

DESAIN SISTEM MANAGEMENT ENERGI LISTRIK RUMAH BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENT YANG DI IMPLEMENTASIKAN PADA PROTOTIPE SMARTHOME

Achmad Sahrul Afandi¹, Aryuato Soetedjo², Irmalia Suryani Faradisa³

Instut Teknologi Nasional Malang, Malang,Indonesia

syahrulhc796@gmail.com¹, aryuanto@lecturer.itn.ac.id², irmalia_suryani_faradisa@lecturer.itn.ac.id³

Abstrak— Seiring dengan kemajuan teknologi digital, konsep smart home menjadi fokus utama untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan penghuni rumah. Salah satu tantangan utama adalah mengoptimalkan penggunaan energi. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan Artificial Intelligence (AI) berbasis fuzzy logic control pada prototipe smart home, khususnya untuk mengelola energi melalui kontrol kecepatan kipas angin dan waktu penggunaan mesin cuci. Fuzzy logic control menawarkan pendekatan inovatif yang memungkinkan sistem menyesuaikan dan mengontrol perangkat berdasarkan penilaian yang kurang pasti atau kabur, mirip dengan pengambilan keputusan manusia dalam situasi kompleks. Dalam studi ini, teknologi fuzzy logic digunakan untuk menyesuaikan penggunaan energi dengan kondisi suhu ruangan dan ketersediaan daya panel surya, sehingga meningkatkan efisiensi. Implementasi sistem manajemen energi berbasis AI pada prototipe smart home terbukti efektif, dengan pengurangan konsumsi energi sebesar 278,9 watt/jam dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian ini berhasil mengintegrasikan AI berbasis fuzzy logic dalam prototipe smart home, memberikan solusi canggih untuk pengelolaan energi yang lebih efisien. Temuan ini menunjukkan potensi besar AI dalam meningkatkan efisiensi energi dan menawarkan dasar yang solid untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi smart home. Sistem ini tidak hanya mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional tetapi juga mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut dan pengembangan fitur tambahan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam smart home.

Kata Kunci: Management Energi, Smart Home, AI, Fuzzy Logic

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam era digital yang terus berkembang, teknologi semakin mengintegrasikan berbagai aspek kehidupan sehari-hari, termasuk dalam pengelolaan rumah tangga. Konsep *smart home*, yang memanfaatkan teknologi informasi dan komputasi, telah menjadi sorotan utama dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan penghuni rumah. Smart home memungkinkan otomatisasi dan kontrol

perangkat rumah tangga secara cerdas, sehingga mengoptimalkan penggunaan teknologi untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan efisien. Salah satu tantangan utama dalam sistem *smart home* adalah efisiensi penggunaan energi, terutama dengan meningkatnya jumlah perangkat elektronik yang terhubung ke jaringan listrik. Dalam konteks ini, penting bagi pemilik rumah untuk memiliki sistem yang mampu mengelola penggunaan energi secara efektif guna menghindari pemborosan dan meningkatkan efisiensi.

Di sinilah peran manajemen energi berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), khususnya dengan penerapan logika fuzzy control, menjadi relevan. Fuzzy logic control (FLC) adalah pendekatan yang memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan penilaian yang kurang pasti atau kabur, mirip dengan cara manusia mengambil keputusan dalam situasi yang kompleks. Dengan menggunakan logika fuzzy control, smart home dapat menghadapi ketidakpastian dan keragaman dalam perilaku penggunaan energi. Sistem FLC dapat belajar dari pola penggunaan energi penghuni rumah serta variabel lingkungan seperti suhu, cahaya, dan kehadiran orang di dalam rumah untuk mengoptimalkan pengaturan perangkat dan meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan.

Penerapan AI berbasis *fuzzy logic* dalam manajemen energi *smart home* menawarkan beberapa keunggulan signifikan. Sistem ini tidak hanya dapat menyesuaikan dengan preferensi dan kebutuhan unik setiap penghuni rumah, tetapi juga beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan situasi secara *real-time*. Ini menghasilkan pengalaman yang lebih personal dan nyaman, sekaligus meningkatkan efisiensi energi. Dengan terus berkembangnya teknologi, penerapan konsep ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mendukung keberlanjutan energi dan lingkungan, serta mengatasi tantangan pengelolaan energi di era modern.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan teknologi *artificial intelligent* pada *smart home* untuk mengontrol kecepatan kipas angin dan waktu penggunaan mesin cuci.
2. Bagaimana mengimplimentasikan sistem manajemen energi berbasis AI pada prototipe *smart home*.

C. Tujuan

Dari penjelasan rumusan masalah sebelumnya, maka dapat dibuat tujuan dari penelitian ini adalah Mengimplementasikan sistem manajemen energi berbasis *Artificial Intelligence* (AI) pada prototipe *smart home*.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Prototipe Smart home

Prototipe *smart home* adalah model percobaan dari sistem rumah pintar yang dirancang untuk mengintegrasikan teknologi dengan berbagai aspek kehidupan sehari-hari di rumah. pada gambar 2.2 merupakan prototipe *smart home* yang ada di Laboratorium EBT ITN Malang .



Gambar 1 . Prototipe Smart Home

B. Daya Listrik

Daya dapat diartikan sebagai besaran energi yang diperlukan untuk melakukan usaha. Satuan yang dipakai untuk mendefinisikan daya adalah Watt. Daya listrik dapat dicari dengan persamaan (1) :

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

Atau apabila yang dimiliki adalah nilai resistif, maka dapat menggunakan persamaan (2):

$$P=I \times V=I(I \times R) \quad (2)$$

Di mana :

P = daya (Watt)

I = arus (Ampere)

R = resistansi (Ohm)

V = tegangan (Volt)

Nilai daya (Watt) memberikan tingkat energi yang dikonsumsi atau yang diproduksi, di mana jumlah total energi yang dikonsumsi oleh sebuah alat adalah satuan Watt yang

dikalikan dengan durasi penggunaan alat tersebut dan energi listrik dapat dinyatakan dalam satuan Watt- hours (Wh) atau kiloWatt-hours (kWh)[6]. Energi dapat diperoleh menggunakan rumus persamaan (3) :

$$Energy = P \times t \quad (3)$$

Di mana :

P = daya (Watt)

t = waktu (hour)

C. Management energi

Manajemen energi diartikan sebagai fungsi teknis dan manajemen untuk melakukan pendataan, memantau, memeriksa, mengontrol, dan bahkan mengganti aliran energi dalam sistem energi sehingga energi dapat digunakan dengan efisiensi yang maksimum[8].

