

Magnetika

SISTEM MANAJEMEN ENERGI LISTRIK BERBASIS OKUPANSI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT DI LABORATORIUM OTOMASI DAN ROBOTIKA TEKNIK ELEKTRO ITN MALANG

Amirul Fadly Ragali¹, Aryunto Soetedjo², F. Yudi Limpraptono³
Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia
1amirulfadlyragali@gmail.com, 2aryunto@lecturer.itn.ac.id, 2fyudil@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Dengan meningkatnya kompleksitas kebutuhan energi listrik di lingkungan laboratorium otomasi dan robotika, pengembangan sistem manajemen energi yang efisien menjadi suatu keharusan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Manajemen Energi Listrik Berbasis Okupansi menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT) di Laboratorium Otomasi dan Robotika Teknik Elektro ITN Malang. Metode penelitian ini melibatkan survei kebutuhan energi, perancangan sistem berbasis IoT, pengembangan perangkat keras, dan pengujian implementasi sistem. Sistem ini memanfaatkan sensor okupansi dan perangkat pintar yang terhubung dalam suatu jaringan IoT untuk mengumpulkan data okupansi di lingkungan laboratorium. Data tersebut kemudian digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik sesuai dengan kebutuhan dan pola okupansi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada efisiensi pengelolaan energi listrik di Laboratorium Otomasi dan Robotika Teknik Elektro ITN Malang. Data yang dihasilkan merupakan data konsumsi daya dengan sistem okupansi dan tanpa sistem okupansi, daya konsumsi dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu daya outlet, daya lampu, dan daya total. Hasil akhir membuktikan bahwa memakai sistem okupansi dapat menghemat konsumsi daya, penghematan daya outlet, daya lampu, dan daya total secara berurutan adalah 62.6%, 5.78%, dan 37.23%.

Kata Kunci : *Sistem Manajemen Energi Listrik, Okupansi, Konsumsi Daya, IoT.*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah energi yang sangat diperlukan oleh manusia dalam melaksanakan aktivitas rutin, sehingga penggunaan energi yang efisien harus dilakukan oleh masyarakat. Efisiensi energi merupakan sebuah prinsip penggunaan energi untuk mengurangi dan mengatasi pemborosan energi secara keseluruhan. [1]

Penggunaan energi perlu dipantau dan dikendalikan untuk mengurangi penggunaan energi listrik pada gedung. Selain itu, konsumsi energi juga sangat bergantung pada niat dan sikap individu terhadap konservasi energi dan kontrol persepsi perilaku. Seseorang yang memasuki

ruangan yang gelap pasti akan menyalakan lampu, namun apabila seseorang tersebut keluar ruangan, lampu yang dinyalakan belum tentu akan dimatikan, apabila hal tersebut terjadi secara berkala, maka akan terjadi pemborosan energi listrik. [2][3]

Seorang mahasiswa memiliki tuntutan untuk menimba ilmu, sehingga tidak jarang terlihat mahasiswa yang memiliki kesibukan di kehidupan sehari-hari, hal ini tentunya membutuhkan waktu dari pagi hingga malam bahkan sering juga memakan waktu malam yang dimana adalah waktu untuk istirahat malah dipakai untuk mengerjakan kesibukan tersebut. Kesibukan ini dapat membuat mahasiswa melupakan hal-hal yang sederhana seperti mematikan lampu dan mencabut alat elektronik yang sudah selesai dipakai, hal ini dapat menimbulkan pemborosan energi hingga dapat menimbulkan kecelakaan jika terdapat hal fatal yang terlupakan.

Selama ini, mahasiswa terlebih mahasiswa yang terdaftar sebagai asisten laboratorium sering menggunakan laboratorium sebagai media belajar maupun sebagai tempat beristirahat, dengan banyaknya kegiatan yang dilakukan oleh mahasiswa, tidak luput bagi mahasiswa untuk dapat melupakan hal sederhana seperti mematikan lampu saat meninggalkan laboratorium dan juga mencabut alat elektronik yang sudah selesai dipakai. Hal ini dapat menjadi masalah karena dapat menyebabkan pemborosan energi sehingga meningkatkan biaya listrik bulanan [4]. Selama ini, mahasiswa diharuskan untuk mematikan atau mencabut alat secara manual, sehingga sering terjadi kelupaan mematikan ataupun mencabut alat, permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan sistem okupansi yang terhubung dengan Human Machine Interface atau HMI dengan dibantu oleh teknologi IoT.

Sistem okupansi atau sistem deteksi okupansi adalah sistem yang berguna untuk mengetahui kehadiran suatu objek, dalam penelitian ini objek tersebut adalah manusia. Sistem okupansi dapat diimplementasikan menggunakan

berbagai cara, salah satunya adalah dapat menggunakan *Sensor Passive Infrared* atau PIR yang bekerja dengan cara mendeteksi temperatur dari semua objek dalam jangkauan sensor [5]. Sistem okupansi yang terpasang dapat meminimalisir terjadinya pemborosan daya yang disebabkan oleh kelupaan mematikan lampu maupun mencabut alat, dikarenakan jika mahasiswa meninggalkan laboratorium, maka tidak ada pergerakan yang terdeteksi oleh sistem okupansi sehingga dapat dimatikan secara otomatis.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut, bagaimana mengatasi masalah tentang mahasiswa yang sering melupakan untuk mematikan lampu dan mencabut alat elektronik, dengan demikian, cara merancang sistem okupansi juga menjadi permasalahan yang dimana sistem tersebut berfungsi untuk mengontrol penggunaan daya di laboratorium otomasi dan robotika, dan yang terakhir adalah pemaparan dan analisa dari penggunaan daya pada laboratorium dengan sistem okupansi dan tanpa okupansi, dengan asumsi konsumsi daya saat menggunakan sistem okupansi lebih sedikit dibandingkan tanpa sistem okupansi.

