

Penerapan *Fuzzy Decision Tree* dalam Memprediksi Kontrol Lampu Cerdas Berdasarkan Faktor Eksternal dan Internal

Shelly Oktavia¹, Isa Rachman², Joko Endrasmono³, Agus Khumaidi⁴, Mat Syai'in⁵, Dimas Pristovani Riananda⁶
e-mail: shellyoktavia23@student.ppns.ac.id¹, isarachman@ppns.ac.id², endrasmono@ppns.ac.id³,
aguskhumaidi@ppns.ac.id⁴, mat.syaiin@ppns.ac.id⁵, dimaspristovani@ppns.ac.id⁶

^{1,2,3,4,5,6} Prodi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,

Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia, 031-5947186

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 11 Juni 2024

Direvisi 28 Juli 2024

Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

Decision Tree

Fuzzy Logic

Prediksi

Smarthome

ABSTRAK

Prediksi adalah proses memperkirakan kejadian di masa depan secara sistematis. Menggabungkan sistem prediksi dengan *Smarthome* berbasis IoT dapat mengoptimalkan penggunaan alat elektronik untuk meningkatkan efisiensi energi listrik. Penelitian ini merancang sistem prediksi berbasis Fuzzy Decision Tree untuk penggunaan lampu di ruang laboratorium Robotika dan AI. Sistem ini menggunakan ESP32 dengan lampu LED strip sebagai kontrol utama, serta sensor LDR, RTC, PIR, arus, dan tegangan untuk memantau kondisi lingkungan dan operasional lampu. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini memiliki akurasi tinggi: kesalahan 0% pada pola kebiasaan pengguna (*schedule*), 2,35% pada faktor cahaya luar ruangan, 7,9% pada monitoring arus, dan 1,09% pada monitoring tegangan. Implementasi Fuzzy Sugeno menghasilkan kesalahan 0,58% dengan tingkat keberhasilan 99,4%. Secara keseluruhan, sistem ini mencapai keberhasilan 92,5%, dengan responsivitas data logger 100% dan kemampuan monitoring jarak jauh yang andal.

ABSTRACT

Prediction is the systematic process of estimating future events. Combining prediction systems with IoT-based Smarthome technology can optimize the use of electronic devices to improve energy efficiency. This research designs a prediction system based on Fuzzy Decision Tree to optimize the use of lights in the Robotics and AI laboratory. The system uses ESP32 with LED strip lights as the main control, along with sensors like LDR, RTC, PIR, current, and voltage to monitor environmental conditions and lamp operations. Test results show that this prediction system has high accuracy: 0% error in user habit patterns (schedule), 2.35% error in outdoor light factor, 7.9% error in current monitoring, and 1.09% error in voltage monitoring. The implementation of Fuzzy Sugeno resulted in an error of 0.58% with a success rate of 99.4%. Overall, this system achieved a success rate of 92.5%, with 100% data logger responsiveness and reliable remote monitoring capabilities.

Penulis Korespondensi:

Shelly Oktavia

Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,

Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia, Kode Pos 60111

Email: shellyoktavia23@student.ppns.ac.id



1. PENDAHULUAN

Lampu adalah perangkat elektronik yang paling penting di berbagai lingkungan, seperti rumah, gedung, dan tempat lainnya, karena berfungsi sebagai sumber pencahayaan utama[1]. Selain itu, lampu juga berperan dalam keamanan, kesehatan, tanda bahaya, dan pencegahan kecelakaan. Mengingat pentingnya dalam kehidupan sehari-hari, perkembangan teknologi lampu terus meningkatkan kecanggihannya[2].

Pencahayaan pada ruang Laboratorium Robotika dan AI dengan luas sebesar 137,24 m² saat ini hanya memiliki intensitas sebesar 105,3 lux, dengan menggunakan lampu Philips BN012C LED20CW L1200 TH G2. Menurut SNI 16-7062-2019, sangat penting untuk mencapai pencahayaan yang optimal sesuai dengan fungsi ruangan[3]. Tingkat pencahayaan yang tepat mendukung efektivitas kegiatan penelitian di bidang robotika dan AI (*Artificial Intelligence*), memastikan lingkungan yang sehat dan nyaman. Standar Nasional Indonesia untuk laboratorium robotika adalah sebesar 500 lux[4]. Manajemen intensitas pencahayaan yang tepat sangat penting, namun banyak sistem pencahayaan yang tidak mempertimbangkan fungsi ruangan dan tidak banyak yang bisa menyesuaikan dengan perubahan cuaca yang terjadi secara tiba-tiba. Sehingga jika dihadapkan dengan kondisi ruang Lab terlalu terang karena cuaca cerah sementara lampu menyala dengan intensitas maksimal, ini bisa mengurangi kenyamanan belajar dan menyebabkan pemborosan energi.