Dalam konsep manajemen energi, terdapat beberapa istilah yang mirip dan sering disalahartikan, seperti efisiensi energi (*energy efficiency*), konservasi energi (*energy conservation*), dan penghematan energi (*energy saving*). Ketiga istilah ini memiliki arti yang berbeda - beda.

Efisiensi energi didefinisikan sebagai nilai rasio antara keluaran dan masukan energi pada suatu sistem dapat dihitung menggunakan persamaan (7) :

$$EE = \frac{\text{Output Yang Bermanfaat}}{\text{Input Energi}} \quad (4)$$

Pada penelitian ini muncul gagasan memanfaatkan fuzzy logic pada manajemen energi. Rancangan ini di buat berdasarkan *wiring* kelistrikan yang sudah terpasang tanpa mengubah *wiring* kelistrikan melainkan hanya melakukan memodifikasi dan menambahkan komponen yang di perlukan.

Tabel 1 . Spesifikasi beban Listrik Smart Home

No	Peralatan Listrik	Jumlah	Daya (Watt)	Jumlah Daya (Watt)
1	Lampu	4	5	20
2	Kipas	2	18	36
3	Pompa air	1	125	125
4	TV	1	38	38
5	Magic com*	1	200	200
6	Kulkas*	1	500	500
7	Mesin Cuci	1	500	500

D. Fuzzy logic control

Kendali logika fuzzy adalah sebuah skema sistem kendali yang menggunakan konsep teori himpunan fuzzy dalam perancangannya, Terdapat tiga tahapan dalam FLC, yaitu fuzzifikasi, mekanisme inferensi dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang bekerja dengan cara mengubah nilai tegas (crisp) dari suatu variable menjadi nilai fuzzy. Nilai yang telah berbentuk fuzzy ini selanjutnya digunakan sebagai masukan dari mekanisme inferensi. Pada

tahap ini, akan dilakukan pengambilan Keputusan dari masukan yang ada berdasarkan basis aturan logika yang dirancang. Terakhir, nilai keluaran dari mekanisme inferensi yang berbentuk fuzzy selanjutnya diubah Kembali kedalam bentuk tegas melalui proses defuzzifikasi .

1. Fuzzifikasi : Pendefinisian himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari cripis input pada sebuah himpunan fuzzy.
2. Inferensi : Evaluasi kaidah / rule fuzzy untuk menghasilkan output dari tiap rule.
3. Komposisi : Agregasi atau kombinasi dari keluaran semua rule.
4. Defuzzifikasi : Perhitungan cripis output.

E. E. HMI Haiwell

HMI Haiwell seperti yang terlihat pada gambar 2.5 ialah HMI Haiwell c series, , yang merupakan sebuah sistem yang disebut *Human machine interface* (HMI) berfungsi sebagai saluran antara manusia dan mesin. Sistem HMI dapat memantau, mengoperasikan, dan secara visual menunjukkan keadaan sistem pada tampilan seperti komputer real time. Fungsi dari HMI sangat krusial dalam sistem manufaktur dikarenakan HMI berperan sebagai user *interface* dan kendali sistem.



Gambar 2 . HMI Haiwell

F. Protokol Modbus

Modbus menggunakan prinsip *master-slave* untuk beroperasi artinya hanya perangkat yang bertindak sebagai master atau slave yang memiliki kemampuan untuk menginisiasi komunikasi, ini disebut juga dengan *query*. Pada umumnya protokol komunikasi yang sering kita jumpai dan digunakan yaitu Modbus TCP[16].

Komunikasi yang digunakan pada sistem SCADA yaitu modbus yang digunakan untuk komunikasi dari *Human Machine Interface* (HMI) ke PLC

G. Internet off Think (IoT)

IoT atau *Internet of Things* adalah konsep yang menggambarkan jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan dapat berkomunikasi satu sama lain. Perangkat-perangkat ini dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan berbagi data.

H. Power Supply

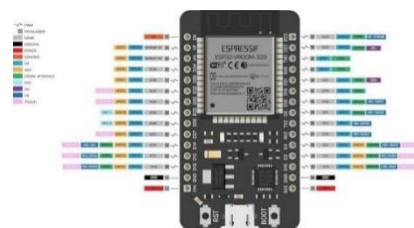
Power supply seperti yang terlihat Gambar 2.4 digunakan sebagai pengkonversi arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC)[10]. Di sektor industri penyearah berfungsi sebagai *Uninterruptible Power Supply* (UPS), yang bertugas untuk menjaga tegangan supaya konstan, dan meningkatkan faktor daya. Biasanya alat ini digunakan untuk menyediakan daya ke suatu beban



Gambar 3 . Power Supply

I. Microcontroller ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang sering digunakan untuk proyek Internet of Things (IoT) karena kemampuannya menghubungkan perangkat ke WiFi dan Bluetooth. Dalam sistem ini ESP32 digunakan untuk kontrol utama dari penerapan sistem fuzzy logic control yang mengolah data inputan dari sensor iradiasi ,sensor tegangan dan sensor suhu berupa sinyal PWM yang difungsikan sebagai penjadwalan untuk on off beban Listrik smart home berupa kipas angin dan mesin cuci berbasis fuzzy logic control Dalam penerapan sistem ini diperlukan pemahaman physical computing yang dimana antara perangkat lunak dan perangkat keras saling berkolaborasi secara interaktif sehingga sistem dapat merespon perubahan kondisi yang terjadi pada lingkungan



Gambar 4 . Microcontroller ESP32

J. Sensor iradiasi

Sensor radiasi pada panel surya (PV) adalah alat untuk mengukur intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya. Data yang dikumpulkan digunakan untuk mengoptimalkan kinerja panel surya dengan memastikan paparan sinar matahari yang optimal sepanjang hari. Ini membantu dalam meningkatkan efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik dan memperpanjang umur panel surya dengan mengurangi potensi kerusakan akibat kondisi radiasi yang tidak sesuai.