Penelitian ini bertujuan adalah untuk merancang dan memasang sistem okupansi yang dapat mendeteksi gerakan manusia sehingga dapat mengontrol penggunaan daya pada laboratorium, dengan sistem okupansi yang telah terpasang, maka tujuan kedua adalah dapat mengefisienkan penggunaan daya pada laboratorium menggunakan sistem okupansi yang telah terpasang tersebut. Membuat analisa perbedaan penggunaan tersebut menjadi tujuan terakhir pada penelitian ini, sehingga dapat diketahui persentase penghematan konsumsi daya saat menggunakan sistem okupansi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daya Listrik

Daya dapat diartikan sebagai besaran energi yang diperlukan untuk melakukan usaha. Satuan dari daya adalah Watt. Daya Listrik dapat dicari menggunakan persamaan (1) di bawah:

$$P = I \times V \quad (1)$$

Di mana :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya Listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah jumlah energi Listrik yang digunakan tiap detik, sehingga rumus diatas dapat digunakan seperti persamaan (2) di bawah :

$$W = V \times I \times t \quad (2)$$

Yang Dimana :

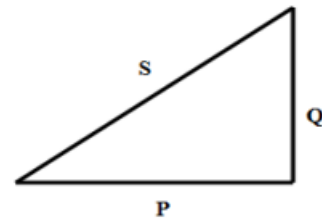
P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

t = waktu (detik)

Jenis dari daya listrik pada jaringan listrik *Alternative Current* (AC) dengan bentuk sinusoidal adalah daya semu, daya aktif, dan daya reaktif [6]. Hubungan dari ketiga jenis daya tersebut ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Segitiga Daya

B. Manajemen Energi

Manajemen energi didefinisikan sebagai sebuah fungsi teknis dan manajemen untuk mendata, mempelajari secara teliti, menganalisis, memantau, menukar, dan mengendalikan aliran listrik energi dalam sistem energi sedemikian hingga energi dapat digunakan dengan efisiensi penuh.[7]

Sementara itu, konservasi energi memiliki arti yang berbeda, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009, pada Bab 1 Pasal 1 Poin 1, dikatakan konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri dan meningkatkan efisiensi pemanfaatannya [8]. Definisi lain dari konservasi energi adalah semua kegiatan dan proses yang mengakibatkan pengurangan jumlah energi yang dikonsumsi atau digunakan [7]. Tindakan konservasi energi tidak selalu membuat efisiensi energi menjadi lebih baik, sehingga perlu untuk diperhatikan kembali hasil dari konservasi energi yang telah dilakukan.

Pada penelitian ini sendiri menggunakan sistem okupansi sebagai metode untuk manajemen energi sehingga dapat mengefisienkan energi yang digunakan.

C. Sistem Okupansi

Sistem okupansi adalah suatu sistem yang digunakan untuk memantau dan mengelola penggunaan ruang tertentu. Istilah ini umumnya digunakan dalam konteks manajemen bangunan, fasilitas, atau lingkungan kerja. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi tentang sejauh mana ruangan tersebut digunakan oleh orang pada suatu waktu tertentu.

Sistem okupansi biasanya melibatkan teknologi pemantauan seperti sensor gerak, sensor suhu, atau sensor lain yang dapat mendeteksi keberadaan manusia pada suatu ruangan. Data – data yang dihasilkan oleh sensor kemudian akan dianalisa sehingga memberikan informasi yang bermanfaat.

D. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

Supervisory Control and Data Acquisition atau biasa disebut SCADA adalah perangkat lunak yang berperan untuk melakukan pengawasan, pengendalian, dan pengumpulan daya. Fasilitas SCADA diperlukan untuk melaksanakan perusahaan tenaga listrik terutama pengendalian operasi secara real time, dalam penelitian ini, SCADA digunakan untuk mengolah data dan memerintahkan PLC untuk membuka atau menutup relay sehingga dapat mengendalikan daya. Peralatan SCADA secara umum meliputi Master Station, Remote Station, dan Media Komunikasi.[9]

E. Human Machine Interface (HMI)

HMI atau *Human Machine Interface* merupakan suatu sistem yang menghubungkan teknologi mesin dengan manusia. HMI dapat berupa pengendalian dan visualisasi status secara manual maupun melalui visualisasi komputer secara *real time*. Sistem HMI dapat beroperasi secara *online* dan *real time* dengan membaca daya yang dikirimkan dari I/O port yang digunakan oleh sistem kendali.

Sistem HMI bekerja dengan cara membaca daya yang dikirim melalui port I/O yang digunakan sistem controller-nya dengan sistem yang bekerja secara *real time*. Port pada HMI yang dapat digunakan antara lain port USB, port serial, port com, dan port RS232 atau RS485. HMI juga dapat berupa komputer atau PC yang di dalam PC tersebut telah terinstall program aplikasi yang dibuat menggunakan software otomation. [10]

F. Sensor Passive Infrared (PIR)

PIR atau *Passive Infrared* adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi radiasi infra merah. Sensor PIR ini bersifat pasif, yang berarti sensor ini tidak memancarkan radiasi infra merah tetapi hanya menerima atau mendeteksi radiasi sinar

infra merah dari luar sensor. Sensor ini biasanya memiliki jangkauan sebesar lima meter, dan sangat efektif jika digunakan sebagai pendeteksi manusia melalui gerakan. [11]

G. ESP8266

ESP8266 adalah sebuah komponen chip yang telah terintegrasi dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan dunia masa kini yang kebanyakan tersambung oleh internet. Chip ini memiliki solusi jaringan Wi-Fi yang lengkap dan terintegrasi, sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan seluruh fungsi jaringan Wi-Fi ke komponen lainnya. [12]

H. PLC Outseal

PLC atau *Programmable Logic Control* adalah suatu komponen atau perangkat yang berfungsi untuk menggantikan fungsi rangkaian relay sekuensial untuk mengendalikan sistem kendali yang terdapat pada panel listrik. Kelebihan dari PLC adalah proses – proses tertentu sangat kompleks, PLC memiliki banyak relay, timer, counter, dan kontrol khusus lainnya. PLC beroperasi dengan cara memantau atau mendeteksi status input dan status tersebut digunakan untuk mengendalikan keluaran yang terhubung. PLC memerlukan program agar dapat bekerja sesuai dengan keinginan pengguna. [13]

