

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS SISTEM OTOMASI ENERGI LISTRIK DI GEDUNG LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO ITN MALANG

¹Rafi Bahtiar Putra, ²Prof.Dr.Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT. ³Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia
¹rafibahtiar16@gmail.com, ²aryuanto@gmail.com, ³irrine@lecturer.itn.ac.id

Abstract— *Perkembangan sistem otomatisasi energi listrik seiring berjalannya waktu menunjukkan tingkat kemajuan, Dilihat dari kemajuan teknologi seperti pengontrolan jarak jauh dan otomatis. Dengan adanya sistem otomasi listrik, operator sistem kelistrikan dapat mengurangi ketergantungan pada pengoperasian manual, meningkatkan efisiensi operasional, dan meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan. Penambahan perangkat keras menggunakan sistem otomasi PLC Outseal dan Haiwell HMI Scada yaitu untuk menghubungkan kendali otomatis antara manusia dengan mesin yang bertujuan untuk mengontrol sistem otomasi energi serta untuk mempermudah akses pengendalian dan monitoring penggunaan listrik saat berada jauh dari saklar/pushbutton, menyesuaikan perangkat keras sistem otomasi energi listrik agar sesuai dengan kondisi yang berada di lapangan serta terkoneksi dengan perangkat lunak yang juga dikembangkan untuk memaksimalkan otomatisasi Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang. Hasil yang didapat dengan adanya sistem otomatisasi ini dapat mempermudah pada saat proses menyalakan dan mematikan lampu serta perangkat keras mampu mengontrol daya dan beban sesuai dengan perintah*

Kata Kunci—*Otomatisasi, Outseal PLC, HMI, Energi listrik*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sistem otomatisasi energi listrik seiring berjalannya waktu menunjukkan tingkat kemajuan, Hal ini dapat dilihat dari adanya kemajuan teknologi, seperti pengontrolan jarak jauh dan otomatis. Energi listrik menjadi salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan terutama didalam kampus, Sistem otomasi listrik merujuk pada penggunaan teknologi dan perangkat lunak untuk mengendalikan, mengawasi, dan mengotomatiskan operasi dalam sistem kelistrikan. Dengan adanya sistem otomasi listrik, operator sistem kelistrikan dapat mengurangi ketergantungan pada pengoperasian manual, meningkatkan efisiensi operasional, dan meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan[1]. Kebutuhan akan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan produktivitas dilingkungan kampus. 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 bangunan adalah sebuah integrasi dari berbagai sistem, termasuk listrik, mekanik, dan peralatan berbasis

mikroprosesor yang saling berkomunikasi dan terhubung ke komputer. *Building Automation System* (BAS) adalah contoh sistem kontrol terdistribusi yang mengatur berbagai aspek layanan di bangunan, seperti pemantauan, pengaturan penerangan, dan pengendalian suhu, dengan tujuan menghemat energi dan mengurangi biaya perawatan. Dibandingkan dengan pendekatan manual, sistem ini jauh lebih efisien dan memberikan kemudahan dalam mengontrol penggunaan energi listrik di berbagai ruangan secara otomatis.[2].

Hal ini dapat dilihat dari penggunaan mikrokontroler di setiap panel penerangan, baik di Gedung Pengajaran maupun di Gedung Laboratorium. Penambahan perangkat keras menggunakan sistem otomasi *PLC Outseal* dan *Haiwell HMI Scada* untuk menghubungkan kendali otomatis antara manusia dengan mesin yang bertujuan untuk mengontrol sistem otomasi energi[3].

Maksud dari dilakukannya perancangan ini adalah untuk mempermudah akses pengendalian serta monitoring penggunaan listrik saat berada jauh dari saklar/*pushbutton*, menyesuaikan perangkat keras sistem otomasi energi listrik agar sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan serta terkoneksi dengan perangkat lunak yang juga dikembangkan untuk memaksimalkan otomatisasi Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Aplikasi yang dirancang dan dibangun untuk mengendalikan serta memonitor lampu penerangan di Gedung Teknik Elektro ITN Malang, yang dibuat oleh Juni Satrya, Yusuf Nakhoda, dan Aryuanto Soetedjo pada tahun 2012, bertujuan untuk menyederhanakan proses pengendalian dan pemantauan lampu dari lokasi yang berbeda. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak IDE Delphi. Keunggulan utama dari pembuatan aplikasi ini adalah mempermudah proses pemantauan dan pengendalian lampu di gedung, sehingga lampu penerangan dapat dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan. Namun, keterbatasan dari sistem ini adalah bahwa pengendalian dan pemantauan lampu hanya dapat dilakukan melalui jaringan lokal dan terbatas pada satu lokasi[4].