Gambar 5 . Sensor Iradiasi

K. Sensor tegangan

Sensor tegangan DC digunakan untuk mengukur tegangan listrik arus searah (DC) dalam rentang 0-25 VDC. Prinsip kerjanya didasarkan pada pembagi tegangan (voltage divider) yang terdiri dari resistor-resistor yang terhubung secara seri atau paralel dengan sumber tegangan yang diukur. Perubahan resistansi atau nilai tegangan pada resistor digunakan untuk mengukur perubahan tegangan keseluruhan. Karakteristiknya termasuk kemampuan untuk mengukur tegangan antara 2,6 hingga 25 Volt, dengan interval pembacaan keluaran sebesar 0,5 Volt.



Gambar 6 . Sensor tegangan

L. Sensor DHT11

Sensor suhu merupakan perangkat yang mendeteksi dan mengukur dingin dan panas dan mengubahnya menjadi sinyal Listrik. Cara kerja sensor suhu ini berdasarkan tegangan pada terminal dioda. Jika ada peningkatan tegangan, suhu juga meningkat. Ini diikuti oleh penurunan tegangan antara terminal transistor basis dan emitor di dioda. Ada juga Temperature Sensor yang bekerja berdasarkan prinsip.



Gambar 7 . Sensor DHT 11

L. Kipas angin

Kipas angin adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan angin dan memiliki berbagai fungsi seperti pendingin, penyegar udara, ventilasi, dan pengering pada penelitian ini menggunakan Kipas angin Maspion Desk 6" Fan F-15 DA menggunakan motor induksi AC. Dengan ukuran blade 6 inci, daya 18 W, dan kecepatan 2 tingkat (2410-2500 RPM). Kecepatan kipas pada penelitian dikontrol secara otomatis berdasarkan suhu ruangan dengan menggunakan microcontroller ESP 32 yang telah ditanamkan program AI berbasis fuzzy logic control.



Gambar 8 . Kipas Angin

M. Prototipe Mesin cuci

Prototipe Mesin cuci adalah sebuah prototipe yang di desain untuk mewakili beban berupa mesin cuci pada prototipe smart home ini dengan menggunakan 4 buah lampu yang dayanya disamakan dengan 1 buah mesin cuci secara real dimana ,untuk mengatur daya tersebut menggunakan perangkat dimer untuk mengatur dayanya dan pada penelitian ini hanya diatur waktu penggunaannya dengan menggunakan fuzzy logic control yang di sesuaikan dengan kondisi baterai dan daya pv .



Gambar 9 . Prototipe Mesin Cuci

III. METODOLOGI PENELITIAN

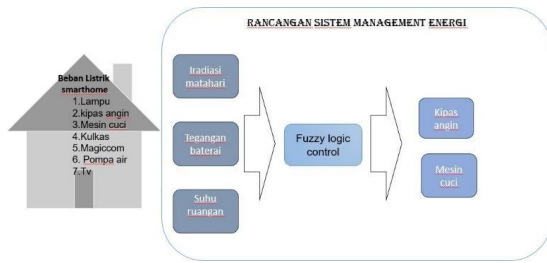
Pada bagian ini akan membahas perancangan sistem management energi berbasis artificial intelligent

A. Rancangan sistem management energi

Pada gambar dibawah dapat dilihat bahwa pada smart home terdapat beberapa beban yang dapat dibagi menjadi beban primer yang waktu penggunaannya tidak bisa digeser seperti lampu, kulkas, magiccom, pompa air dan tv , dan beban sekunder yang dapat digeser waktu penggunaannya seperti kipas angin dan mesin cuci .

Management energy pada sistem ini akan lakukan pada beban sekunder kipas angin dan mesin cuci. Dimana beban tersebut akan dikontrol penggunaannya ,kipas angin akan dikontrol penggunaan dan kecepatannya sesuai dengan kebutuhan suhu ruangan , kondisi iradiasi matahari dan tegangan pada baterai , sementara mesin cuci akan dikontrol penggunaannya sesuai dengan kondisi baterai .

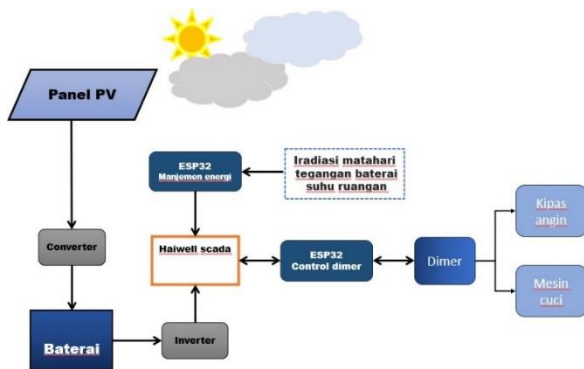
Fuzzy logic control pada sistem management energy ini berguna untuk melakukan pengontrolan penggunaan beban dengan melakukan penalaran untuk memutuskan beban tersebut nyala dan pengontrolan pada kecepatan pada kipas sesuai dengan kondisi kondisi tertentu pada inputan iradiasi matahari, kondisi suhu ruangan dan tegangan pada baterai.



Gambar 10 . Rancangan Sistem Management Energi

B. Block Diagram Simulator

Berikut merupakan block diagram simulator sistem management energy pada smart home.



Gambar 11 . Sistem Management Energi

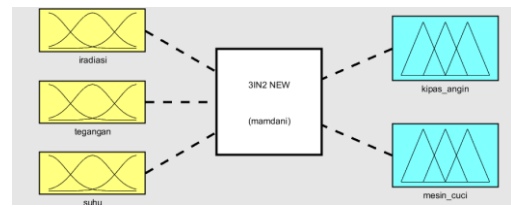
Pada block diagram terdapat :

1. Tiga input yaitu sensor iradiasi matahari untuk mengetahui intensitas radiasi matahari yang diserap oleh pv, sensor tegangan untuk mengetahui tegangan yang disimpan pada baterai dan sensor suhu untuk mengetahui temperature suhu pada ruangan
2. tegangan yang disimpan pada baterai dan sensor suhu untuk mengetahui temperature suhu pada ruangan.

Terdapat dua output yaitu kipas angin dan mesin cuci yang akan dikontrol penggunaannya oleh Arduino yang telah ditanamkan sistem fuzzy.