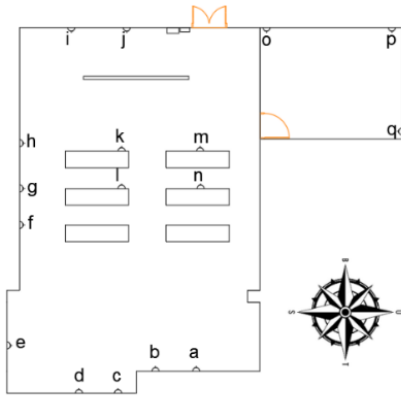
I. Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika berupa saklar elektronik yang dikendalikan oleh arus listrik. Pada dasarnya, prinsip kerja relay terdiri dari tuas saklar dengan kawat yang dililitkan pada batang besi atau solenoid di dekatnya, Ketika solenoid diberi arus listrik, maka solenoid akan menghasilkan medan magnet yang akan menarik tuas sehingga kontak saklar akan menutup, pada saat arus tidak diterima solenoid, maka gaya magnet akan hilang dan saklar akan terbuka kembali [14].

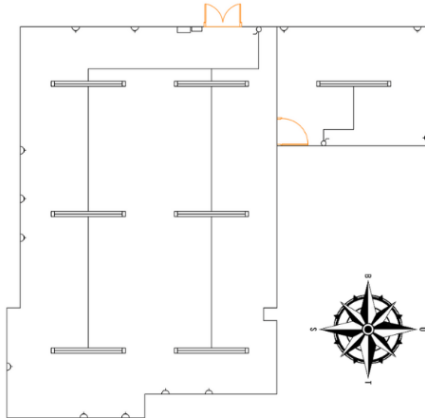
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Hasil Survey Lapangan

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah Laboratorium Otomasi dan Robotika yang berada di Lantai Dua Gedung Laboratorium Teknik Elektro ITN Malang, gambar 2 dan 3 adalah denah dari laboratorium otomasi dan robotika dan letak dari outlet dan lampu,



Gambar 2. Letak Outlet di Laboratoium Otomasi dan Robotika

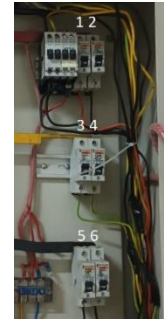


Gambar 3. Letak Lampu di Laboratoium Otomasi dan Robotika

Terdapat 3 panel yang berbeda yang merupakan jalur dari outlet dan lampu diatas, yaitu panel Lab Otomasi, panel PLC, dan panel lampu depan PLC, gambar 4, 5, dan 6 adalah gambar dari ketiga panel yang disebutkan, terdapat tanda penomoran MCB pada gambar yang akan dipakai pada tabel 1, 2, dan 3.



Gambar 4. Panel Daya Lab. Otomasi



Gambar 5. Panel Daya Ruang PLC



Gambar 6. Panel Penerangan

Tabel 1, 2, dan 3 merupakan jalur outlet dan penerangan yang tersambung pada panel di atas,

TABEL 1. JALUR OUTLET PADA PANEL LAB OTOMASI

MCB (Lab OI)	Outlet yang tersambung
1	Belum diketahui
4	Sumber Haiwell
5	Sumber Outlet b dan f
7	Belum diketahui
8	Sumber Outlet j
9	Sumber Outlet a, c, e, g, h, i
10	Belum diketahui

TABEL 2 . JALUR OULET PADA PANEL PLC

MCB (Lab PLC)	Outlet yang tersambung
1	Sumber untuk outlet o, p, dan q

TABEL 3 . JALUR LAMPU PADA PANEL PENERANGAN DEPAN PLC

MCB	Lampu yang tersambung
1	Koridor, laboratorium otomasi, ruang kepala laboratorium otomasi, ruang PLC
2	Ruang kepala laboratorium otomasi
8	Ruang PLC
9	Ruang utama Laboratorium Otomasi

Dari hasil survey jalur outlet dan lampu, maka yang akan dikontrol adalah jalur dari MCB 5, 8, dan 9 pada panel lab otomasi, dan jalur dari MCB 1 pada panel PLC, dan jalur MCB 2 dan 9 pada panel lampu depan PLC.

B. Alat yang sudah terpasang di ruangan

Untuk mendukung penelitian ini, tentunya membutuhkan alat untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan, pada laboratorium otomasi, terdapat bebedapa alat yang sudah terpasang di ruangan, yang dimana pada penelitian ini menggunakan alat tersebut untuk memperoleh data, alat tersebut adalah SCADA HMI Haiwell dan panel kontrol lampu.

1) HMI Haiwell

Di ruangan laboratorium otomasi dan industri, sudah terdapat SCADA yang dimana SCADA tersebut berfungsi untuk memonitoring penggunaan daya dan lampu di seluruh ruangan yang ada di lantai dua gedung laboratorium Teknik Elektro ITN Malang. SCADA ini memiliki HMI berupa Haiwell yang terpasang di laboratorium otomasi.

Pada penelitian ini, SCADA yang telah terpasang akan digunakan untuk monitor daya penggunaan saat sensor okupansi telah terpasang, sehingga peneliti hanya perlu memasang sensor okupansi dan juga menambahkan *interface* tambahan pada SCADA. SCADA ini juga digunakan untuk menyimpan kondisi terakhir dari sensor okupansi dan relay jika terdapat kondisi pemadaman listrik di ruangan. Gambar 7 merupakan tampilan dari HMI Haiwell yang

telah terpasang di laboratorium otomasi dan robotika.



Gambar 7. HMI Haiwell

2) Panel Kontrol Lampu

Panel kontrol lampu berfungsi untuk mengontrol lampu, panel ini bertempat di lorong lantai dua Gedung laboratorium Teknik Elektri ITN Malang, panel ini dapat mengontrol sebagian besar lampu yang ada di lantai tersebut, termasuk lampu laboratorium otomasi dan industri dan juga lampu ruang kepala laboratorium otomasi dan industri.

