

PROTOTYPE BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) PADA ASRAMA BARU ALPHA DAN BRAVO CURUG 1 POLITEKNIK PENERBANGAN INDONESIA CURUG

Deni Rakhmatullah¹, Nurhedhi Desryantho², Yayuk Suprihartini³

¹Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, e-mail: denyrahmatullah.dr@gmail.com

²Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, e-mail: nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id,

³Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, e-mail: yayuk.suprihartini@ppicurug.ac.id

*Corresponding Author: [nurhedhi.desriyanto @ppicurug.ac.id](mailto:nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id)

| Received: xx-xx-xxxx

| Revised: xx-xx-xxxx

|| Accepted: xx-xx-xxxx

Abstract:

Purpose – Tujuan dari penelitian ini adalah *merancang Prototype Building Automation System (BAS)* yang dapat mengontrol, memonitoring peralatan Air Conditioner (AC) dan pada asrama baru Curug 1 dan Membuat pemrograman pada Programmable Logic Controller (PLC) Outseal Mega V2 slim.

Design/methodology/approach - Penulis menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research & Development/R&D). R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (Sugiyono, 2020). Pada penelitian ini penulis menggunakan penelitian dan pengembangan pada level 3.

Findings - Kondisi saat ini pada setiap kamar di asrama Alpha dan Bravo tidak terdapat remote control untuk pengoperasian AC sehingga pengoperasian AC masih terpusat menggunakan timer. AC hidup setiap hari dari pukul 18:00 sampai dengan 06:00 sehingga terjadi pemborosan energi listrik apabila taruna sedang tidak ada di barak, baik itu sedang melaksanakan izin bermalam maupun kegiatan di luar barak lainnya. Tidak terdapatnya *monitoring* penggunaan peralatan listrik tersebut juga mengakibatkan pemborosan energi listrik karena pengoperasian peralatan tersebut tidak secara efisien.

Research limitation/implication - Batasan masalah dari *prototype* BAS ini yaitu hanya mampu untuk mengontrol ON/OFF AC secara terpusat dan dapat memonitoring arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi.

Practical implication - Di era modern sekarang perangkat otomatis sangat di perlukan guna meningkatkan efisiensi energi listrik yang dipakai. *Building Automation System (BAS)* sistem otomatisasi yang digunakan untuk mengendalikan dan mengoptimalkan berbagai sistem di dalam suatu bangunan. BAS mengintegrasikan teknologi, perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan komunikasi untuk memantau, mengontrol, dan mengelola sistem-sistem seperti HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), pencahayaan, keamanan, dan manajemen energi.

Originality/value - Penelitian ini belum pernah ditulis oleh peneliti dari universitas manapun.



Keyword : *Building Automation System (BAS); Prototype; PLC Outseal Mega V2 Slim.*

Introduction

Politeknik Penerbangan Indonesia (PPI) Curug memiliki 2 asrama, yaitu asrama Curug 1 dan asrama Tower. Asrama curug 1 untuk barak Alpha, Bravo dan Charlie direnovasi dan dibongkar sehingga saat ini menjadi barak Alpha dan Bravo yang baru. Barak Alpha dan Bravo terdiri dari 2 gedung yang saling berhadapan, Barak Alpha menghadap ke selatan sedangkan Barak Bravo menghadap ke utara, dan setiap gedung terdapat 3 lantai. Barak Alpha dan Bravo masing-masing berjumlah 48 kamar, di setiap kamarnya masing-masing dilengkapi dengan AC berjenis AC Split 1 pk dengan daya 746 watt.

Kondisi saat ini pada setiap kamar di asrama Alpha dan Bravo tidak terdapat remote control untuk pengoperasian AC sehingga pengoperasian AC masih terpusat menggunakan timer. AC hidup setiap hari dari pukul 18:00 sampai dengan 06:00 sehingga terjadi pemborosan energi listrik apabila taruna sedang tidak ada di barak, baik itu sedang melaksanakan izin bermalam maupun kegiatan di luar barak lainnya. Tidak terdapatnya *monitoring* penggunaan peralatan listrik tersebut juga mengakibatkan pemborosan energi listrik karena pengoperasian peralatan tersebut tidak secara efisien.

Di era modern sekarang perangkat otomatis sangat di perlukan guna meningkatkan efisiensi energi listrik yang dipakai. *Building Automation System (BAS)* sistem otomatisasi yang digunakan untuk mengendalikan dan mengoptimalkan berbagai sistem di dalam suatu bangunan. BAS mengintegrasikan teknologi, perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan komunikasi untuk memantau, mengontrol, dan mengelola sistem-sistem seperti HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), pencahayaan, keamanan, dan manajemen energi.

Pengguna BAS ini nantinya akan digunakan oleh pengasuh dan taruna jaga pada asrama Alpha dan Bravo, Taruna jaga bertanggung jawab mengoperasikan dan mengawasi sistem BAS untuk memantau dan mengontrol AC. Taruna jaga menggunakan antarmuka pengguna yang disediakan oleh BAS untuk mengakses informasi sistem, memantau kondisi, dan mengatur pengaturan ON/OFF AC. Pengasuh bertanggung jawab sebagai *supervisor* untuk memastikan bahwa sistem BAS beroperasi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Hal ini membantu menciptakan penggunaan AC yang lebih efektif pada asrama Alpha dan Bravo.

Dengan Perumusan masalah yang hendak disampaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat *Prototype* BAS pada asrama baru Curug 1 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) outseal Mega V2 slim.

Adapun batasan masalah dari *prototype* BAS ini yaitu hanya mampu untuk mengontrol ON/OFF AC secara terpusat dan dapat memonitoring arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang *Prototype Building Automation System (BAS)* yang dapat mengontrol, memonitoring peralatan Air Conditioner (AC) dan pada asrama baru Curug 1 DANMembuat pemrograman pada Programmable Logic Controller (PLC) Outseal Mega V2 slim.

Luaran dari penelitian ini adalah *Prototype Building Automation System (BAS)* pada asrama baru curug 1 yang dapat dioperasikan dan dimonitoring menggunakan komputer

atau laptop dan smartphone. Kontroller untuk sistem BAS ini menggunakan PLC outseal Mega V2 slim.

Literatur Review

1. *Building Automation System (BAS)*

BAS adalah sistem pemrograman, *intelligent network*, komputerisasi dari perangkat elektronik yang berfungsi untuk kontrol dan *monitoring* sistem elektrikal dan mekanikal seperti AC dan penerangan dalam sebuah Gedung.(Haniifah & Hariyadi, 2020).