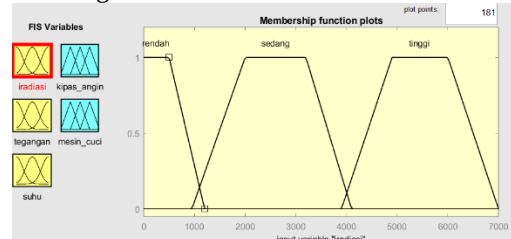
C. Rancangan algoritma fuzzy logic

Pada rancangan algoritma fuzzy ini akan menggunakan 3 input dan 2 output yaitu input iradiasi matahari, tegangan baterai dan suhu ruangan dengan output kipas angin dan mesin cuci dengan menggunakan fuzzy logic metode mamdani



Gambar 12 . Rancangan algoritma fuzzy logic

Pada membership function input iradiasi di setting dengan parameter sebagai berikut

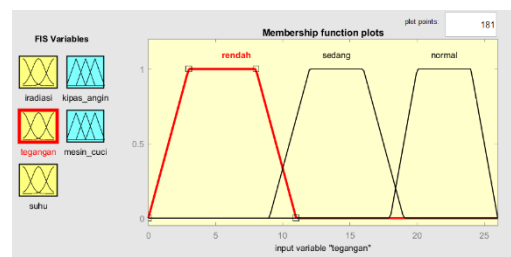


Gambar 13 . Rancangan membership function iradiasi

No	Tegangan	Iradiasi	Suhu	Kipas angin	Mesin cuci
14	Sedang	Tinggi	Dingin	Off	Off
15	Rendah	Tinggi	Normal	Off	Off
16	Rendah	Tinggi	Panas	Off	Off
17	Rendah	Tinggi	Dingin	Off	Off
18	Tinggi	Sedang	Normal	Off	Off
14	Sedang	Tinggi	Dingin	Off	Off
15	Rendah	Tinggi	Normal	Off	Off
16	Rendah	Tinggi	Panas	Off	Off
17	Rendah	Tinggi	Dingin	Off	Off
18	Tinggi	Sedang	Normal	Off	Off

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk input iradiasi disetting berdasarkan data survey dengan batas minimal 0 m²/w/jam dan batas maksimal 7000 m²/w/jam ,dengan setting membership function iradiasi rendah 0,300,600,1200 m²/w/jam ,iradiasi sedang 950,2000,3200,4100 m²/w/jam dan iradiasi tinggi 3900,4900,6000,7000 m²/w/jam

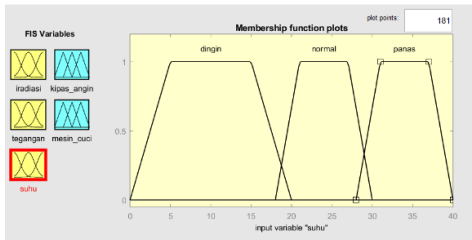
Pada membership function input tegangan disetting dengan parameter sebagai berikut :



Gambar 14 . Rancangan membership function tegangan

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk input tegangan disetting berdasarkan data real survey dengan batas minimal 0 volt dan batas maksimal 26 volt dengan setting membership function tegangan rendah 0,3,8,11 volt ,tegangan sedang 9,12,16,19 volt dan tegangan tinggi 18,20,24,26 volt.

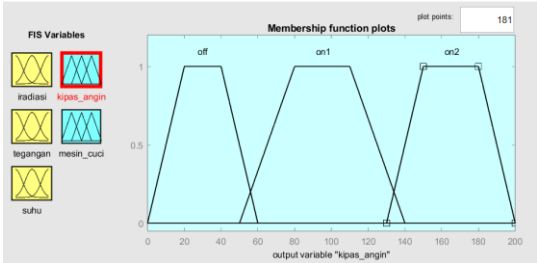
Pada membership input suhu disetting dengan parameter sebagai berikut.



Gambar 15 . Rancangan membership function suhu

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk input suhu disetting sesuai dengan data real dengan suhu minal 0°C dan suhu maksimal 40 °C dengan setting membership function suhu dingin 0,3,17,20 °C , suhu normal 19,21,24,26 °C suhu agak panas 25,27,29,31 °C dan suhu panas 30,32,38,40 °C.

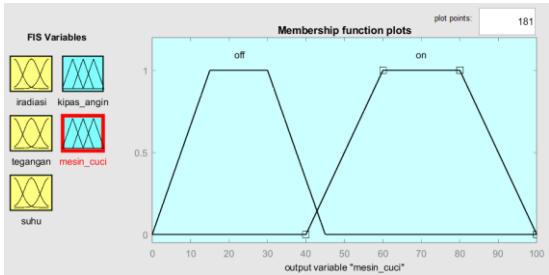
Pada membership function output kipas angin disetting sebagai berikut :



Gambar 16 . Rancangan membership function kipas angin

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk output kipas angin disetting dengan sinyal pwm minimal 0 m/s dan rpm maksimal 200 m/s dengan setting membership function kondisi off 0,20,40,60 m/s ,kondisi on1 50,80,110,140 m/s dan kondisi on2 130,150,180,200 m/s.

Pada memebership function output mesin cuci sebagai berikut



Gambar 17 . Rancangan membership function mesin cuci

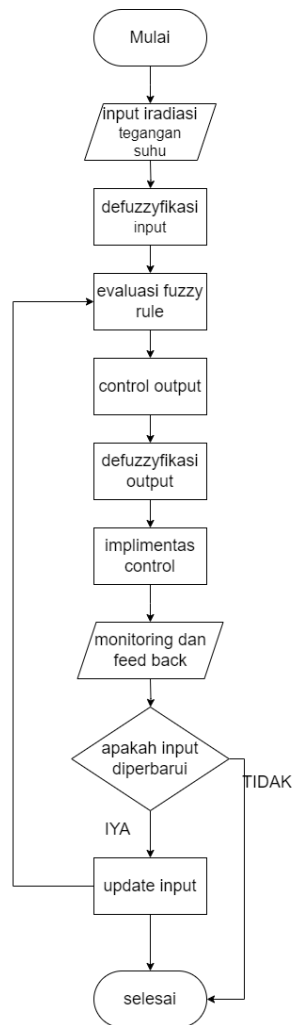
Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk output mesin cuci disetting dengan rage pwm minimal 0 dan rage pwm maksimal 100 pada memebership function off 0,15,30,45 dan on 40,60,80,100.