B. Main Distribution Panel (MDP)

Main Distribution Panel (MDP) adalah sebuah panel distribusi listrik utama yang terdapat dalam sebuah sistem listrik. MDP berfungsi untuk menerima arus listrik dari sumber daya utama dan mendistribusikannya ke berbagai beban listrik di dalam bangunan atau fasilitas. MDP juga dilengkapi dengan perangkat perlindungan seperti pemutus tenaga (MCB) atau pemutus tenaga tanah untuk melindungi sistem dari gangguan listrik seperti korsleting atau lonjakan tenaga. Fungsi utama MDP adalah untuk memastikan distribusi tenaga yang aman, terkontrol, dan efisien ke berbagai bagian bangunan[4]. MDP atau Main Distribution Panel yang terletak di setiap gedung jurusan, Gedung Jurusan Teknik Elektro S-1 memiliki 2 MDP, satu di Gedung Pengajaran dan satu di Gedung Laboratorium. Untuk MDP Gedung Pengajaran mensuplai seluruh kebutuhan tenaga di gedung tersebut mulai dari lantai 1 sampai lantai 3. Ruangan yang ada di Gedung Pengajaran, antara lain perpustakaan, ruang pengajaran, kamar mandi, musholla, koridor tiap lantai, ruang – ruang kelas, Ruang Amphi I dan Ruang Amphi II. Dari MDP ini kemudian menuju SDP yang ada di setiap lantai. Untuk sistem penerangan dan panel tenaga per ruangan di atur dan di distribusikan melalui SP dan SSDP.



Gambar 1 Panel Main Distribution Panel

C. Sub Distribution Panel (SDP)

Sub Distribution Panel (SDP) adalah sebuah panel distribusi tenaga yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga dari Main Distribution Panel (MDP) ke sirkuit-sirkuit dan beban-beban yang lebih kecil di dalam suatu bangunan atau area tertentu. SDP biasanya terletak di dekat atau di dalam area yang membutuhkan pasokan tenaga, seperti ruang kantor, ruang produksi, atau lantai bangunan tertentu. SDP memiliki fungsi yang serupa dengan MDP, namun dengan kapasitas dan tingkat distribusi yang lebih terbatas[5]. SDP dapat berupa panel tenaga yang dilengkapi dengan pemutus tenaga (MCB), dan perangkat perlindungan lainnya untuk mengontrol dan melindungi aliran tenaga ke sirkuit-sirkuit dan beban-beban yang terhubung ke panel tersebut. SDP kemudian mendistribusikan tenaga yang diterima dari MDP ke sirkuit-sirkuit dan beban-beban di area yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan tenaga di area tersebut. Hal ini memudahkan dalam pengaturan, pemeliharaan, dan penanganan gangguan tenaga, serta memungkinkan adanya kontrol yang lebih spesifik terhadap aliran tenaga di area-area tertentu. SDP juga dapat dilengkapi dengan meteran tenaga yang digunakan untuk mengukur penggunaan tenaga di sirkuit-sirkuit dan beban-

beban yang terhubung ke panel tersebut. Dengan adanya SDP, sistem distribusi tenaga di dalam bangunan menjadi lebih fleksibel, efisien, dan dapat diatur secara terpusat sesuai dengan kebutuhan tenaga di masing-masing area.



Gambar 2 Panel Sub Distribution Panel

D. Panel Penerangan (SP)

Panel Penerangan (SP) adalah sebuah panel distribusi tenaga yang khusus digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan tenaga untuk keperluan penerangan di suatu bangunan atau area. SP biasanya terletak di dekat atau di dalam area yang membutuhkan pasokan tenaga untuk lampu penerangan, seperti ruang kantor, ruang pertemuan, atau area umum di dalam bangunan. Fungsi utama dari SP adalah untuk menghubungkan dan mengendalikan aliran tenaga ke sirkuit-sirkuit penerangan yang terhubung ke panel tersebut. SP biasanya dilengkapi dengan sakelar dan pemutus tenaga (MCB) yang memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau mematikan lampu penerangan sesuai kebutuhan. Panel Penerangan juga dapat dilengkapi dengan perangkat pengendali lainnya, seperti timer atau sensor gerak, yang memungkinkan pengaturan otomatis terhadap penerangan di suatu area.