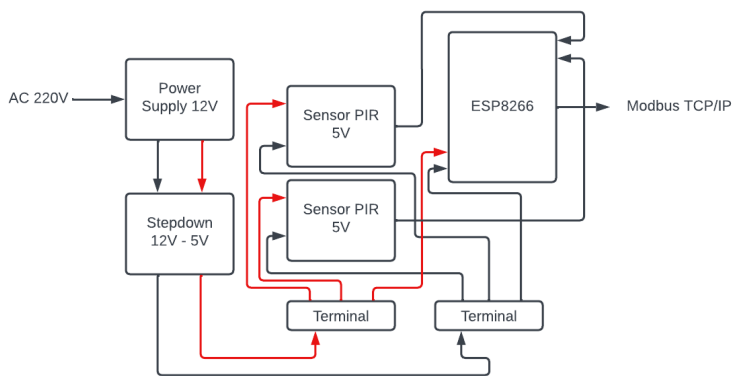
Panel ini akan digunakan untuk mengontrol lampu laboratorium otomasi dan ruang kepala laboratorium otomasi, berdasarkan deteksi okupansi yang akan dipasang. Tampilan dari panel kontrol lampu ditampilkan pada gambar 8.



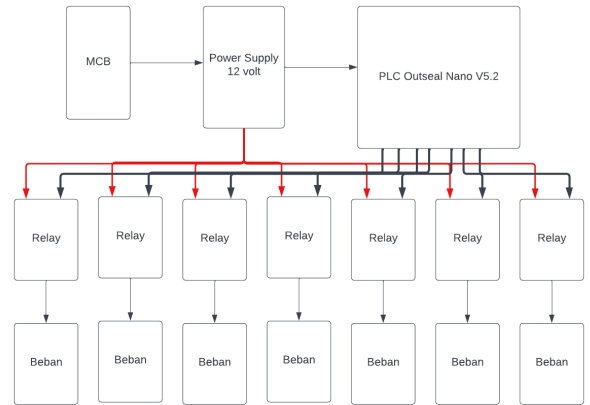
Gambar 8. Panel Kontrol Lampu

C. Blok Diagram Alat

Terdapat dua (2) alat yang akan di buat untuk mendukung penelitian ini, yaitu alat pendeteksi manusia atau alat deteksi okupansi yang dimana menggunakan sensor PIR sebagai komponen pendeteksinya, dan juga panel kontrol daya yang berfungsi untuk mengontrol daya menggunakan relay yang dihubung seri dengan jalur daya yang ada di ruangan, blok diagram box sensor dan panel kontrol daya ditampilkan pada gambar 9 dan 10.



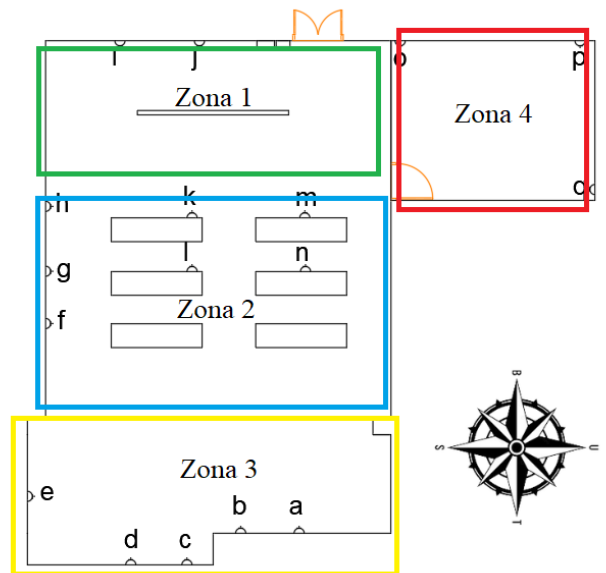
Gambar 9. Blok Diagram Box Sensor



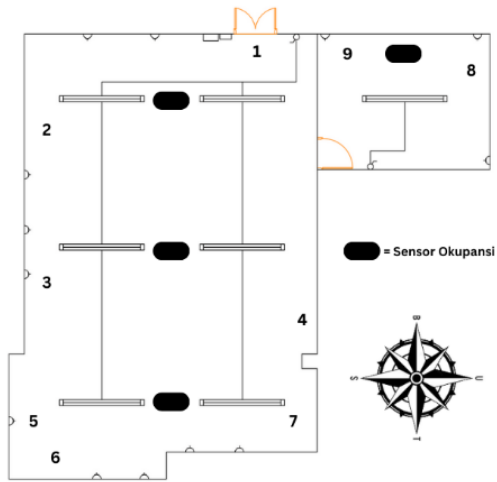
Gambar 10. Blok Diagram Panel Kontrol Daya

D. Rancangan Sistem

Setelah melakukan survei lapangan, terdapat empat tempat atau zona yang akan ditempatkan alat sensor okupansi, pembagian zona pada ruangan ditampilkan pada gambar 11, sedangkan tata letak dari sensor ditampilkan pada gambar 12.