Pada rules fuzzy di setting sebagai pada tabel berikut

Tabel 2 . Rule base fuzzy

No	Tegangan	Iradiasi	Suhu	Kipas angin	Mesin cuci
1	Rendah	Rendah	Dingin	Off	Off
2	Sedang	Rendah	Normal	Off	Off
3	Tinggi	Rendah	Normal	Off	Off
4	Tinggi	Rendah	Agak panas	Off	Off
5	Tinggi	Sedang	Agak panas	On1	Off
6	Tinggi	Tinggi	Agak panas	On1	Off
7	Tinggi	Tinggi	Normal	Off	On
8	Tinggi	Tinggi	Agak panas	On1	Off
9	Tinggi	Tinggi	Panas	On2	Off
10	Tinggi	Sedang	Panas	On1	Off
11	Tinggi	Tinggi	Dingin	Off	On
12	Tinggi	Sedang	Dingin	Off	Off

D. Flowchart sistem alat



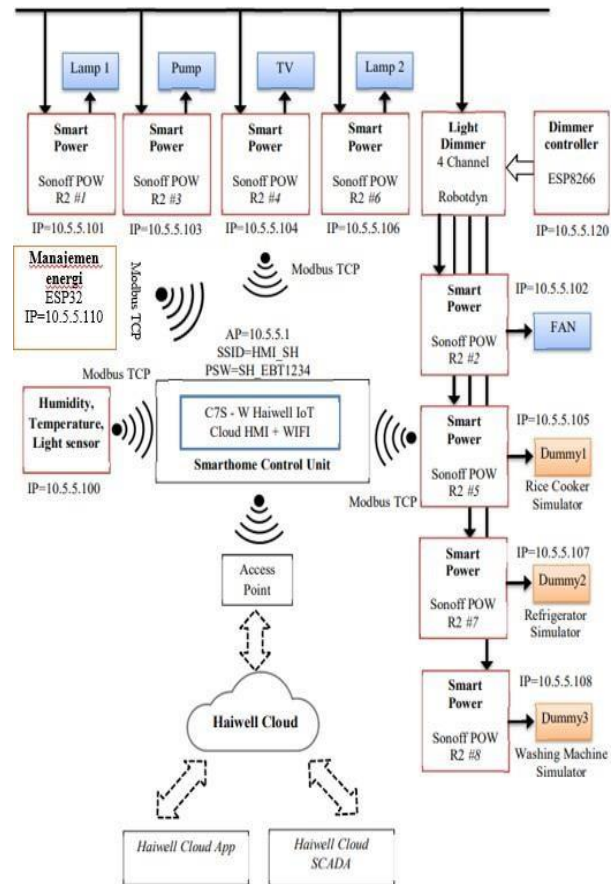
Gambar 18 . Flowchart sistem alat

Pada gambar 18 dapat jelaskan bahwa pada inputan akan diinputkan data input iradiasi ,input tegangan baterai,dan input suhu ruangan yang kemudian akan dilakukan defuzzyfikasi input oleh sistem fuzzy untuk mengetahui fungsi keanggotaan dari input tersebut selanjutnya akan di lakukan proses evaluasi untuk menentukan rule base yang akan digunakan selanjutnya akan dilakukan control outoput selanjutnya dilakukan defuzzyfikasi output selanjutnya akan dilakukan implimentasi yang akan menimbulkan feedback dari output tersebut dan dapat dimonitoring lewat scada tahap terakhir adalah menentukan apakah perlu diupdate jika iya maka input diupdate lagi maka selesai dan melakukan proses sesuai seperti awal input lagi , jika tidak maka tidak akan dilakukan update input.

E. Protokol Modbus HMI haiwell scada

Pada gambar 4.10 merupakan protocol modbus yang digunakan untukinterface HMI Haiwell yang memiliki fungsi sebagai control unit sekaligus cloud sistem, yang

memiliki access pointyang berfungsi sebagaipenghubung sinyal antara cloud, microcontroller ,sonoff, sensor, serta alatlistrik yang lain. Access point ini berfungsi agar dapat melakukan monitoring smart home melalui smartphone maupun komputer, karena access point ini sendiri terhubung dengan wifi.

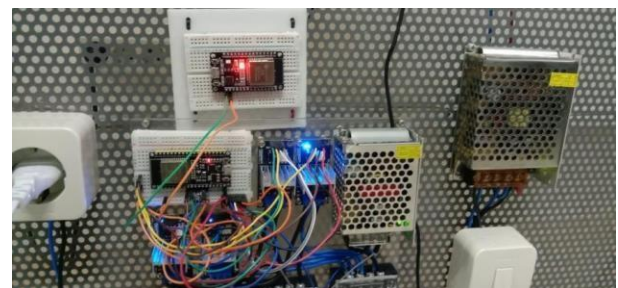


Gambar 19 . Protokol modbus

IV. SIMULASI DAN ANALISA

A. Hasil Perancangan Hardware

Pada hasil perancangan hardware sistem manajemen energi berbasis ai didapatkan hasilrancangan dan implimentasinya seperti gambar

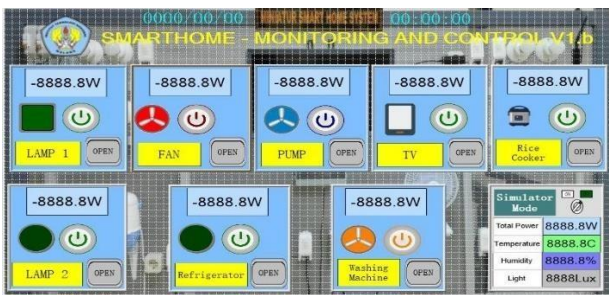


Gambar 20 . Rancangan Hardware

Pada hasil rancangan hardware pada gambar 20 dapat diketahui bahwa terdapat dua rangkaian dimana rangkaian pertama adalah untuk control dimer yang dirancang oleh temen saya dan yang kedua adalah microcontroller untuk sistem manajemen energi yang sudah terhubung ke HMI scada melalui protocol TCP IP. Dimana untuk esp 32 akan mengirimdata ke HMI scada untuk dieksekusi melalui dimer yang sudah di kontrol untuk mengontrol beban listrik.

B. Hasil Tampilan Pada HMI Haiwell Scada

Halaman utama dari tampilan HMI SCADA yang akan di gunakan sepertiGambar 4.10 di bawah berfungsi untuk memonitoring penggunaan daya sekaligus sebagai unit control untuk mematikan dan menyalakan perangkat listrik pada prototipe Smart Home di laboratorium EBTTeknikElektro ITN Malang. dapat dilihat juga pada gambar 4.10 diatas merupakan contoh dari template display pada HMI Haiwell yang digunakan untuk menampilkan monitoring histori dari data penggunaan daya, arus, dan Tegangan Listrik dari peralata Listrik yang dinyalakan yang terlihat pada tampilan SCADA. Juga terdapat Gambaran ilustrasi dari alat Listrik tersebut.