Gambar 3 Panel Penerangan

E. Panel Tenaga (SSDP)

Panel Tenaga (SSDP) adalah singkatan dari "Switchgear and Substation Distribution Panel". SSDP adalah sebuah panel distribusi tenaga yang digunakan dalam sistem tenaga pada substation atau gardu induk. Namun sama halnya SSDP yang digunakan di gedung berfungsi untuk mengatur, mengontrol, dan mendistribusikan tenaga listrik yang diterima dari sumber utama ke berbagai saluran dan beban di dalam substation. SSDP biasanya terletak di dalam bangunan substation dan berfungsi sebagai pusat pengendalian dan distribusi tenaga.



Gambar 4 Panel SSDP

F. Software AutoCad

Software (perangkat lunak) yang bersifat mendukung suatu sistem desain atau gambar rangkaian listrik adalah AutoCad. Software tersebut diperlukan karena kepentingan simulasi perencanaan/analisis sebelum mengerjakan proyek pada bidang tenaga listrik. Terdapat berbagai mode untuk menggunakan auto cad, Hanya dua mode kerja pada Software tersebut yang digunakan dalam membuat pekerjaan pengkabelan instalasi listrik dengan singleline diagram.

G. Spesifikasi Sistem

1. Miniature Circuit Breaker (MCB)

Miniature Circuit Breaker Schneider Merlin Gerin multi9 NC45a C10 1 fasa Sebagai perangkat keras sistem MCB memiliki peran yang berfungsi membatasi arus serta pengaman saat terjadi beban lebih dan sebagai pembagi grup lampu ke relay lampu ataupun ke stopkontak pada setiap ruangan[6]



Gambar 5 Miniature Circuit Breaker

2. POWER SUPPLY

Power supply adalah sebuah perangkat elektronik yang bertugas untuk mengubah tegangan listrik dari sumber daya yang ada (seperti stop kontak AC) menjadi tegangan 12 volt DC (Direct Current). Tegangan DC ini biasanya digunakan dalam banyak perangkat elektronik, seperti komputer, televisi, kamera, peralatan audio, dan perangkat elektronik lainnya. Power supply 12 volt umumnya memiliki konektor atau kabel output yang kompatibel dengan perangkat elektronik yang membutuhkan tegangan 12 volt. Beberapa power supply 12 volt juga dilengkapi dengan fitur pengaturan tegangan atau perlindungan terhadap lonjakan tegangan atau arus yang tidak stabil. Penting untuk memastikan bahwa perangkat elektronik yang akan digunakan dengan power supply 12 volt dapat menerima tegangan tersebut. Sebelum menggunakan power supply, periksa spesifikasi dan persyaratan tegangan perangkat tersebut, dan pastikan

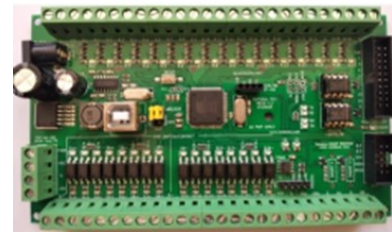
bahwa power supply yang digunakan sesuai dengan persyaratan tersebut.



Gambar 6 Power Supply

3. PLC OUTSEAL

PLC OUTSEAL adalah teknologi otomasi yang dikembangkan oleh anak bangsa, yang memiliki kesamaan dalam dasar dengan Arduino, tetapi memungkinkan pemrograman menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram. Untuk mengatur PLC OUTSEAL, diperlukan penggunaan perangkat lunak bernama Outseal Studio, yang juga merupakan produk yang berasal dari Outseal. [7]. PLC OUTSEAL yang digunakan adalah versi PLC OUTSEAL MEGA V3, yang telah sesuai dengan standar internasional IEC 61131-2. Perangkat ini dilengkapi dengan perangkat lunak gratis, dan komponen kerasnya merupakan open hardware yang bisa dirakit secara manual. Selain itu, PLC ini mendukung komunikasi melalui modbus RTU dengan HMI, dan memiliki kemampuan untuk beroperasi secara mandiri tanpa harus terhubung dengan komputer.



Gambar 7 Outseal PLC

4. PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah modul komunikasi AC yang sering digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan AC, daya aktif, frekuensi, faktor daya, dan energi aktif. Modul sensor ini memiliki dua versi, yaitu PZEM-004T 10A yang memiliki kemampuan mengukur hingga 10A (dengan shunt terintegrasi), dan PZEM-004T 100A yang mampu mengukur hingga 100A. Untuk membaca data-data dari modul ini, tidak ada tampilan langsung pada modul PZEM-004T; sebaliknya, digunakan modul Elfin EW11 Serial Converter Modbus RS485 to WiFi.