Berbagai macam manfaat dari penggunaan BAS ini yaitu efisiensi energi, BAS dapat mengoptimalkan penggunaan energi listrik dengan cara mengontrol sistem di dalam suatu bangunan dengan cerdas. BAS dapat memantau sistem kerja peralatan elektrikal dan mekanikal di suatu bangunan dan memberikan peringatan dini tentang kegagalan atau masalah sehingga pemeliharaan peralatan lebih efektif.

2. Programmable Logic Control (PLC)

PLC adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengatur gerbang logika (status ON/OFF) perangkat elektrikal maupun mekanikal yang tersambung dengan PLC dengan skema pengaturan yang terprogram.(Amalia et al., 2021).

PLC memiliki tiga bagian utama yakni : *input*, *controller*, dan *output*. *Input* terbagi menjadi dua yaitu *digital input* dan *digital output* yang berfungsi membaca sinyal dari luar PLC. Pada bagian *controller* yang merupakan inti dari PLC yang berfungsi untuk menjalankan program yang telah di programkan ke dalamnya. Dan pada bagian *output* pada umumnya terdiri dari mechanical relay, transistor open collector, triac yang dapat mengontrol perangkat luar sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh *controller*.

3. PLC Outseal Mega V2 Slim

PLC outseal dibuat dengan basis arduino bootloader dengan pemrograman menggunakan ladder diagram, berikut adakah spesifikasi dari PLC Outseal Mega V2 Slim :

- 1) 8 digital input
- 2) 8 digital output
- 3) 2 analog input
- 4) 1 jalur komunikasi MODBUS RTU serial RS485 slave
- 5) 1 jalur komunikasi MODBUS RTU serial RS485 master
- 6) 2 hardware timer untuk pwm/high speed counter
- 7) 1 jalur komunikasi TWI/12C
- 8) 1 jalur komunikasi SPI

Mikrokontroller yang digunakan pada PLC Outseal Mega V2 Slim adalah ATMEGA 128A, mikrokontroller ini mempunyao ADC (*analog to digital coverter*) yang hanya mempunyai *range* voltase *input* 0-5V. *Digital input* Pada PLC Outseal Mega V2 slim sudah sesuai standar internasional IEC 61131-2 type 3 dengan voltase *high* adalah 11 volt. Dengan jenis sinkin dan terisolasi secara *optic*. *Digital output* berupa transistor NPN open collector dengan sebuah diode pengaman di setiap jalurnya, fungsi dari digital output ini bertindak seperti saklar *internal* didalam PLC. Salah satu sisi saklar terhubung dengan pin *output*

secara langsung dan satu sisi lainnya terhubung dengan *ground* PLC melalui diode, karena terdapat diode menuju *ground* inilah maka voltase pada pin output harus positif. (*Outseal PLC Instruction*, 2022).

4. Nodemcu esp8266

Modul ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan kemampuan koneksi WiFi. Dengan adanya prosesor dan memori di dalamnya, modul ESP8266 dapat dihubungkan dengan berbagai sensor dan aktuator melalui pin GPIO. (Halim et al., 2019).

5. Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah sensor serbaguna yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter listrik pada sirkuit AC. Modul ini dapat dihubungkan ke Arduino atau platform *open source* lainnya, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses data tegangan Root Mean Square (RMS), arus RMS, daya aktif, frekuensi, faktor daya, dan energi aktif. (Anwar et al., 2019).

Untuk menghubungkan dan berkomunikasi dengan PZEM-004T, diperlukan catu daya eksternal 5V. Modul ini menggunakan antarmuka TTL Pasif, sehingga keempat port, yaitu 5V, RX, TX, dan GND, harus terhubung dengan benar agar modul dapat berkomunikasi dengan perangkat lainnya.

6. Relay 5VDC 10A

Relay adalah saklar yang merupakan komponen electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu electromagnet (coil) dan mekanikal (switch). Prinsip kerja relay menggunakan prinsip elektromagnetik yang menggerakkan kontak saklar (switch) sehingga dengan arus yang kecil dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. (Saleh & Haryanti, 2017).

7. Outseal Studio

Outseal Studio adalah sebuah perangkat lunak (*software*) yang beroperasi pada komputer (PC) dengan tujuan memprogram perangkat keras PLC Outseal menggunakan diagram tangga (ladder diagram). (*Outseal PLC Instruction*, 2022).

8. Ladder Diagram

Ladder diagram, juga dikenal sebagai diagram tangga atau relay diagram, merupakan bahasa pemrograman yang sangat populer digunakan dalam pembuatan program PLC. Ladder diagram menggunakan simbol-simbol yang merepresentasikan skema diagram rangkaian listrik. Dalam ladder diagram, rangkaian logika dan fungsi kontrol ditulis menggunakan simbol-simbol seperti kontak NO (*Normally Open*), kontak NC (*Normally Closed*), dan coil relay. (Yuwono et al., 2015).

