. 3Pengujian 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.Otomasi sekitar 1,21 detik lab.Otomasi sekitar 0,83 detik dan lab.robot sekitar 1,09 detik.

Pengujian pada saat siang hari

Tabel 4. 4pengujian 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	0,56	1,41	1,45
8	0,48	1,16	0,94
9	0,97	2,29	1,39
10	0,64	1,1	1,3
Rata-Rata			
	0,91 Detik	1,55 Detik	1,33 Detik

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

A. Kesimpulan

Setelah melalui tahap perencanaan, pemasangan, pengujian, dan analisis data, kita dapat menyimpulkan bahwa "sistem otomasi 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 gedung laboratorium elektro ITN Malang. Sistem ini akan memungkinkan pengawasan dan pengendalian jarak jauh terhadap 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 dengan baik.
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-rata 9,3%.
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 energi sesuai kebutuhan.

VI. REFRENSI

VII.

- [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 Application 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,” *Komputika J. 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 Outseal 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.

VIII. BIODATA PENULIS



Nama saya adalah Mohammad Alfa Zaidanil Fikri, saya lahir di Pasuruan pada tanggal 25 Agustus 2000. Pendidikan awal saya dimulai di TK Baitul Mutaqqin 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 SMKN 1 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