Gambar 8 PZEM-004T

5. TTL to RS485

(Transistor-Transistor Logic) to RS485 adalah sebuah konverter atau modul yang digunakan untuk mengubah

sinyal TTL menjadi sinyal RS485. Fungsi utama dari TTL to RS485 adalah memungkinkan komunikasi antara perangkat yang menggunakan protokol TTL dengan perangkat yang menggunakan protokol RS485.

Dengan menggunakan TTL to RS485, sinyal TTL yang dihasilkan oleh perangkat seperti mikrokontroler dapat diubah menjadi sinyal RS485. Hal ini memungkinkan perangkat tersebut untuk berkomunikasi dengan perangkat lain yang menggunakan protokol RS485, seperti sensor, aktuator, atau perangkat lain dalam sistem jaringan industri. Dengan demikian, fungsi TTL to RS485 sebagai integrasi antara perangkat yang menggunakan sinyal TTL dengan perangkat yang menggunakan sinyal RS485, memungkinkan komunikasi yang handal dan jarak transmisi yang lebih jauh dalam sistem jaringan industri.



Gambar 9 TTL to RS485

6. Modul Elfin EW11

Modul Elfin EW11 Serial Converter Modbus RS485 to WiFi adalah protokol komunikasi yang mendukung koneksi wireless dan penyimpanan flash memory, protokol TCP/IP, enkripsi berstandar, serta memiliki tegangan kerja antara 5 – 18VDC.



Gambar 10 Modul Elfin EW11

7. Relay

Relay yang digunakan dalam rangkaian kelistrikan ini adalah jenis OMRON MK2P-I, spesifikasi tipe Standar dengan koil AC/DC dengan nilai batas 250VAC/28VDC 10A. Relay ini sudah dibekali dengan indikator built-in (indikator mekanik dan indikator LED), diode surge, dan varistor surge. Relay yang umum digunakan dalam rangkaian kelistrikan karena pemasangannya mudah, memiliki umur panjang/tidak mudah rusak, dan pemeriksaan atau perawatannya mudah cukup dicek melalui indikator yang ada pada relay atau dites menggunakan multimeter.



Gambar 11 Relay

8. Human Machine Interface

Human Machine interface (HMI) sebagai antarmuka monitoring, pengendalian otomatis, dan menampilkan parameter yang dipantau. Tampilan di HMI dibuat menggunakan software SCADA.



Gambar 12 Haiwell HMI SCADA

9. Instalasi Komponen

Pengembangan yang akan dilakukan tidak mengubah sistem pengkabelan yang sudah ada, melainkan hanya melakukan modifikasi dan menambahkan komponen yang diperlukan serta komunikasi bersifat wireless.

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, jenis yang digunakan adalah penelitian kualitatif, dimana pengerjaannya yaitu perancangan sebuah alat yang dikembangkan terhadap objek penelitian penulis. Adapun lokasi penelitian di Gedung Lab. Lt.2 Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Kampus 2, Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.

A. Studi Literatur /Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan pendalaman materi untuk menyelesaikan masalah yang dirumuskan, selain itu juga dilakukan studi literatur dan jurnal yang mendukung penelitian. Studi literatur dilakukan agar dapat digunakan sebagai panduan informasi untuk mendukung penyelesaian pengolahan data penelitian, informasi, dan pelaksanaan penelitian.

B. Rancangan Sistem

Sistem otomatisasi yang digunakan di Gedung Laboratorium Teknik Elektro S-1 ITN Malang awalnya memanfaatkan mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler ini adalah salah satu varian dari ATMEL yang kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler lainnya. Keunggulan utamanya adalah fleksibilitas kinerja dan harganya yang terjangkau, sehingga sering digunakan dalam beragam aplikasi sistem terpasang.

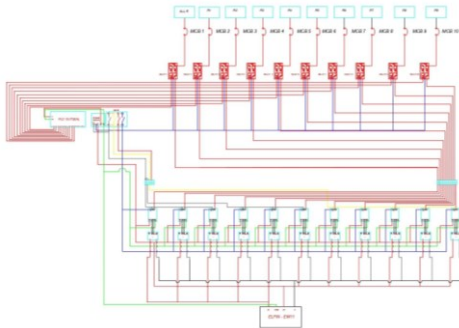
Namun, terjadi perubahan dalam sistem otomasi ini dengan penggantian mikrokontroler AT89S51 oleh PLC OUTSEAL. Digital input pada PLC ini telah disesuaikan dengan standar IEC 61131-2 tipe-3, dengan voltase tinggi sebesar 11V, jenis sinking, dan isolasi optik yang memisahkan ground input dari ground sistem. Isolasi optik ini bertujuan untuk mencegah gangguan dari input titik agar tidak memengaruhi sistem PLC.