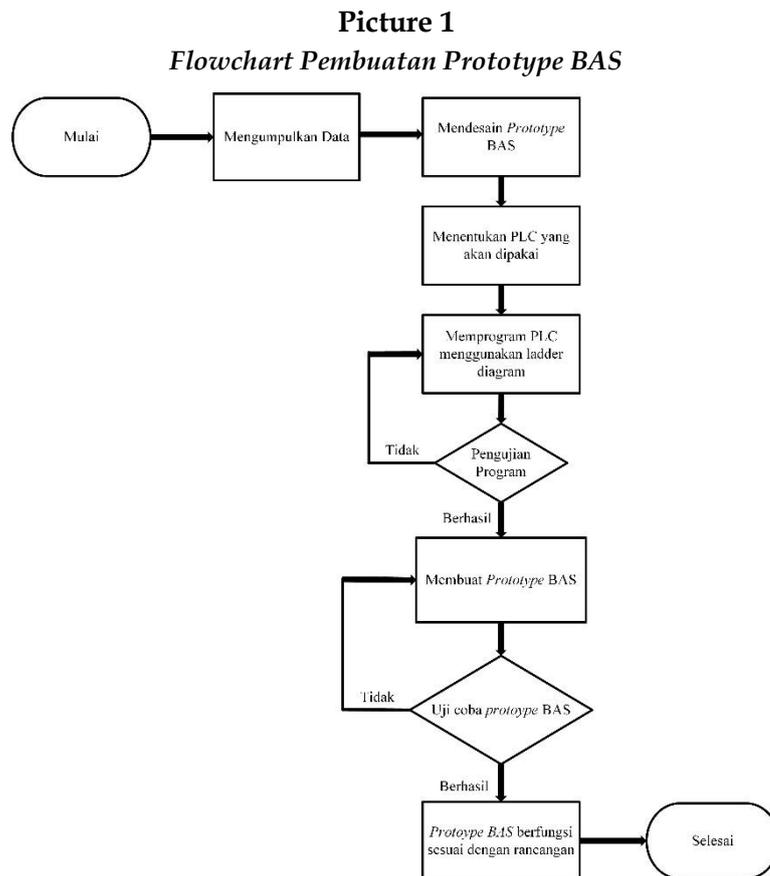
Method

Penulis menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research & Development/R&D*). R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (Sugiyono, 2020). Pada penelitian ini penulis menggunakan penelitian dan pengembangan pada level 3, yaitu penulis melakukan penelitian dan melakukan pengembangan produk yang telah ada. Penulis melakukan penelitian terlebih dahulu pada asrama baru Alpha dan Bravo dengan mengumpulkan sejumlah data seperti data AC, dan jalur distribusi pada setiap lantai.

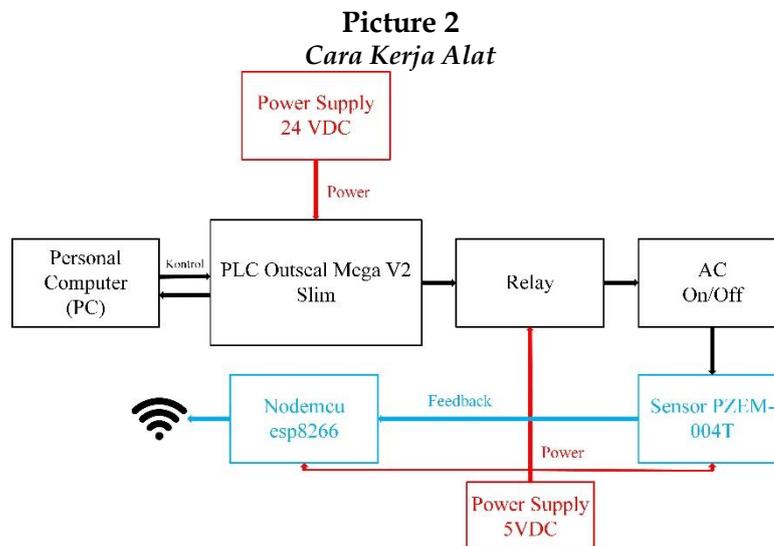
setelah itu penulis melakukan perancangan sistem *prototype* BAS dan melakukan pengujian serta melakukan evaluasi terhadap sistem.

Result and Discussion

1. Flowchart Pembuatan Prototype BAS



2. Cara kerja Alat



Dari gambar 2 di atas dapat dijelaskan bahwa, PC berperan sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan operator atau pengguna untuk mengakses dan mengontrol sistem BAS.

PLC menerima input dari berbagai sensor dan perangkat kontrol yang terhubung ke dalam sistem melalui PIN *digital input*. PLC kemudian menerapkan logika kontrol yang telah diprogram untuk mengolah *input* tersebut dan menghasilkan *output* yang sesuai. Jika *output* dari PLC bernilai *TRUE* maka PIN *output* dialiri tegangan 5 VDC dan jika *output* dari PLC bernilai *FALSE* maka PIN *output* dialiri tegangan 0 VDC yang dikeluarkan melalui PIN *digital output* yang dihubungkan dengan relay 5 VDC.

Relay 5 VDC berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh PLC. Relay ini mengatur aliran daya listrik ke beban utama, yaitu AC. Ketika PLC mengeluarkan sinyal untuk mengaktifkan relay, relay akan menghubungkan atau memutuskan arus listrik ke AC sesuai instruksi yang diterima.

Pentingnya umpan balik (*feedback*) dalam sistem BAS dilakukan melalui penggunaan sensor arus PZEM-004T. Fungsi utama sensor PZEM-004T adalah untuk mengukur arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi listrik yang mengalir melalui penghantar. Sensor ini dapat mengukur arus AC (arus bolak-balik) maupun arus DC (arus searah) dengan presisi yang tinggi. Sensor PZEM-004T memungkinkan *monitoring* arus yang dapat ditampilkan di komputer.

3. Tahapan Pembuatan Hardware

Pada prototype ini penulis menggunakan papan triplek 4mm sebagai tempat untuk meletakkan komponen-komponen yang akan digunakan PLC Outseal Mega V2 Slim, Modul relay 5 VDC 10 A, power supply, sensor PZEM-004T.

Picture 3
Papan Triplek



a. Power Supply

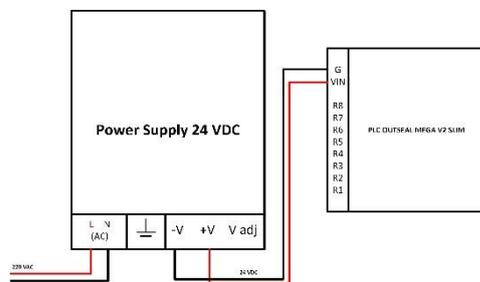
Rangkaian catu daya yang digunakan pada alat ini bertujuan untuk mengubah tegangan AC yang diberikan oleh sumber listrik PLN sebesar 220VAC menjadi tegangan DC yang sesuai dengan kebutuhan alat. Dengan menggunakan rangkaian catu daya, tegangan AC dari sumber PLN akan melewati beberapa komponen seperti transformator dan penyearah (*rectifier*) untuk menghasilkan tegangan DC yang stabil. Power supply dengan tegangan 24 VDC dan 5 VDC yang digunakan menjadi catu daya dalam rangkaian BAS ini.