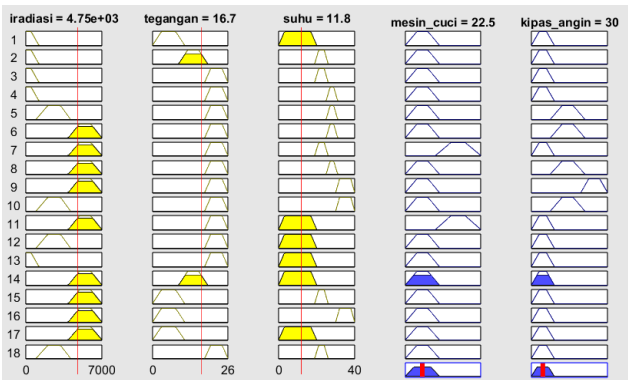
Gambar 11 . Display pada HMI

C. Pengujian Algoritma Fuzzy

Pengujian desain sistem fuzzy logic pada software etap

Pada hasil pengujian alat ini akan diuji dengan menggunakan software etap21 untuk mengetahui sistem fuzzylogic control berjalan sesuai yang diinginkan dan pengujian hardware akan dilakukan dengan dimplimentasikan ke dalam prototipe untuk mengetahui sistem ini bekerja dengan baik dan benar dengan didapatkan hasil pengujian alat sebagai gambar berikut.

Dimana pada gambar 4.13 sistem fuzzy ketika diinputkan iradiasi 475 kwh-m² ,tegangan sebesar 16.7 volt dan suhu sebesar 11.8 °C mendapatkan perhitungan script pada fuzzy untuk mesin cuci sebesar 22,5yaitu dalam kondisi off dan untuk kipas angin sebesar 30 dalam kondisi off.



Gambar 22 . Pengujian algoritma fuzzy

D. Pengujian Alat



Gambar 23 . Pengujian kipas angin



Gambar 24 . Tampilan monitoringnpada scada

Dimana pada gambar 4.13 sistem fuzzy ketika diinputkan iradiasi 475 kwh-m² ,tegangan sebesar 16.7 volt dan suhu sebesar 11.8 °C mendapatkan perhitungan script pada fuzzy untukmesin cuci sebesar 22,5 yaitu dalam kondisi off dan untuk kipas angin sebesar 30 dalam kondisi off.



Gambar 25 . Pengujian mesin cuci



Gambar 26 . Tampilan monitoring pada scada

Merupakan tampilan mesin cuci ketika kondisi on dimana mesin cuci disimulasikan dengan lampu ,pada gambar 4.16 merupakan tampilan monitoring daya pada scada yaitu sebesar 4887 watt.

E. Hasil Monitoring dan Pengukuran



Gambar 27 . Monitoring dan pengukuran

Tampilan data di atas merupakan contoh dari hasil pengukuran dimana pada penelitian ini dilakukan pengukuran dengan kwh meter dan monitoring pada scada.

Tabel 3 . Perbandingan pengukuran

No	Beban Listrik	Kondisi	Pengukuran		Eror (watt)
			Kwh meter (watt)	Monitoring Scada (watt)	
1	Kipas Angin	On 1	21,5	21,0	1,1
		On 2	42,1	42,0	1,1
2	Mesin Cuci	On	497,1	498,1	1,0
Eror					1,01

Pada tabel 4.1 merupakan perbandingan pengukuran antara monitoring pada scada dan pengukuran langsung menggunakan kwh meter digital dimana selisih antara keduanya rata rata sekitar 1.01

F. Hasil Pengambilan Data

Berikut merupakan tabel hasil simulasi dari management energi yang dilakukan pengambilan data 15 menit sekali selama 24 jam

Tabel 4 . Pengambilan data

NO	Jam	Iradiasi(kw-jam/m ²)	Tegangan (v)	Suhu (°c)	Kipas angin	Mesin cuci
1	00.00	0	24	21	Off	Off
2	00.15	0	24	21	Off	Off
3	00.30	0	24	21	Off	Off
4	00.45	0	24	21	Off	Off
5	01.00	0	24	21	Off	Off
6	01.15	0	24	21	Off	Off
7	01.30	0	24	21	Off	Off
8	01.45	0	24	21	Off	Off
9	02.00	0	24	21	Off	Off
10	02.15	0	24	21	Off	Off
11	02.30	0	24	21	Off	Off
12	02.45	0	24	21	Off	Off
13	03.00	0	24	21	Off	Off
14	03.15	0	24	21	Off	Off
15	03.30	0	24	21	Off	Off
16	03.45	0	24	21	Off	Off
17	04.00	0	24	20	Off	Off
18	04.15	0	24	20	Off	Off
19	04.30	0	24	20	Off	Off
20	04.45	0	24	20	Off	Off
21	05.00	0	24	20	Off	Off
22	05.15	0	24	20	Off	Off
23	05.30	0	24	20	Off	Off
24	05.45	0	24	20	Off	Off
25	06.00	52	24	21	Off	Off
26	06.15	72	24	21	Off	Off
27	06.30	91	24	21	Off	Off
28	06.45	123	24	21	Off	Off
29	07.00	290	24	22	Off	Off
30	07.15	345	24	22	Off	Off
31	07.30	360	24	23	Off	Off
32	07.45	380	24	23	Off	Off
33	08.00	420	24	24	Off	On
34	08.15	430	24	25	Off	On
35	08.30	450	24	24	Off	On
36	08.45	475	24	25	Off	On
37	09.00	579	24	26	On1	Off
38	09.15	680	24	26	On1	Off
39	09.30	6710	24	26	On1	Off
40	09.45	715	24	26	On1	Off