Spesifikasi dari PLC OUTSEAL mega V.3 mencakup 16 digital input jenis sinking sourcing, sesuai standar internasional IEC 61131-2, dilengkapi dengan filter, perangkat lunak analog+digital, dengan rentang voltase 10-24 VDC, dan

memiliki 16 digital output jenis NPN open collector (Relay, Driver) dengan arus maksimum 100mA per saluran, perlindungan pendek, pembatas arus, dan perlindungan terhadap spike, serta dilengkapi dengan diode. Fitur tambahan mencakup 2 jalur input analog (0-5V/0-20mA), High Speed Counter (HSC) dengan kecepatan hingga 30 kHz.

C. Rangkaian Panel Penerangan

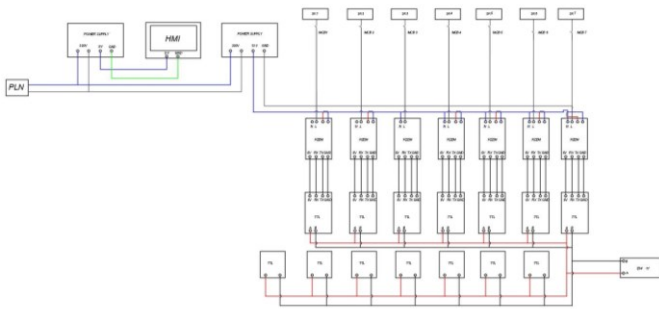
Rangkaian single line diagram Panel penerangan terdiri dari MCCB sebagai Input PZEM-004T yang mempunyai keluaran untuk TTL to RS485 dan Relay, setelah itu Power Supply 12V sebagai pemberi tegangan untuk Outseal PLC dan keluarannya sebagai kontroler Relay ke MCB untuk beban.



Gambar 13 Rangkaian Panel Penerangan

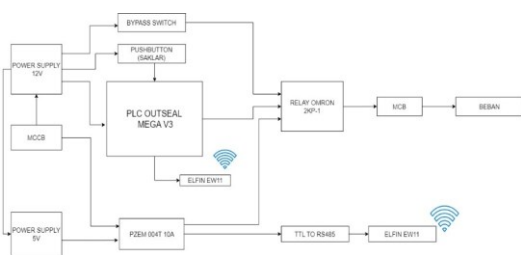
D. Rangkaian Panel Daya

Rangkaian Panel Daya terdiri dari MCCB dan MCB sebagai input tegangan power supply 12v dan output nya digunakan untuk input power supply 5v dan PZEM-004T yang memakai CT (Current Transformer) sebagai sensor tegangan dan arus yang dan disambungkan ke TTL to RS485



Gambar 14 Rangkaian Panel Daya

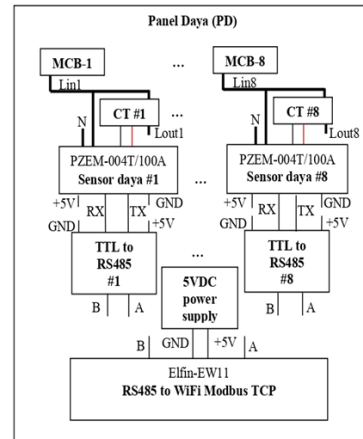
E. Blok Diagram Pemasangan



Gambar 15 Blok Diagram Pemasangan

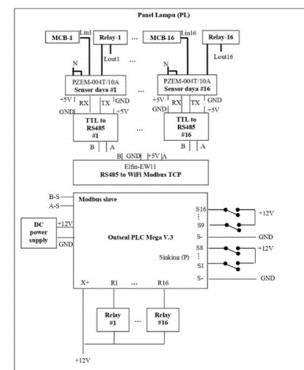
Blok diagram pada gambar 15 menunjukkan Cara kerja alat di atas adalah PZEM-004T dipasang pada output MCCB untuk mengukur parameter – parameter daya yang diperlukan dari OUTSEAL PLC lalu menuju Relay. Relay sendiri dapat dikontrol dari bypass switch sebagai jalan alternatif apabila terjadi troubleshoot. Setelah dari Relay kemudian ke MCB lalu Beban. Data-data ini kemudian dikirim secara wireless menggunakan modbus Elfin EW11 Serial Converter Modbus RS485 to WiFi.