Tabel 1. Tabel Pengujian Power Supply

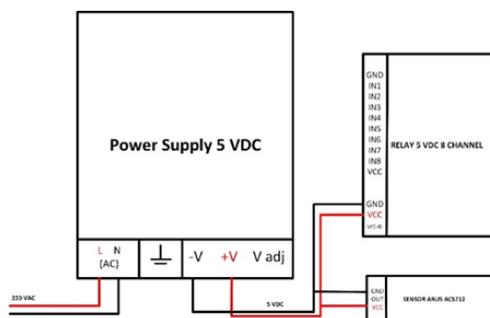
No	Power Supply	Tegangan Input	Tegangan Output	Keterangan
1	Power Supply 24 VDC	220 VAC	24 VDC	Beroperasi
2	Power Supply 5 VDC	220 VAC	5 VDC	Beroperasi

Berikut adalah *wiring diagram* pemasangan power supply 24 VDC dan 5 V:

Picture 4
Wiring diagram power supply 24 VDC



Picture 5
Wiring diagram power supply 5 VDC

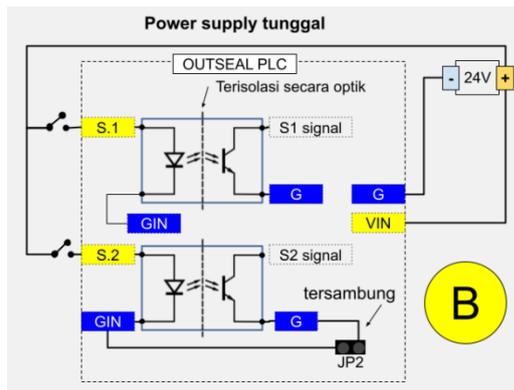


b. PLC Outseal Mega V2 Slim

PLC Outseal Mega V2 Slim digunakan sebagai alat kontrol utama pada rangkaian *prototype* BAS. PLC membutuhkan tegangan sebesar 9-24 VDC, sisi positif (V+) dari power supply dihubungkan pada pin VIN pada PLC, dan sisi negative (V-) duhubungkan pada pin G pada PLC.

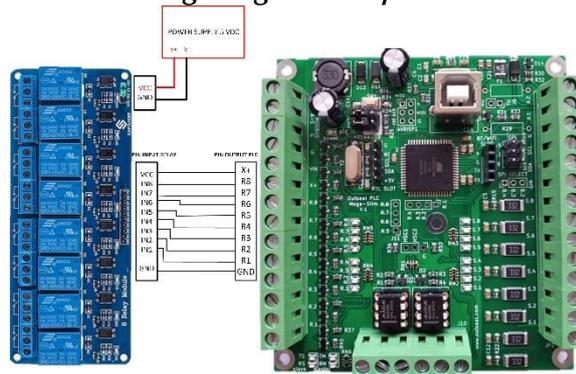
Digital input pada PLC ini telah mematuhi standar internasional IEC 61131-2 tipe-3, dengan voltase tinggi yang ditetapkan sebesar 11 VDC. *Input* ini memiliki konfigurasi *sinking* dan dilengkapi dengan isolasi optik. Isolasi optik ini memisahkan ground input dari ground sistem. Hal ini memberikan tingkat isolasi yang lebih baik antara *input* dan sistem yang terhubung, melindungi PLC dari interferensi dan gangguan yang mungkin terjadi pada *ground input*. Berikut adalah *wiring diagram digital input* dengan menggunakan power supply tunggal.

Picture 6
wiring diagram digital input



Output digital dari PLC Outseal bekerja dengan cara membuka dan menutup jalur negatif atau jalur yang menuju ground. Jika logika pada PLC bernilai *TRUE*, internal switch pada *output* akan terhubung sehingga mengizinkan aliran listrik melalui jalur tersebut menuju ground. Jenis *output* ini sangat cocok digunakan saat dihubungkan dengan perangkat elektronik yang memiliki logika *active low* seperti relay modul 5 VDC. Dalam konfigurasi ini, ketika *output* PLC bernilai *TRUE*, maka relay akan diaktifkan.

Picture 7
Wiring Diagram Output PLC



Setelah dilakukan pengkabelan dari *digital output* PLC menuju relay 5 VDC 8 channel, maka penulis dapat melakukan pengujian kepada PLC Outseal Mega V2 Slim.

Tabel 2. Pengujian PLC Outseal Mega V2 Slim

NO	Bagian PLC	Tegangan Kerja	Lampu Indikator	Keterangan
1	Power utama PLC	19 VDC	Menyala	Beroperasi
2	Digital Input:			
	PIN S1	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S2	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S3	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S4	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S5	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S6	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S7	12 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN S8	12 VDC	Menyala	Beroperasi
3	Digital Output :			
	PIN R1	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R2	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R3	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R4	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R5	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R6	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R7	5 VDC	Menyala	Beroperasi
	PIN R8	5 VDC	Menyala	Beroperasi

c. Relay 5 VDC 10 A

PLC hanya mengeluarkan tegangan output sebesar 5 VDC, sedangkan prototype BAS ini akan digunakan untuk mengontrol air conditioner pada asrama baru yang menggunakan tegangan 220 VAC. maka dari itu prototype BAS ini membutuhkan relay 5 VDC.

Pengkabelan pada modul relay harus dilakukan dengan benar agar relay dapat beroperasi dengan baik. Berikut adalah langkah-langkah pengkabelan yang dapat dilakukan pada modul relay:

1. Melepas kabel jumper JDVcc dan Vcc agar dapat dihubungkan dengan power supply eksternal.
2. Hubungkan pin JDVcc pada modul relay dengan sisi positif power supply.
3. Hubungkan pin Gnd pada modul relay dengan sisi negatif power supply.
4. Sambungkan pin Vin pada modul relay dengan output PLC Outseal sesuai dengan kebutuhan atau sinyal kontrol yang diinginkan.
5. Hubungkan pin Vcc pada modul relay dengan pin X+ pada PLC Outseal.

Dengan mengikuti langkah-langkah pengkabelan ini, modul relay akan dapat berfungsi dengan benar. Pastikan untuk menjaga polaritas tegangan dengan menghubungkan sisi positif power supply ke pin JDVcc dan sisi negatif ke pin Gnd. Selain itu, pastikan pula bahwa pengkabelan Gnd dan Vcc pada modul relay telah terhubung dengan benar ke output dan input yang sesuai pada PLC Outseal.