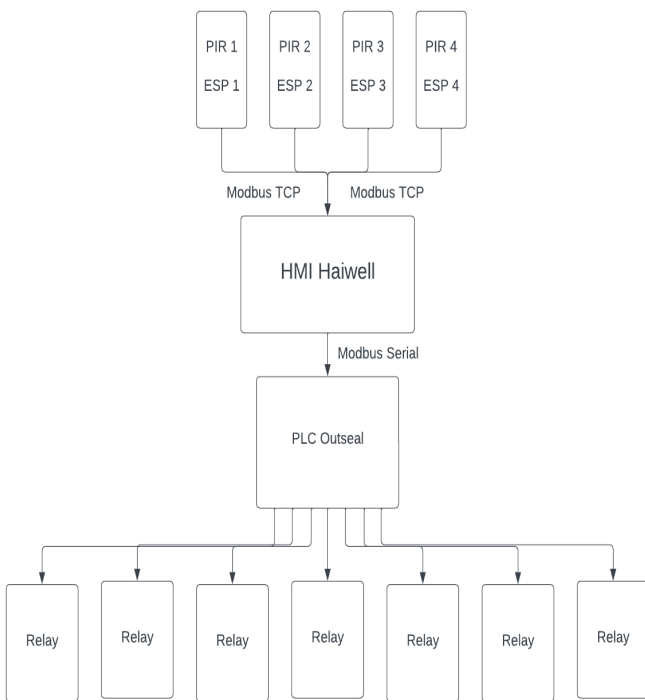


Gambar 11. Zonasi Sensor PIR pada Laboratorium Otomasi



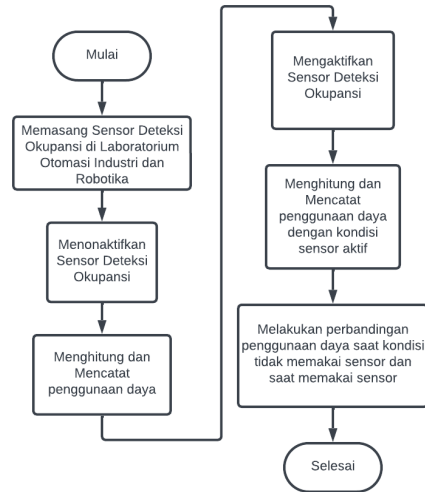
Gambar 12. Tata Letak Sensor Okupansi

Sistem yang akan dirancang adalah sistem okupansi yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan manusia, data output dari sistem okupansi akan dikirim ke HMI Haiwell yang telah terpasang di laboratorium otomasi dan industri, data tersebut akan diolah dan hasil olahan data akan menghasilkan perintah dari HMI Haiwell ke PLC Outseal yang berada di panel kontrol daya, sehingga PLC Outseal akan membuka atau menutup relay sesuai dengan perintah HMI. Gambar 13 merupakan tampilan dari blok diagram dari rancangan sistem yang dibuat.



Gambar 13. Blok Diagram Rancangan Sistem

E. Alur Penelitian



Gambar 14. Alur Penelitian

Gambar 14 adalah *flowchart* dari alur penelitian yang akan dilakukan, berikut adalah uraian dari *flowchart* di atas,

- A. Mulai.
- B. Membuat sistem okupansi berupa sensor deteksi okupansi, kemudian dipasang di laboratorium Otomasi Industri dan Robotika.
- C. Untuk data pertama, sensor okupansi yang dipasang akan dimatikan terlebih dahulu, agar mengetahui data konsumsi daya saat tidak menggunakan sistem okupansi.
- D. Menghitung konsumsi daya pada laboratorium otomasi industri dan robotika.
- E. Selanjutnya sistem okupansi akan diaktifkan untuk mengetahui konsumsi daya saat menggunakan sistem okupansi.
- F. Menghitung konsumsi daya pada laboratorium otomasi industri dan robotika.
- G. Melakukan perbandingan konsumsi daya dengan menggunakan sistem okupansi dan tanpa menggunakan sistem okupansi, serta melakukan analisis dari perbedaan konsumsi daya tersebut.
- H. Selesai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Kelistrikan Laboratorium Otomasi dan Industri

Tabel 4 dan 5 adalah tabel peralatan listrik yang digunakan di ruangan dan ruang kepala laboratorium otomasi dan industri dan juga jalur listrik dari peralatan listrik tersebut,

TABEL 4. DATA BEBAN LAB OTOMASI

No.	Nama Peralatan	Jalur MCB yang tersambung	Panel yang terhubung
1	Printer	5 dan 9	Panel Daya Ruang Otomasi dan Industri
2	Alat Praktikum		
3	Teko Listrik		
4	Solder		
5	Komputer		
6	Laptop yang bekerja	8	
7	Charge Handphone		
8	Charge Laptop		
9	HMI Haiwell	3	
10	Router		
11	Kontrol Relay	2	
12	Lampu	9	Panel Penerangan Depan Ruang PLC

TABEL 5 . DATA BEBAN RUANG KEPALA LAB OTOMASI

No.	Nama Peralatan	Jalur MCB yang tersambung	Panel yang terhubung
1	Komputer	1	Panel daya Ruang PLC
2	LCD		
3	Lampu	2	Panel Penerangan Depan Ruang PLC

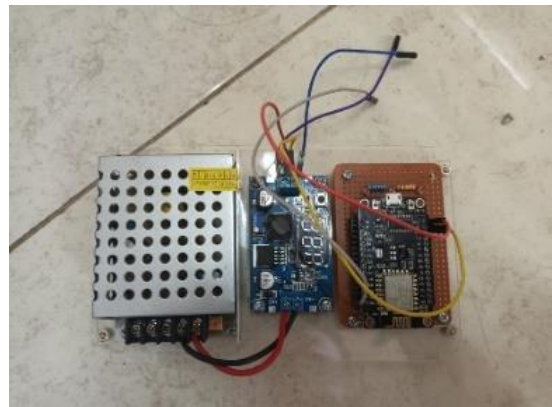
Berdasarkan jalur – jalur beban yang telah dipaparkan, didapatkan beberapa rancangan dalam kontrol daya berdasarkan zonasi yang ada yang ditampilkan pada tabel 6.

TABEL 6. METODE KONTROL DAYA DAN PENERANGAN

Jalur MCB	Zona yang berpengaruh	Metode Pengontrolan		
		Okupansi	Waktu	Tidak
5	2 dan 3	√		
8	1 dan 2	√	√	
9	2 dan 3	√		
3	-			√
2	-			√
1 (Kalab)	4	√	√	
2 (Penerangan)	4	√		
9 (Penerangan)	1, 2, dan 3	√		

B. Tampilan dan Penjelasan Alat

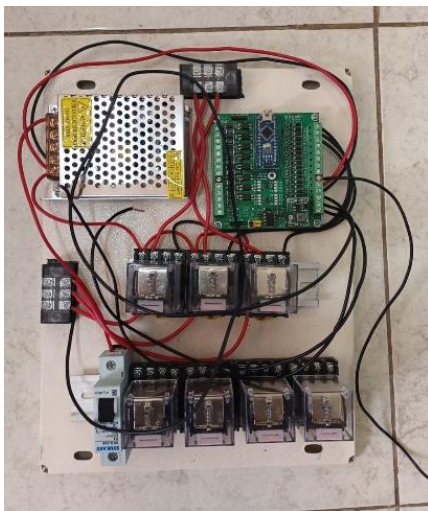
Gambar 15 menunjukkan alat berupa sensor okupansi yang telah dibuat, komponen yang digunakan dalam sensor okupansi adalah Sensor PIR, Power Supply 12V, Buck Converter, dan ESP8266. Empat komponen tersebut dirangkai sehingga dapat berjalan sesuai yang diinginkan dan diletakkan ke dalam *box* hitam agar tampilan luar dapat terlihat dengan bagus. Sensor okupansi ini mempunyai komponen inti berupa sensor PIR dan ESP8266, yang dimana sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi gerakan yang melewati zona, sedangkan ESP8266 berfungsi untuk menerima data output dari sensor PIR dan mengirimkan data output tersebut ke HMI Haiwell menggunakan protokol komunikasi Modbus TCP