F. Blok Diagram Sistem



Gambar 16 Blok Diagram Panel Daya

Didalam Panel Daya terdapat PZEM-004T sensor digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, dan konsumsi energi (kWh). Sementara itu, MCCB dan MCB berperan sebagai pelindung instalasi listrik untuk mencegah kerusakan akibat arus berlebihan atau gangguan hubung singkat, serta memberikan kontrol yang praktis dan perlindungan yang andal terhadap risiko dan bahaya listrik. MCB ini terpasang pada setiap stop kontak dalam berbagai ruangan, dan perbedaan utamanya terletak pada kapasitasnya: MCB mampu menangani arus lebih rendah, biasanya dalam rentang beberapa ratus Ampere, sedangkan MCCB dapat mengatasi arus yang lebih tinggi, bahkan mencapai ribuan Ampere.



Gambar 17 Blok Diagram Panel Penerangan

Rancangan pengembangan dari panel lampu, mengganti mikrokontroller atmega dengan Outseal PLC mega V3, 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 Haiwell HMI SCADA, agar pengiriman data menjadi wireless.

G. Tabel Panel

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)
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)

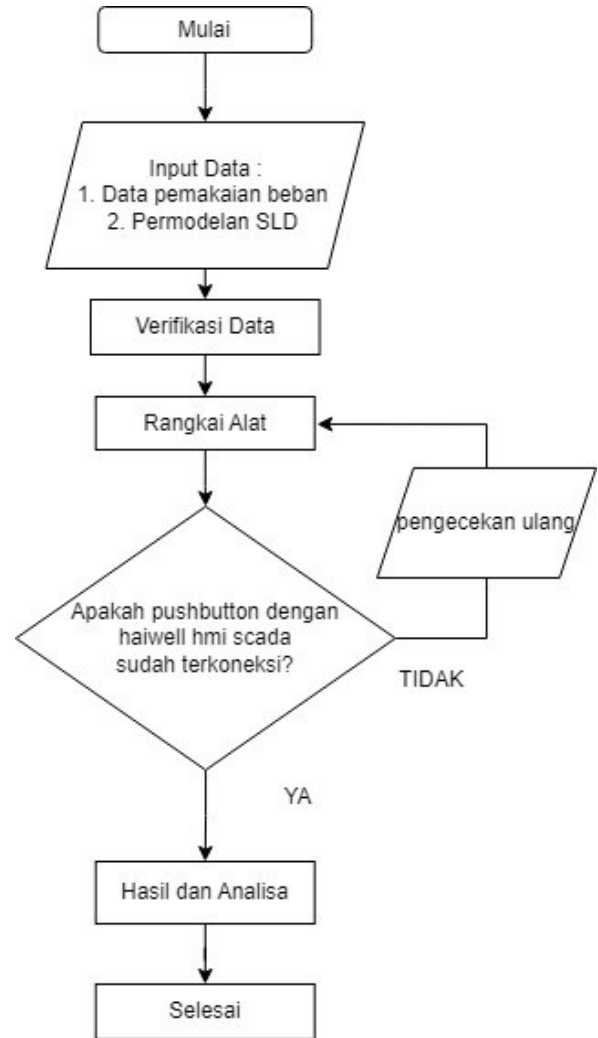
Tabel 1 menunjukkan salah satu isi Panel SP1.2 yang berada di lantai 2 Gedung Laboratorium Teknik Elektro S-1. Pada bagian bawah rangkaian kelistrikan di setiap panel penerangan (SP1.2, SP2.2, SP3.2), terdapat switch / saklar yang disebut sebagai by-pass switch dan jumlahnya serta output - nya sama dengan relay yang ada pada panel tersebut. Fungsi dari saklar by-pass ini adalah sebagai jalur alternatif apabila ada kendala dari mikrokontroler atau apabila saklar lampu tidak berfungsi.

RUANGAN	OUTPUT	INPUT
R. LAB OTOMASI INDUSTRI	4 LAMPU	1 SAKLAR
R. KA LAB OTOMASI INDUSTRI	1 LAMPU	1 SAKLAR
KORIDOR DEPAN OTOMASI & KORIDOR TENGAH	8 LAMPU	1 SAKLAR
RUANG S2	1 LAMPU	1 SAKLAR
RUANG PLC	4 LAMPU	1 SAKLAR
SAKLAR DEPAN OTOMASI	TIDAK DIKETAHUI	1 SAKLAR

Gambar 18 Input/Output Beban tiap ruangan

Sistem otomatisasi gedung ini masin optimal dan bisa berfungsi dengan baik hingga saat ini. Jarang sekali ditemui kendala atau troubleshoot di panel – panel kelistrikan di Gedung Jurusan Teknik Elektro S-1. Komponen relay pun masih berfungsi dengan baik.