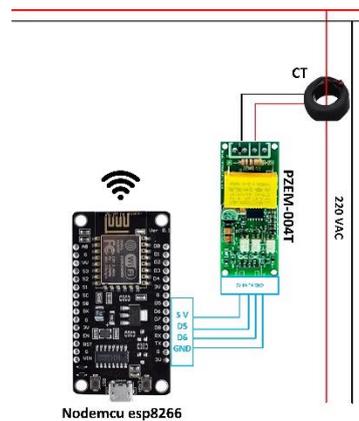
Tabel 3. Pengujian Relay Modul 5 VDC 10 A

No	Bagian Relay	Tegangan Kerja	Lampu Indikator	Keterangan
1	Power Utama Relay	5 VDC	Menyala	Beroperasi
2	PIN 1	5 VDC	Menyala	Beroperasi
3	PIN 2	5 VDC	Menyala	Beroperasi
4	PIN 3	5 VDC	Menyala	Beroperasi
5	PIN 4	5 VDC	Menyala	Beroperasi
6	PIN 5	5 VDC	Menyala	Beroperasi
7	PIN 6	5 VDC	Menyala	Beroperasi
8	PIN 7	5 VDC	Menyala	Beroperasi
9	PIN 8	5 VDC	Menyala	Beroperasi

d. Sensor PZEM-004T

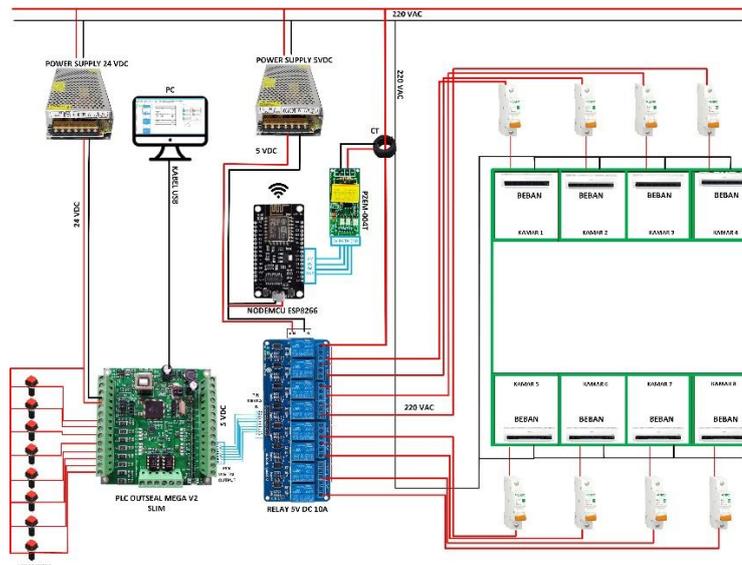
Untuk menghubungkan dan berkomunikasi dengan PZEM-004T, diperlukan catu daya eksternal 5V. Modul ini menggunakan antarmuka TTL pasif, sehingga keempat port, yaitu 5V, RX, TX, dan GND, harus terhubung dengan benar agar modul dapat berkomunikasi. Dengan Nodemcu esp8266.

Picture 8
wiring diagram sensor PZEM-004T



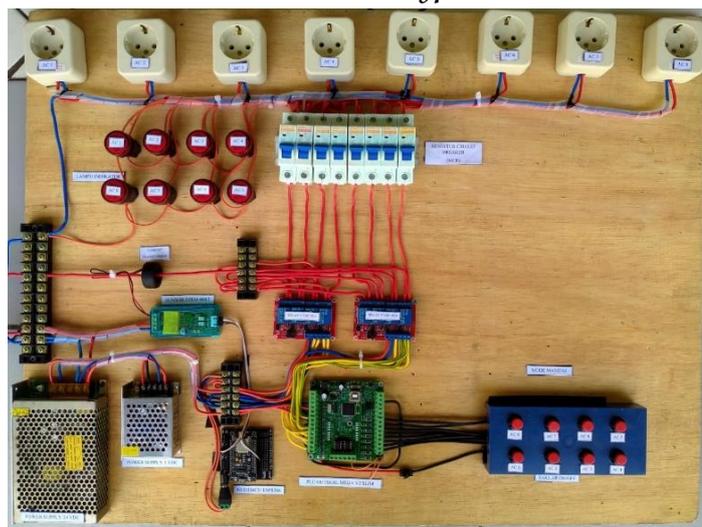
Langkah selanjutnya adalah menentukan *wiring diagram*. *Wiring diagram* adalah representasi visual yang digunakan untuk menggambarkan hubungan koneksi antara komponen elektronik dalam sebuah sistem. Berikut wiring diagram yang dibuat oleh penulis agar *prototype* BAS dapat terealisasi.

Picture 9
Wiring Diagram BAS



Dari wiring diagram BAS di atas dapat di jelaskan bahwa, PLC menerima tegangan 24 VDC dari power supply. Setelah itu output dari PLC berupa tegangan 5 VDC yang di keluarkan dari *digital output* menuju relay, tegangan 5 VDC ini memberi *trigger* kepada relay sehingga relay dapat menyalakan atau mematikan AC dengan kontak bantu NO (*normally open*). Sebelumnya relay telah mendapat tegangan input 5 VDC dari power supply sebagai daya untuk menghidupkan modul relay dan tegangan 220 VAC sebagai tegangan utama untuk beban AC. Setelah dari relay tegangan bernilai 220 VAC menuju Sensor PZEM-004T, dan terakhir menuju ke beban AC. Sensor PZEM-004T berfungsi sebagai *feedback* untuk memberikan informasi nilai arus pada setiap AC yang nantinya akan ditampilkan pada monitor PC.

Picture 10
Hardware Prototype BAS



4. Tahapan Pembuatan Program

Pada tahap pembuatan program ladder diagram, penulis menggunakan *software* outseal studio yang dirancang untuk membangun program ladder diagram. Dalam *software* ini, penulis akan menuliskan kode-kode instruksi sesuai dengan logika yang telah rancangan. penulis akan memperhatikan tata letak dan struktur program yang baik, Pada tahap ini, penulis juga akan melakukan simulasi dan pengujian program

ladder diagram untuk memastikan bahwa program berjalan sesuai dengan ekspektasi dan menghasilkan *output* yang diinginkan.

a. Pembuatan Program PLC

Pada prototype BAS ini, pengoperasian air conditioner terpusat dilakukan dengan menggunakan PLC sebagai kontrol utama. Untuk itu, penulis membuat program ladder diagram yang akan digunakan untuk mengontrol sistem AC tersebut.

Dalam mode online, pengoperasian sistem BAS memerlukan penggunaan alamat dalam format biner seperti B1, B2, B3, dan seterusnya. Alamat biner ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengontrol perangkat-perangkat dalam sistem BAS secara remote.