Gambar 15. Sensor Okupansi

Terdapat dua buah panel kontrol yang dibutuhkan, yaitu panel kontrol daya laboratorium otomasi dan panel kontrol daya kepala laboratorium otomasi. Masing – masing panel berisikan MCB, Power Supply, PLC Outseal Nano V5.2, dan Relay. Tampilan dari panel yang telah dibuat yaitu panel kontrol daya lab otomasi ditampilkan pada gambar 16, dan panel kontrol daya kepala lab otomasi ditampilkan pada gambar 17.



Gambar 16. Panel Kontrol Daya Lab Otomasi



Gambar 17. Panel Kontrol Daya Kepala Lab Otomasi

Protokol komunikasi yang digunakan oleh panel kontrol daya lab otomasi adalah Modbus Serial dikarenakan letak panel yang berdekatan dengan HMI Haiwell, sehingga dapat menggunakan Modbus Serial untuk menerima dan mengirimkan data ke SCADA. Berbeda dengan panel sebelumnya, panel kontrol daya kepala lab otomasi berada di ruangan yang berbeda, sehingga protokol komunikasi yang dipakai adalah Modbus TCP dengan perantara menggunakan komponen Elfin EW11 yang telah terpasang sebelumnya.

C. Tampilan SCADA

Gambar 18 adalah tampilan SCADA yang berguna untuk menampilkan sensor zona mana yang mendeteksi Gerakan dan juga jalur MCB yang tertutup serta lampu mana yang menyala.

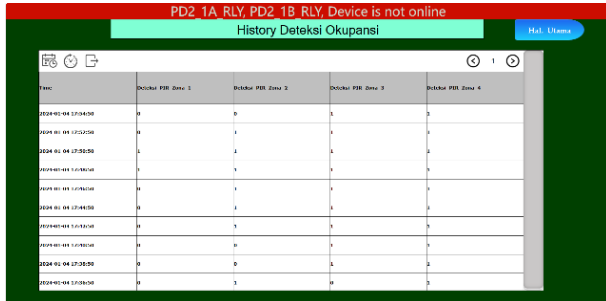


Gambar 18. Tampilan *Interface* SCADA

Tampilan SCADA di atas dapat berfungsi sebagai tampilan sensor yang mendeteksi gerakan dan menampilkan jalur MCB yang mengalir, selain itu, pengguna juga dapat mengontrol lampu dan daya dengan menggunakan tombol okupansi kontrol, yang

dimana jika okupansi kontrol dinyalakan, maka lampu dan daya dapat dikontrol langsung dengan menekan switch yang telah disediakan dan tidak terpengaruh dengan okupansi yang ada.

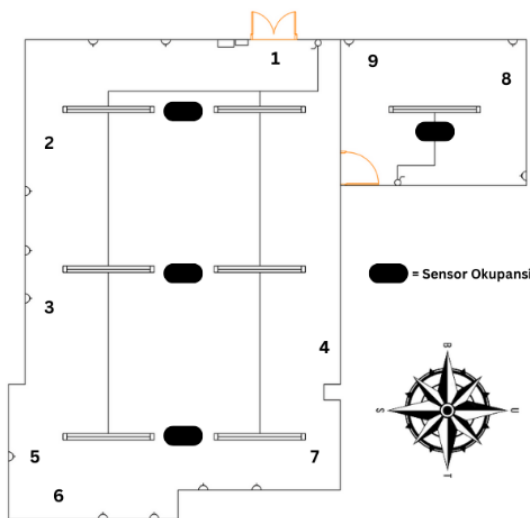
Selain *interface* di atas, terdapat *interface* tambahan lagi berupa *history* okupansi, yang dimana berfungsi sebagai penyimpanan data okupansi dari zona satu sampai zona empat, tampilan *history* okupansi ditampilkan pada gambar 19.



Gambar 19. Tampilan Halaman *History* Okupansi

D. Uji Coba Okupansi

Tabel 7 adalah data uji coba deteksi sensor okupansi dengan letak okupansi yang berbeda, data ini diambil saat sensor telah dipasang pada tempatnya, terdapat Sembilan (9) titik okupansi yang diuji coba, titik – titik tersebut dapat ditampilkan pada gambar 20,



Gambar 20. Titik Uji Coba

TABEL 7. UJI COBA DETEKSI OKUPANSI

Titik Okupansi	Zona Sensor yang mendeteksi	Jalur MCB yang terpengaruh			
		5	8	9	Kalab
1	1		√		
2	1		√		
3	2	√	√	√	
4	2	√	√	√	
5	3	√		√	
6	3	√		√	
7	3	√		√	
8	4				√
9	4				√