H. Flowchart



Gambar 19 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas sistem yang telah berhasil dirancang pada bab sebelumnya. Tujuan dari perancangan ini memastikan bahwa sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan. Hasil perancangan tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari perancangan perangkat keras sistem otomasi energi listrik.

Kemampuan sistem otomasi yaitu mengontrol dan memonitoring lampu khusus untuk digunakan di gedung laboratorium lantai 2 teknik elektro ITN Malang dengan mudah tanpa melalui pushbutton lampu yang ada disetiap ruangan.

A. Rangkai Alat

1) Pemasangan PZEM-004T merupakan prototipe sistem otomasi energi listrik pada panel daya



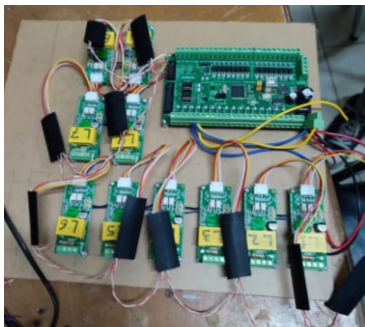
Gambar 20 Pemasangan PZEM-004T

2) Pemasangan Haiwell HMI Scada untuk mengendalikan parameter daya atau beban beban yang digunakan



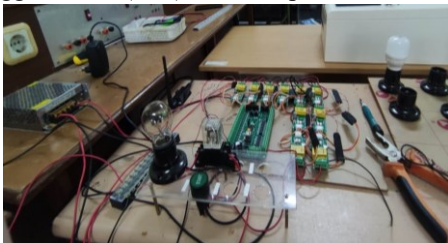
Gambar 21 Pengkoneksian Haiwell HMI SCADA

3) Pemasangan PZEM-004T dan Outseal PLC sebagai pengontrol lampu yang akan di pasang di panel lampu-lampu yang digunakan.



Gambar 22 Pemasangan PZEM-004T dan Outseal PLC

4) Pengujian sebelum di aplikasikan ke setiap panel dengan menggunakan 1(satu) buah lampu 25watt



Gambar 23 Pengujian Prototipe menggunakan 1 lampu

5) Pengujian sebuah prototipe telah berhasil secara langsung dikontrol melalui Outseal PLC dan Haiwell HMI SCADA



Gambar 24 Pengujian Berhasil

B. Hasil Percobaan pengujian

Tabel 2 Tabel koneksi antara pushbutton lampu dan haiwell HMI SCADA

Pushbutton	Lampu Haiwell HMI SCADA	Lampu Penerangan	kondisi
R.Lab. Otomasi	Nyala	Nyala	Normal
R.KA.Lab. Otomasi	Nyala	Nyala	Normal
Koridor Depan Otomasi dan Koridor Tengah	Nyala	Nyala	Normal
Ruang S2	Nyala	Nyala	Normal
Ruang PLC	Nyala	Nyala	Normal
Depan Otomasi	Nyala	Nyala	Normal

Pada tabel 2 menunjukan pushbutton pada masing masing ruangan yang terkoneksi antara langsung dan dikontrol oleh haiwell dapat menyala dengan kondisi normal.

C. Hasil pengujian

Pengujian menggunakan kWh meter digital sebagai pembanding data antara sistem di Haiwell HMI SCADA.

Tabel 3 Hasil Pengujian Tampilan Scada

BEBAN	TAMPILAN SCADA			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)
HP	237,7	0,1	8	64
LAMPU LED	233,5	0,1	23,3	187
L.BOHLAM	230	0,1	23	190
RICE COOKER	234	0,1	23,4	191
LAPTOP	234,2	0,1	23,4	193
KOMPUTER	233	0,3	69	559
PRINTER	231	0,1	23	187
SPEAKER AKTIF	231	0,1	23	187
GRINDA	228,5	1,2	296,4	296
AC	223,1	8	1900	14.272
PROYEKTOR	227	0,9	204,3	1.634

Tabel 4 Tampilan pada kWh Meter Digital

BEBAN	TAMPILAN kWh Meter Digital			
	Tegangan (V)	Arus(A)	Daya(W)	Energi (kWh)
HP	233	0,1	8	0,1
LAMPU LED	232	0,1	3,9	0,2
L.BOHLAM	231	0,1	19,8	0,2
RICE COOKER	233	0,2	51,8	0,2
LAPTOP	232,9	0,1	18,2	0,2
KOMPUTER	231	0,3	60	0,5
PRINTER	230	0,1	2,2	0,2
SPEAKER AKTIF	230	0,1	3,5	0,2
GRINDA	227,8	1,2	296,4	0,2
AC	220,05	8	1900	14
PROYEKTOR	226	0,9	195	1,6