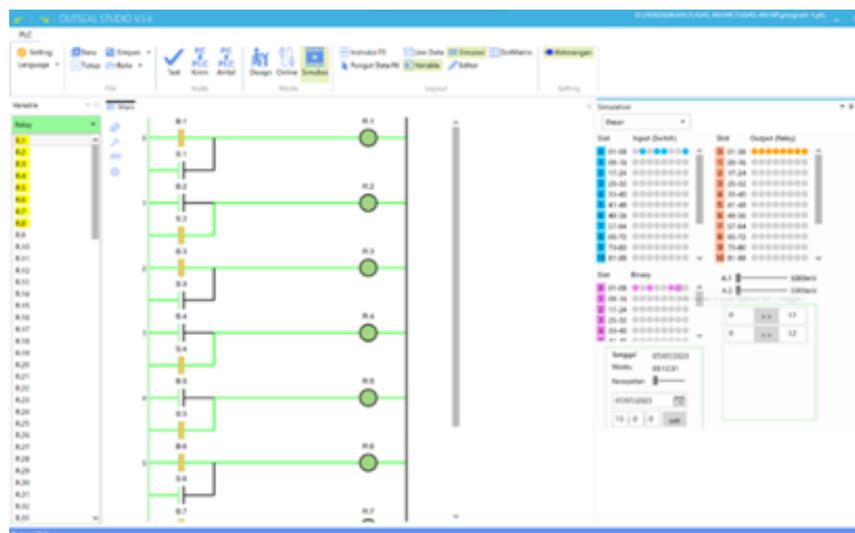
Namun, dalam mode manual, pengoperasian sistem BAS membutuhkan penggunaan saklar. Alamat yang digunakan dalam mode manual adalah dalam format S1, S2, S3, dan seterusnya.

Dengan mode online, pengoperasian sistem BAS dapat dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan alamat biner, sedangkan mode manual memungkinkan pengoperasian melalui interaksi langsung dengan perangkat keras yang menggunakan alamat dalam format S1, S2, S3, dan seterusnya. Mode online memungkinkan pengendalian jarak jauh yang praktis, sementara mode manual memberikan fleksibilitas pengoperasian langsung menggunakan perangkat keras yang tersedia.

Dengan menyesuaikan kebutuhan kontrol tersebut, maka penulis membuat program dengan menggunakan logika OR, Logika OR (atau gerbang OR) adalah salah satu gerbang logika dasar yang menghasilkan keluaran logika TRUE (1) jika salah satu atau kedua inputnya bernilai TRUE (1). Jika kedua input bernilai FALSE (0), maka keluaran logika akan bernilai FALSE (0).

Berikut adalah tampilan Ladder diagram yang berhasil dibuat :

Picture 11
Ladder diagram *prototype* BAS



1) Kontrol Mode *remote*

Prototype ini dapat dioperasikan dalam mode *remote* dengan cara memilih tombol input pada menu *binary*, pemilihan kamar dapat dijelaskan dengan melihat gambar 4.11. Setelah mengklik tombol akan muncul indikator yang menandakan bahwa kontrol ON melalui mode *remote*.

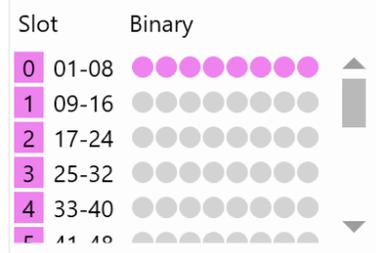
Picture 12

Tampilan kontrol BAS mode remote



Picture 13

Indikator kontrol ON mode remote melalui Outseal Studio



2) Kontrol mode manual

Penulis telah mempertimbangkan kemungkinan kegagalan sistem mode *remote* dan menyediakan solusi mode *manual* sebagai langkah pengamanan. Dalam mode manual, pengguna dapat beralih ke pengoperasian yang menggunakan saklar untuk mengendalikan AC dalam sistem BAS secara langsung. Mode *manual* ini memberikan keandalan dan kemampuan untuk tetap mengoperasikan sistem BAS bahkan ketika mode *remote* tidak berfungsi. Dengan demikian, pengguna dapat mengandalkan mode *manual* untuk menjaga keberlanjutan operasional sistem BAS dalam situasi darurat atau kegagalan pada sistem *remote*.

Picture 14

Kontrol mode manual menggunakan saklar



Jika pengoperasian dalam mode manual telah berhasil maka akan muncul lampu indikator seperti yang terlihat pada gambar 4.13 yang menandakan bahwa kontrol ON melalui mode manual.

Picture 15

Lampu indikator mode manual



b. Program *monitoring* menggunakan aplikasi Blynk

Langkah-langkah dalam pembuatan *monitoring* BAS adalah sebagai berikut :

- 1) Buka aplikasi Blynk dan buat akun pengguna baru jika belum memiliki akun. Jika sudah memiliki akun, masuk dengan menggunakan akun yang sudah ada.
- 2) Setelah masuk, buatlah proyek baru dalam aplikasi Blynk dengan menyetuk tombol "+ New Project". Berikan nama proyek dan pilih perangkat *hardware* "Nodemcu eps8266" sebagai board yang akan digunakan.
- 3) Setelah proyek terbuat akan diberikan token autentikasi. Token ini akan digunakan untuk menghubungkan Nodemcu eps8266 dengan aplikasi Blynk.
- 4) Selanjutnya, buka IDE Arduino di komputer dan buat program Arduino untuk membaca nilai arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi dari sensor PZEM 004-T dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk. Pastikan telah menginstal *library* Blynk pada IDE Arduino.
- 5) Dalam program Arduino, tambahkan kode yang diperlukan untuk menghubungkan Nodemcu esp8266 dengan aplikasi Blynk menggunakan token autentikasi yang telah diberikan. Gunakan fungsi *Blynk.begin()* dan atur koneksi ke server Blynk.
- 6) Selanjutnya, tentukan pin *input analog* pada Nodemcu esp8266 yang akan digunakan untuk membaca nilai arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi dari sensor PZEM-004T.
- 7) Setelah membaca nilai, gunakan fungsi *Blynk.virtualWrite()* untuk mengirimkan nilai arus ke aplikasi Blynk. Tentukan pin virtual yang sesuai dengan *widget* yang telah ditambahkan pada proyek Blynk.
- 8) *Upload* program Arduino ke Nodemcu esp8266 menggunakan kabel USB atau metode pengunggahan yang sesuai.

Kembali ke aplikasi Blynk, Anda akan melihat nilai arus yang dikirim dari Arduino Mega ditampilkan pada *widget* yang telah ditambahkan sebelumnya.

5. Pengujian Alat

a. Deskripsi Pengujian

Pengujian alat membantu memastikan bahwa alat dan sistem berkinerja dengan baik dan siap digunakan sesuai dengan tujuannya. Berikut adalah kriteria yang akan di uji :

1. *Prototype* BAS dapat bekerja dengan beban AC.
2. *Prototype* BAS dapat bekerja dengan mode *remote* melalui tampilan aplikasi Outseal Studio.
3. *Prototype* BAS dapat bekerja dengan mode manual menggunakan saklar.