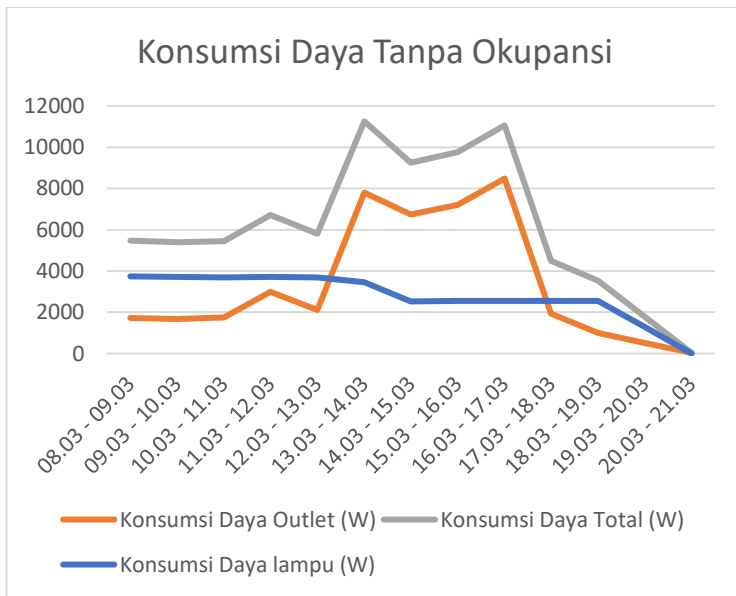
E. Konsumsi Daya

1) Tanpa Sistem Okupansi

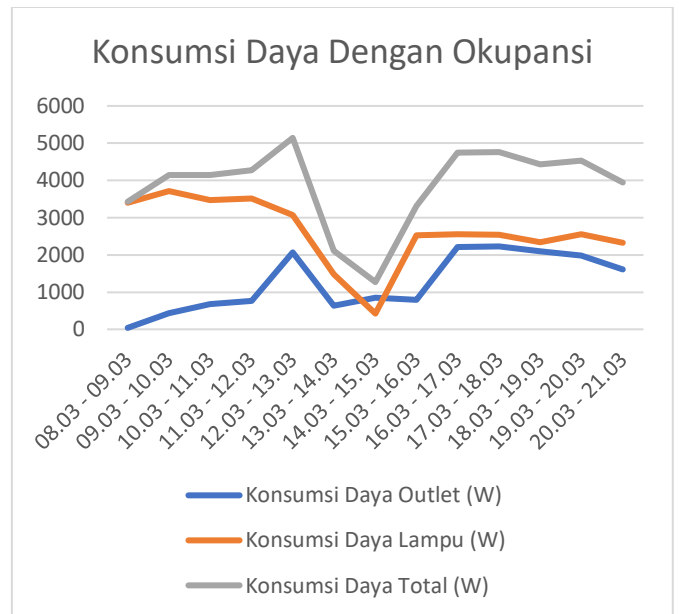
Tabel 8 menunjukkan jumlah konsumsi daya outlet dan lampu pada laboratorium otomasi dan industri pada hari kamis tanggal 21 Desember 2023 pada jam 08.00 sampai 21.00. Untuk grafik dari data pada tabel 8 ditampilkan pada gambar 21.

TABEL 8. DATA KONSUMSI DAYA TANPA SISTEM OKUPANSI

Waktu	Konsumsi Outlet (Watt)	Konsumsi Daya Lampu (Watt)	Konsumsi Total (Watt)
08.03 – 09.03	1732.8	3739.2	5470.8
09.03 – 10.03	1679	3723.5	5406.3
10.03 – 11.03	1751.1	3690.6	5440
11.03 – 12.03	3002.3	3705.4	6707
12.03 – 13.03	2108.3	3686.3	5795.6
13.03 – 14.03	7804.3	3453.9	11254.7
14.03 – 15.03	6731.4	2513.5	9245.5
15.03 – 16.03	7206.4	2546.8	9750.2
16.03 – 17.03	8483.8	2556.5	11046.4
17.03 – 18.03	1932.1	2553.1	4486.1
18.03 – 19.03	991.9	2543.5	3536
19.03 – 20.03	514.2	1272.0	1787.4
20.03 – 21.03	38.1	0	38.1



Gambar 21. Grafik Konsumsi Daya tanpa Sistem Okupansi



Gambar 22. Grafik Konsumsi Daya dengan Sistem Okupansi

2) Dengan Sistem Okupansi

Tabel 9 merupakan data konsumsi daya pada laboratorium otomasi dan industri selama tiga hari dengan menggunakan sistem okupansi pada tanggal 4 Januari 2024, data ini diambil pada pukul 08.00 – 21.00. Untuk grafik dari data pada tabel 9 ditampilkan pada gambar 22.

TABEL 9
DATA KONSUMSI DAYA DENGAN SISTEM OKUPANSI

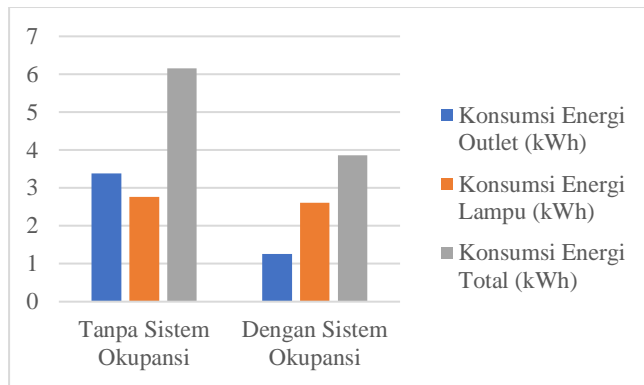
Waktu	Konsumsi Outlet (Watt)	Konsumsi Daya Lampu (Watt)	Konsumsi Total (Watt)
08.03 – 09.03	39.6	3394.8	3434.4
09.03 – 10.03	430.1	3712.9	4143
10.03 – 11.03	671.2	3471.9	4143.1
11.03 – 12.03	759.1	3513.7	4272.8
12.03 – 13.03	2066.7	3076	5142.7
13.03 – 14.03	629.4	1477.5	2106.9
14.03 – 15.03	845.4	422.9	1268.3
15.03 – 16.03	786.3	2529.2	3315.5
16.03 – 17.03	2204.1	2548.9	4753
17.03 – 18.03	2226.7	2538.3	4765
18.03 – 19.03	2096.7	2338.1	4434.8
19.03 – 20.03	1979	2551.8	4530.8
20.03 – 21.03	1609	2327.9	3936.9

F. Analisa Perbandingan

Dari data konsumsi daya dengan sistem okupansi dan tanpa okupansi, terdapat perbedaan besar daya konsumsi, yang dimana pada saat pukul 14.03 – 15.03, konsumsi daya tanpa sistem okupansi berjumlah besar, dikarenakan tanpa okupansi, lampu dan outlet akan tetap menyala walaupun tidak ada orang di ruangan, sedangkan konsumsi daya dengan sistem okupansi terlihat lebih sedikit dikarenakan lampu dan daya dikontrol berdasarkan okupansi. Persentase penghematan ditampilkan pada tabel 10 dan grafik perbandingan konsumsi energi ditampilkan pada gambar 23.