Pada tabel 3 dan 4 menunjukkan hasil dari pengujian Data diatas terdapat perbedaan atau *error* data dari data hasil di SCADA dan alat pengukuran kWh Meter Digital, berikut tabel yang menunjukkan *error* data

$$Error = \frac{(DSCADA - DkWh)}{DkWh} \times 100\%$$

$$Error = \frac{(233,7 - 233)}{233} \times 100\% = 2,017\%$$

Tabel 5 Tabel perbandingan data error

BEBAN	ERROR(%)
HP	2,017
LAMPU LED	0,647
L.BOHLAM	4,072
RICE COOKER	0,429
LAPTOP	0,558
KOMPUTER	0,866
PRINTER	0,435
SPEAKER	0,435
GRINDA	0,307
AC	1,386
PROYEKTOR	0,442

Pada tabel diatas didapat data *error* terbesar pada lampu bohlam sebesar 4,072% dan yang terkecil terdapat pada penggunaan mesin Grinda sebesar 0,307%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan yang telah dilakukan perancangan, instalasi dan pengujian Perangkat Keras Sistem Otomasi Energi Listrik di Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan adanya sistem otomasi ini proses menyalakan dan mematikan lampu dengan mudah
2. Uji coba terhadap phuse button berfungsi untuk menyalakan/mematikan lampu di setiap ruangan dan perangkat keras dapat di kontrol jarak jauh menggunakan internet yang terhubung pada Haiwell HMI SCADA
3. Uji coba menekan Pushbutton berfungsi untuk menyalakan/mematikan lampu di setiap ruangan dan erangkat keras dapat dikontrol jarak jauh menggunakan internet yang terhubung pada Haiwell HMI SCADA
4. Pada pengambilan data di dapat Data *error* dengan *error maximal* tidak melebihi 5%

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Rangkuti and W. -, "Rancang Bangun Sistem Otomasi Penyalakan Lampu Ruang Kuliah Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Detektor PIR Paradox-465," J. Fis. Unand, vol. 3, no. 3, pp. 184–190, 2014.
- [2] N. Fadilla, "Building Automation System Berbasis Mikrokontroler Untuk Monitoring Dan Kontrol Energi," Skripsi Tek. Elektro, 2015.
- [3] D. Nopandri Saputra et al., "Analisa Sensor Infrared pada Alat Sortir Otomatis Berdasarkan Tinggi dengan Sistem Kendali Software HMI Haiwell Scada Berbasis PLC Outseal," Ijccs, vol. 16, no. x, pp. 31–35, 2022.
- [4] "Rancang Bangun App Kendali dan Monitoring Lampu Penerangan Terpusat Pada Gedung Teknik Elektro ITN Malang.pdf."
- [5] Schneider Electric, "Fungsi Main Distribution Panel." <https://www.se.com/id/id/faqs/FA409984/>
- [6] Marandika Putra, "Pengertian Panel SDP." <https://www.marandika.com/2023/02/pengertian-panel-sdp-dan-jasa-rakit.html>
- [7] P. G. Chamdareno, Budiyanto, and G. S. Budi, "Studi penggunaan Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (Building Automation System) pada apartemen," J. Elektum, vol. 15 (2), no. 2, pp. 51–64, 2018.
- [8] S. A. Sandy and A. Kasim, "Rancang Bangun Filling Water Otomatis Berdasarkan Jenis Gelas Berbasis PLC (Programmable Logic Controller) Outseal," Bina Darma Conf. Eng. Sci., pp. 133–146, 2021, [Online]. Available: <http://conference.binadarma.ac.id/index.php/>
- [9] U. States et al., "UU_2009_30_Ketenaga Listrikkan," J. Hum. Dev., vol. 6, no. 1, pp. 1–22, 2009.
- [10] J. Al Amien, E. Fuad, and M. W. Azizi, "Otomasi sistem kelistrikan menggunakan algoritma a-star berbasis internet of things," Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun., vol. 9, no. 2, pp. 130–140, 2018, doi: 10.31849/digitalzone.v9i2.1952.

VII. BIODATA PENULIS

FOTO MAHA SISWA

Rafi Bahtiar Putra, Tempat Tanggal Lahir, Malang, 20 Juni 2000 Jawa Timur. Pada tahun 2006-2012 menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN Sawojajar 1 Malang, pada tahun 2012-2015 melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 8 Malang, pada tahun 2015-2018 melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMKN 6 Malang mengambil jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik, dan pada tahun 2019 memulai pendidikan Perguruan Tinggi Swasta (PTS) di Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur mengambil jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Energi Listrk.