Prototype BAS dapat di *monitoring* arus, tegangan, daya, Kwh, dan frekuensi melalui aplikasi Blynk.

b. Prosedur Pengujian Mode Remote

Fungsi mode *remote* pada *prototype* ini memungkinkan sistem BAS untuk dikontrol dari PC menggunakan koneksi kabel USB. Standar Operasional Prosedur penggunaan secara *remote* adalah :

1. Pastikan seluruh koneksi kabel sudah dalam keadaan yang benar.
2. Hubungkan PLC dengan power supply, pastikan PLC mendapat tegangan kerja 9-24 VDC.
3. Jika PLC sudah menyala akan ditandai dengan lampu indikator *power* yang menyala.
4. Hubungkan PLC dengan PC menggunakan kabel USB port.
5. Buka *software* Outseal Studio pada PC.
6. Pilih menu *binary*. Alamat biner ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengontrol perangkat-perangkat dalam sistem BAS secara *remote*.
7. Pada menu *binary* pengguna dapat menghidupkan atau mematikan AC dengan cara menekan tombol yang tersedia.
8. Lampu indikator pada menu *binary* akan menyala jika program telah berhasil menghidupkan AC.

c. Prosedur Pengujian Mode Manual

Jika terjadi kegagalan sistem pada mode *remote*, pengguna dapat beralih ke mode manual dengan pengoperasian menggunakan saklar yang terhubung dengan PLC. Standar operasional prosedur pengoperasian BAS dalam mode manual adalah sebagai berikut :

1. BAS sudah di program menggunakan ladder diagram sehingga tidak perlu selector switch untuk mengubah mode.
2. Tekan saklar yang berada pada *prototype* BAS untuk menghidupkan atau mematikan AC.
3. Jika AC telah berhasil dihidupkan maka akan di tandai dengan lampu indikator yang menyala.

Monitoring jika beban AC menyala juga dapat dilihat dari aplikasi Outseal yang di tandai dengan indikator pada *Input (Switch)* menyala

6. Hasil

a. Data pengujian pengoperasian dengan beban AC

Tabel 4. Tabel Pengoperasian beban AC

NO	Tujuan AC	Status	Ampere	Lampu indikator	Keterangan
1	AC 1	Beroperasi	3,9 A	Hidup	Berhasil
2	AC 2	Beroperasi	3,8 A	Hidup	Berhasil
3	AC 3	Beroperasi	3,9 A	Hidup	Berhasil
4	AC 4	Beroperasi	4 A	Hidup	Berhasil
5	AC 5	Beroperasi	3,8 A	Hidup	Berhasil
6	AC 6	Beroperasi	3,9 A	Hidup	Berhasil
7	AC 7	Beroperasi	4 A	Hidup	Berhasil
8	AC 8	Beroperasi	3,8 A	Hidup	Berhasil

b. Data pengujian pengoperasian secara *remote*

Tabel 5. Pengujian pengoperasian secara remote

No	Mode	Input Binary	Tujuan AC	Status AC	Lampu indikator	keterangan
1	<i>Remote</i>	B1 ON	AC 1	Beroperasi	Hidup	Berhasil
2	<i>Remote</i>	B1 OFF	AC 1	Beroperasi	Mati	Berhasil
3	<i>Remote</i>	B2 ON	AC 2	Beroperasi	Hidup	Berhasil
4	<i>Remote</i>	B2 OFF	AC 2	Beroperasi	Mati	Berhasil
5	<i>Remote</i>	B3 ON	AC 3	Beroperasi	Hidup	Berhasil
6	<i>Remote</i>	B3 OFF	AC 3	Beroperasi	Mati	Berhasil
7	<i>Remote</i>	B4 ON	AC 4	Beroperasi	Hidup	Berhasil
8	<i>Remote</i>	B4 OFF	AC 4	Beroperasi	Mati	Berhasil
9	<i>Remote</i>	B5 ON	AC 5	Beroperasi	Hidup	Berhasil
10	<i>Remote</i>	B5 OFF	AC 5	Beroperasi	Mati	Berhasil
11	<i>Remote</i>	B6 ON	AC 6	Beroperasi	Hidup	Berhasil
12	<i>Remote</i>	B6 OFF	AC 6	Beroperasi	Mati	Berhasil
13	<i>Remote</i>	B7 ON	AC 7	Beroperasi	Hidup	Berhasil
14	<i>Remote</i>	B7 OFF	AC 7	Beroperasi	Mati	Berhasil
15	<i>Remote</i>	B8 ON	AC 8	Beroperasi	Hidup	Berhasil
16	<i>Remote</i>	B8 OFF	AC 8	Beroperasi	Mati	Berhasil

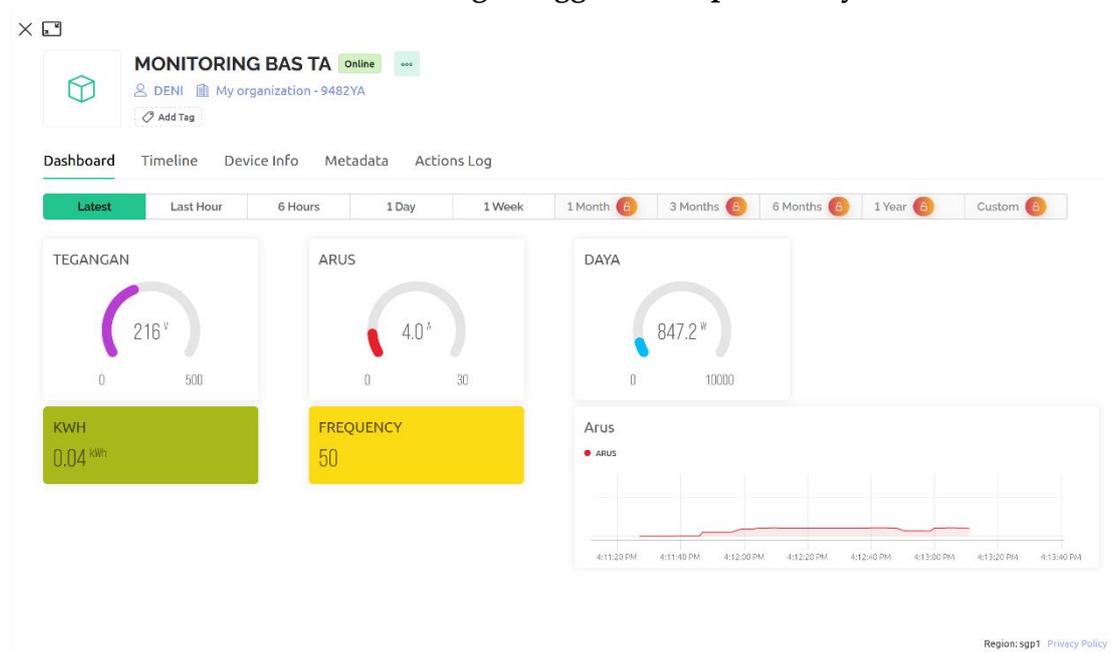
c. Data pengujian pengoperasian secara *manual*