NO	Jam	Iradiasi(kw-jam/m²)	Tegangan (v)	Suhu (°c)	Kipas angin	Mesin cuci	NO	Jam	Iradiasi(kw-jam/m²)	Tegangan (v)	Suhu (°c)	Kipas angin	Mesin cuci
41	10.00	710	24	27	On1	Off	83	20.30	0	24	23	Off	Off
42	10.15	690	24	27	On1	Off	84	20.45	0	24	23	Off	Off
43	10.30	670	24	28	On1	Off	85	21.00	0	24	22	Off	Off
44	10.45	610	24	28	On1	Off	86	21.15	0	24	22	Off	Off
45	11.00	650	24	29	Off	Off	87	21.30	0	24	22	Off	Off
46	11.15	690	24	29	On1	Off	88	21.45	0	24	22	Off	Off
47	11.30	670	24	30	On1	Off	89	22.00	0	24	22	Off	Off
48	11.45	610	24	30	On1	Off	90	22.15	0	24	22	Off	Off
49	12.00	440	24	30	On1	Off	91	22.30	0	24	22	Off	Off
50	12.15	460	24	30	On1	Off	92	22.45	0	24	22	Off	Off
51	12.30	466	24	31	On2	Off	93	23.00	0	24	22	Off	Off
52	12.45	480	24	31	On2	Off	94	23.15	0	24	22	Off	Off
53	13.00	510	24	31	On2	Off	95	23.30	0	24	22	Off	Off
54	13.15	530	24	31	On2	Off	96	23.45	0	24	21	Off	Off
55	13.30	579	24	31	On2	Off	Dari tabel diatas dapat jelaskan sebagai berikut:						
56	13.45	620	24	31	On2	Off							
57	14.00	341	24	30	On1	off	1. Pada tabel 4. dapat dilihat pada data ke 1 input iradiasi sebesar 0 kw-jam/m² dikarenakan malam hari dan tegangan sebesar 24 volt dan suhu sebesar 20°C sampai 21°C mendapatkan output kipas angin dalam off dan kondisi mesin cuci juga off hasil tersebut dikarenakan pada jam 05.45-18.00 matahari belum terbit dan sudah tenggelam sehingga nilai iradiasi tertera 0 kwh-m² hal tersebut memepengaruhi hasil outputan pada kedua beban tersebut.						
58	14.15	310	24	30	On1	Off							
59	14.30	250	24	29	On1	Off	2. Pada tabel 4.2 dapat dilihat pada data nomer 25 sampai data ke 32 input iradiasi sebesar 52 kwh-m² termasuk dalam kategori rendah dan tegangan 24 volt normal sedangkan suhu 21°C dalam kondisi normal maka dari itu output yang dihasilkan adalah kedua beban tersebut masih dalam kondisi off .						
60	14.45	245	24	28	On1	Off							
61	15.00	240	24	28	On1	Off	3. Pada tabel 4.2 dapat diamati ketika jam 08.00 sampai jam 09.00 kondisi mesin cuci on dikarenakan pada jam itu input iradiasi sebesar 420 kwh-m² - 475 kwh-m² dan tegangan sebesar 24 volt normal dan suhu 21°C maka dari itu energi yang dihasilkan digunakan untuk menyalahkan mesin cuci dan mesin cuci hidup selama 1 jam sampai jam 09.00 kembali ke kondisi off dikarenakan kipas angin menyalah karena terjadi kenaikan suhu .						
62	15.15	210	24	28	On1	Off							
63	15.30	223	24	28	On1	Off	4. Kipas angin dalam kondisi on 1 pada saat jam 09.00 dikarenakan suhu naik mencapai 26 °C dengan iradiasi 680 kwh-m² dan kondisi baterai 24 volt dengan demikian kipas dalam kondisi on 1 sampai dengan jam 12.15 jadi kipas dalam kondisi on 1 sampai 4 jam 15 menit dan pada saat itu mesin cuci dalam kondisi off .						
63	15.45	210	24	27	On1	Off							
65	16.00	220	24	27	On1	Off	5. Pada jam 12.30 suhu mengalami kenaikan menjadi 31c dan input iradiasi sebesar 460 kwh- m² dengan kondis baterai 24 volt maka kondisi kipas berubah menjadi on 2 sampai dengan jam 14.00 kembali ke kondisi on 1 dikarenakan						
66	16.15	230	24	27	On1	Off							
67	16.30	320	24	27	On1	Off							
68	16.45	350	24	27	Off	Off							
69	17.00	300	24	26	Off	Off							
70	17.15	240	24	26	Off	Off							
71	17.30	100	24	26	Off	Off							
72	17.45	50	24	26	Off	Off							
73	18.00	0	24	25	Off	Off							
74	18.15	0	24	25	Off	Off							
75	18.30	0	24	25	Off	Off							
76	18.45	0	24	25	Off	Off							
77	19.00	0	24	25	Off	Off							
78	19.15	0	24	25	Off	Off							
79	19.30	0	24	24	Off	Off							
80	19.45	0	24	24	Off	Off							
81	20.00	0	24	23	Off	Off							
82	20.15	0	24	23	Off	Off							

kondisi suhu menurun menjadi 30°C dalam kategori agak panas sehingga kecepatan kipas angin menurun.

6. Kipas angin dalam kondisi on 1 sampai dengan jam 16.30 dikarenakan kondisi suhu terus menerus menurun sampai dengan 27 °C dan iradiasi juga semakin menurun smapai 320 kw-h-m² sedangkan baterai tetap dalam kondisi 24 volt.
7. Kipas angin dalam kondisi off pada jam 16.45 dikarenakan input iradiasi menurun menjadi 210 kw-m² dan 27 °C sedangkan baterai tetap dalam kondisi normal 24 volt.

G. Hasil dan Analisa

Tabel 5. Analisa dan perbandingan

No	Beban Listrik Smart Home	jumlah	Daya (watt)	Daya total (watt)	Waktu Penggunaan (jam)		Daya Total (watt)	
					Sebelum	Sesudah	Sebelum	sesudah
1	Kipas angin	2	21	42	8	7.5	336	198
2	Mesin cuci	1	500	500	1.15	1	575	498,1
3	Total konsumsi daya						975	696,1
	Total daya yang ter manage						278,9	

Analisa hasil penelitian

Penggunaan energi dalam sistem management energi ini dapat diaalisasebagai berikut

1. Penggunaan mesin cuci pada hari tersebut digunakan selama 1jam penggunaan full jadi dapat di hitung dengan rumus

$$Energy = P \times t$$

$$500 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} = 500 \text{ watt/hour}$$

Jadi penggunaan energi pada beban listrik mesin cuci dalam 24 jam adalah 500 watt/hour

2. Penggunaan kipas angin pada hari tersebut adalah selama 6 jamdalam kondisi on 1 dan 1jam 30 menit dalam kondisi on 2 dapatdihitung dengan rumus