TABEL 10
PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI DAN PERSENTASE PENGHEMATAN

Metode	Konsumsi Outlet (kWh)	Konsumsi Lampu (kWh)	Konsumsi Total (kWh)
Tanpa Sistem Okupansi	3.38	2.77	6.15
Dengan Sistem Okupansi	1.26	2.61	3.86
Persentase Penghematan	62.7%	5.78%	37.23%



Gambar 23. Grafik Perbandingan Konsumsi Energi

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

- 1) Sistem okupansi dapat dipakai sebagai penghematan konsumsi daya, hal ini dikarenakan terdapat kelalaian penghuni ruangan untuk mematikan lampu atau mencabut peralatan listrik saat meninggalkan ruangan sehingga terjadi pemborosan daya listrik yang dipakai, dan solusinya adalah dengan memakai sistem okupansi yang dapat mengontrol daya dan lampu jika tidak terdeteksi manusia pada ruangan.
- 2) Terdapat penghematan daya selama pemakaian sistem okupansi, yaitu sebesar 62.7% pada penggunaan daya outlet, 5.78% pada penggunaan daya lampu, dan 37.23% pada penggunaan daya total.
- 3) Terdapat perbedaan secara signifikan dari data konsumsi daya tanpa sistem okupansi dan dengan okupansi, baik pada outlet, lampu, dan total daya yang digunakan, maka dapat disimpulkan sistem okupansi dapat digunakan sebagai metode penghematan energi.

B. Saran

- 1) Metode ini dapat dipakai tidak hanya di satu ruangan saja, maka dari itu sebaiknya sistem ini dipasang di banyak ruangan sehingga lebih jelas terlihat perbedaan konsumsi daya.
- 2) Pada sistem hardware kontrol daya, dapat ditambahkan *switch* sebagai kontrol daya manual di panel, sehingga jika terjadi masalah pada sensor, aliran daya dapat dibuka menggunakan *switch* yang terpasang.
- 3) Data yang diteliti dapat diperluas, seperti jumlah manusia yang terdeteksi dan pengaruhnya terhadap konsumsi daya dan *error* dari pendeteksian sensor.

VI. REFERENSI

- [1] H. Rahmadyani and H. E. Kusuma, "Empat Kelompok Perilaku Boros Energi: Penyusunan Hipotesis Menggunakan Grounded Theory J," *Permukiman*, vol. 14, p. 82, 2019.
- [2] S. S. Sutono, "Perancangan sistem aplikasi otomatisasi lampu penerangan menggunakan sensor gerak dan sensor cahaya berbasis arduino uno (atmega 328)," *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol. 12, no. 2, 2014.
- [3] H. Rahmadyani and H. E. Kusuma, "Hubungan Perilaku Boros Energi dengan Alasan Berperilaku Boros Energi pada Hunian," *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, vol. 10, no. 1, pp. 27–37, 2021.
- [4] R. Fetra and H. Hambali, "Sistem Otomasi Penyalaan Lampu dan AC (Air Conditioner) pada Ruang Dosen Berbasis Arduino Uno," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, pp. 145–152, 2020.
- [5] D. Sayoga, P. D. Kusuma, and F. C. Hasibuan, "Pengembangan Sistem Deteksi Occupancy Menggunakan Computer Vision Untuk Smart Building Dan Automation," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [6] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 26–34, 2020.
- [7] A. Ghurri, "Konsep Manajemen Energi," *Diakses pada*, vol. 30, no. 04, p. 2022, 2016.
- [8] "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 70 Tahun 2009," 2009.
- [9] A. Budiman, S. Sunariyo, and J. Jupriyadi, "Sistem Informasi Monitoring dan Pemeliharaan Penggunaan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)," *Jurnal Tekno Kompak*, vol. 15, no. 2, pp. 168–179, 2021.
- [10] A. TRIA CAHAYANING, "HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI) PADA SIMULASI PEMILAHAN BARANG BERDASARKAN SENSOR BARANG YANG DISTEMPEL DAN JENIS BARANG LOGAM NON LOGAM BERBASIS PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER

- (PLC) SCHNEIDER MODICON TM221CE16R,” pp. 6–42, 2018.
- [11] S. Siswanto, G. P. Utama, and W. Gata, “Pengamanan ruangan dengan Dfduino Uno R3, sensor Mc-38, pir, notifikasi sms, twitter,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 697–707, 2018.
- [12] T. F. Siallagan and T. Tita, “Di Rancang Bangun Sistem Keamanan Terhadap Kunci Ruang Berbasis Bot Telegram Menggunakan Mikrokontroler Esp8266: Rancang Bangun Sistem Keamanan Terhadap Kunci Ruang Berbasis Bot Telegram Menggunakan Mikrokontroler Esp8266,” *Journal of Information Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 45–54, 2020.
- [13] F. E. Ahmad and E. Fitriani, “Penggunaan Sistem Outseal PLC pada Pemilah Otomatis dan Penghitung Otomatis,” in *Bina Darma Conference on Engineering Science (BDCES)*, 2020, pp. 27–39.
- [14] M. O. Prasetyo, A. Setiawan, R. D. Gunawan, and Z. Abidin, “Sistem pengendali air tower rumah tangga berbasis android,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 53–58, 2020.

VII. BIODATA PENULIS



Amirul Fadly Ragali lahir di Mataram pada tanggal 13 Agustus 2001, merupakan mahasiswa kelulusan 2024 dari Institut Teknologi Nasional Malang Fakultas Teknologi Industri, jurusan Teknik Elektro. Sebelumnya, Fadly merupakan alumni dari SMA Negeri 01 Mataram dengan jurusan MIPA.

Bidang yang didalami oleh Fadly saat ini adalah cara penggunaan aplikasi seperti ETAP, DigSilent, dan PowerWorld. Saat masa perkuliahan, Fadly pernah diberi tanggungjawab menjadi ketua asisten laboratorium dasar pemrograman computer dan bertanggungjawab dalam pelaksanaan praktikum mata kuliah algoritma dan pemrograman. Email Fadly adalah amirulfadlyragali@gmail.com.