Tabel 6. Data pengujian pengoperasian secara manual

No	Mode	saklar	Tujuan AC	Status AC	Lampu indikator	keterangan
1	Manual	Saklar 1 ON	AC 1	Beroperasi	Hidup	Berhasil
2	Manual	Saklar 1 OFF	AC 1	Beroperasi	Mati	Berhasil
3	Manual	Saklar 2 ON	AC 2	Beroperasi	Hidup	Berhasil
4	Manual	Saklar 2 OFF	AC 2	Beroperasi	Mati	Berhasil
5	Manual	Saklar 3 ON	AC 3	Beroperasi	Hidup	Berhasil
6	Manual	Saklar 3 OFF	AC 3	Beroperasi	Mati	Berhasil
7	Manual	Saklar 4 ON	AC 4	Beroperasi	Hidup	Berhasil
8	Manual	Saklar 4 OFF	AC 4	Beroperasi	Mati	Berhasil
9	Manual	Saklar 5 ON	AC 5	Beroperasi	Hidup	Berhasil
10	Manual	Saklar 5 OFF	AC 5	Beroperasi	Mati	Berhasil
11	Manual	Saklar 6 ON	AC 6	Beroperasi	Hidup	Berhasil
12	Manual	Saklar 6 OFF	AC 6	Beroperasi	Mati	Berhasil
13	Manual	Saklar 7 ON	AC 7	Beroperasi	Hidup	Berhasil
14	Manual	Saklar 7 OFF	AC 7	Beroperasi	Mati	Berhasil
15	Manual	Saklar 8 ON	AC 8	Beroperasi	Hidup	Berhasil
16	Manual	Saklar 8 OFF	AC 8	Beroperasi	Mati	Berhasil

- d. Data *Monitoring* menggunakan aplikasi Blynk *Monitoring* dengan menggunakan sample 1 beban AC.

Tabel 7. Monitoring menggunakan aplikasi Blynk



e. Hasil Pengujian Keseluruhan

Tabel 7. Hasil Pengujian Keseluruhan

No	Pengujian <i>Prototype</i>	Hasil
1	<i>Prototype</i> BAS dapat bekerja dengan beban AC	Berhasil
2	<i>Prototype</i> BAS dapat bekerja dengan mode <i>remote</i> melalui tampilan aplikasi Outseal Studio.	Berhasil
3	<i>Prototype</i> BAS dapat bekerja dengan mode <i>manual</i> menggunakan saklar.	Berhasil
4	<i>Monitoring</i> arus, tegangan, daya, Kwh, frekuensi <i>prototype</i> BAS melalui aplikasi Blynk	Berhasil

Conclusion

Dari pembahasan yang telah maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Pembuatan *Prototype Building Automation System (BAS)* telah berhasil dan berfungsi sesuai dengan rancangan, *Prototype* telah melalui beberapa tahapan yang mencakup perancangan rancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian.
2. *Prototype* ini dapat dioperasikan secara *remote* dan *manual*. Jika terjadi kegagalan sistem dalam pengoperasian mode *remote*, *prototype* sudah di tambahkan mode *manual* menggunakan saklar yang terhubung dengan PLC sehingga pengguna dapat mengandalkan mode *manual* untuk menjaga keberlanjutan operasional sistem BAS.
3. Kelebihan dari *prototype* ini adalah dengan menggunakan sistem pengendalian terpusat, pengguna dapat dengan mudah mengontrol dan memonitoring AC di berbagai area atau ruangan asrama, sehingga memastikan penggunaan energi yang

optimal dan efektif. Kekurangan dari *prototype* BAS ini adalah hanya mampu untuk ON/OFF AC saja secara terpusat, tidak terdapat pengaturan untuk suhu dan tidak terdapat sensor yang dapat mendeteksi orang dalam ruangan.

Acknowledgement

On this occasion, with all due humility, I would like to express my gratitude to all parties who have guided and assisted me in the completion of this Final Project. I extend my sincere thanks to Mr. Agustono, S.Sos, M.MTr, as the Director of the Indonesian Aviation Polytechnic, and Mr. Nurhedhi Desryanto, S.T, S.SiT, M.M, as the Head of the Airport Electrical Engineering Study Program at the Indonesian Aviation Polytechnic Curug. I would also like to acknowledge Mr. Nurhedhi Desryanto as my primary supervisor for this Final Project, who has provided valuable guidance and corrections that have greatly contributed to the completion of this writing.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

References

- Amalia, D., Saputra, W., Martadinata, Mi., Septiani, V., Rizko, R., & Penerbangan Palembang, P. (2021). Pelatihan Programmable Logic Controller Menggunakan Outseal PLC. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian Dalam Penerbangan*, 2, 14–21. www.outseal.com.
- Anwar, S., Artono, T., & Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, J. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1).
- Halim, A., Nasution, M., Fadhillah, N., Arifin, C., & Tamba, P. (2019). PENGONTROLAN LAMPU JARAK JAUH DENGAN NODEMCU MENGGUNAKAN BLYNK. *Jurnal TEKINKOM*, 2.
- Haniifah, N., & Hariyadi, S. (2020). *SIMULASI KONTROL MONITORING LAMPU DAN AC DENGAN BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DI ASRAMA ALPHA*.
- Outseal PLC Instruction*. (2022). <https://www.outseal.com/produk/megav2slim/megav2slim.html>
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). *RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY*.
- Sugiyono. (2020). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D* (M. Dr. Ir. Sutopo. S.pd, Ed.; 2nd ed.). ALFABETA, cv.
- Yuwono, O. :, Hatmojo, I., Pd, S., Eng, M., Pendidikan, J., & Elektro, T. (2015). *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) Disampaikan dalam Pelatihan Mekatronika Bagi Guru-guru SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta*.