Dalam kondisi on 1

$$Energy = P \times t = 21 \text{ watt} \times 6.5 \text{ jam} = 126 \text{ watt/hour}$$

Dalam kondisi on 2

$$Energy = P \times t = 42 \text{ watt} \times 1.5 \text{ jam} = 63 \text{ watt/hour}$$

$$\text{Total} = 126 \text{ watt} + 63 \text{ watt} = 189 \text{ watt /hour}$$

jadi pengunaan kipas angin dalam 24 jam adalah 189 watt/hour jadi kedua beban tersebut dalam 24 jam mengkonsumsi energisebesar 689 wh

jika konsumsi daya dibandingkan dengan secara real time makaselisih 278,9 watt maka dapat di lihat pada table 4.3 bahwa energi yang termanage sebesar 278,9 watt /hour.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

1. Penelitian ini berhasil menerapkan teknologi Artificial Intelligence (AI) berbasis fuzzy logic control pada prototipe smart home untuk mengontrol kecepatan kipas angin dan waktu penggunaan mesin cuci. Penerapan teknologi ini memungkinkan otomatisasi dan penyesuaian perangkat sesuai dengan kebutuhan energi yang lebih efisien.
2. Sistem manajemen energi berbasis AI berbasis fuzzy logic control yang dikembangkan dalam penelitian ini telah diimplementasikan pada prototipe smart home. Sistem ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan penggunaan energi, mengatur perangkat secara cerdas, dan meningkatkan efisiensi keseluruhan dalam lingkungan smart home.
3. Penelitian ini mencapai tujuannya dengan berhasil mengintegrasikan AI berbasis fuzzy logic control ke dalam prototipe smart home, sehingga memberikan solusi yang lebih canggih dan efisien dalam pengelolaan energi. Hasil penelitian menunjukkan potensi AI untuk memperbaiki pengelolaan energi di smart home melalui kontrol yang lebih baik terhadap perangkat listrik.

B. Saran

Pada penelitian ini, fokus utama adalah pengimplementasian prototipe smart home yang memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) berbasis fuzzy logic control. Data input yang digunakan dalam penelitian ini disimulasikan sesuai dengan kondisi real-time. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem manajemen energi berbasis AI yang lebih canggih di masa mendatang. Kami berharap bahwa penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan teknologi yang lebih mutakhir dan menerapkan sistem ini dalam smart home yang sesungguhnya, dengan menggunakan inputan yang bersifat nyata dan akurat. Ini akan memungkinkan pengelolaan energi yang lebih efisien dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maizal Isnen dan Sigit Kurniawan ,“Perancangan Alat Manajemen Energi Listrik berbasis Fuzzy Logic, JEECAE Vol.7, No.1, Mei 2022”.
- [2] M. Ridwan Arif Cahyono, and P. Gajah Tunggal, “Pengembangan Smart Home System,” JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics, vol. 4, no. 01, 2021, doi: 10.36085.
- [3] Muhammad Distya Rizky dan Shalilla Farrah Sahita ”Sistem Manajemen Energi Pada Smart Home Dengan Menerapkan Metode Fuzzy Logic Control” Sungailiat, 07 Februari 2022.

- [4] Yunlong Ma, Xiao Chen, Liming Wang, and Jianlan Yang “Study on Smart Home Energy Management System Based on Artificial Intelligence” *Hindawi Journal of Sensors* Volume 2021.
- [5] Ihsan Auditia Akhinov, Muhammad Ridwan Arif Cahyono Pengembangan Smart Home System Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Memanajemen Konsumsi Energi Rumah Tangga dengan Pendekatan Finansial *JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics* Vol. 4, No. 01, Januari 2021, hal. 1~10
- [6] Bayu Setia, Agus Ramadan Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Cerdas *Jurnal Sistem Cerdas* 2019 Volume 02 No 01 ISSN : 2622-8254 Hal : 61 - 66
- [7] Chyquitha danuputri , Lukman hakim , Willy stevanus susilo , Fernando dedi samuel Kontrol Pemakaian Peralatan Elektronik Berbasis Mikrokontroler dan Algoritma Fuzzy Mamdani *Jurnal Resistor | ISSN 2598-7542 | e-issn 2598-9650* vol. 3 no 2 – oktober 2020
- [8] Gusrio Tendra” Implementasi Fuzzy Logic Control Pada Sistem Lampu Rumah Dengan Menggunakan Microcontroler Atmega8535” *Jurnal Informatika, Manajemen dan Komputer*, Vol. 13 No. 1 , Mei 2021
- [9] Pakpahan”Analisa Pengaruh Implimentasi Artificial Intelligence Dalam Kehidupan *Journal of Information System, Informatics and Computing* Issue Period, vol. 5, no. 2, pp. 506–513, 2021, doi: 10.52362/jisicom.v5i2.616.
- [10] A. A. Mustaqim, A. J. Purnama, A. Nuruddin, H. P. Santoso, and M. E. Sulisty, Smart Home System Berbasis IoT.
- [11] H. Awal, “Perancangan Prototype Smart Home Dengan Konsep Internet Of Thing (IoT) Berbasis Web Server,” no. 26, pp. 65–79, 2019.
- [12] M. Sofyan, D. Pembimbing, and F. T. Industri, “Teknik Elektro ITN Malang,” 2024
- [13] N. A. Pratama and T. Andrasto, “Komunikasi Pada Robot Swarm Pemadam Api Menggunakan Protokol ModBus,” *Jur. Tek. Elektro*, vol. 6, 2014.
- [14] R. I. Akbar, D. G. Purnama, and A. Salsabila, “Pengembangan Model SmartHome berbasis IoT,” *Pros. Semin. Nas. Penelit. LPPM UMJ*, pp. 1–8, 2023.

VI. BIODATA PENULIS



Achmad Sahrul , lahir di Malang, 1 Mei 2002. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Turen Malang tahun 2020. Setelah itu pada tahun 2020 penulis melanjutkan Pendidikan Studi tinggi swasta Institut Teknologi Nasional Malang program studi Teknik Elektro S-1 dengan konsentrasi Teknik Energi listrik. diperguruan Akhir kata dari penulis mengucapkan terimakasih dan rasa syukur yang sebanyak-banyaknya atas selesainya penelitian ini dengan judul “Desain sistem manajemen energi listrik rumah berbasis artificial intelligent yang di implementasikan pada prototipe smarthome”