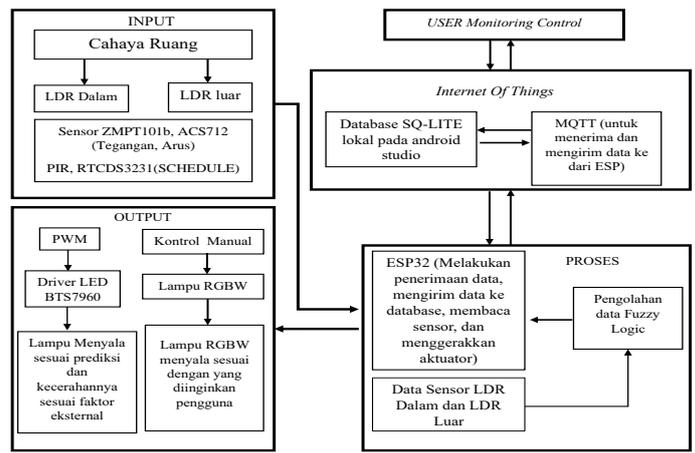
Untuk mengatasi masalah yang terjadi, diperlukan sistem otomatis yang dapat memprediksi perilaku pengguna dan menyesuaikan intensitas cahaya berdasarkan kondisi eksternal dan internal. Sistem ini dapat mengintegrasikan pencahayaan Laboratorium Robotika kampus dengan kondisi luar ruangan untuk operasi yang lebih otomatis[5]. Sistem ini menggunakan ESP32 yang terhubung dengan lampu LED strip untuk kontrol, sensor RTC untuk penjadwalan kebiasaan pengguna, sensor PIR untuk mendeteksi kehadiran orang di dalam ruangan, dan sensor LDR untuk memantau cahaya di luar dan dalam ruangan. Sistem pencahayaan otomatis ini menggunakan logika fuzzy decision tree untuk menyesuaikan pencahayaan berdasarkan tingkat kecerahan di dalam dan di luar ruangan[6]. Lampu LED strip akan berubah warna menjadi merah hangat jika tingkat cahaya di luar dan di dalam ruangan sangat terang, dan berubah menjadi biru kebiruan jika cahaya di luar gelap dan di dalam ruangan redup. Selain itu, lampu hanya akan menyala jika ada orang di dalam ruangan dan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, serta akan padam jika tidak ada orang atau di luar jadwal, sebagai salah satu cara untuk menghemat energi[7].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

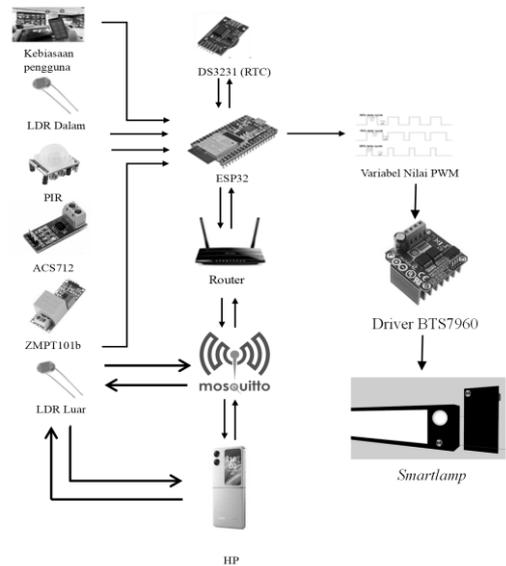
Tahap perancangan sistem adalah Langkah awal yang penting dalam penelitian ini. Perancangan mencakup perancangan sistem, perancangan Perangkat Keras, Perancangan perhitungan kebutuhan lampu sesuai SNI 16-7062-2019. Berikut Gambar 1 merupakan diagram blok penelitian.





Gambar 1: Diagram Blok Perancangan Sistem

Langkah selanjutnya memaparkan perancangan perangkat keras, yang ditunjukkan pada Gambar 2.

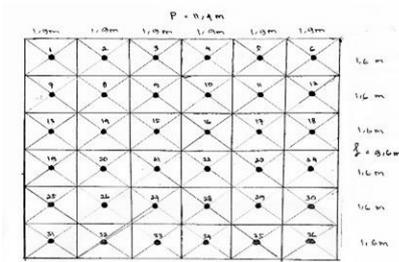


Gambar 2: Perancangan Perangkat Keras

Tahap selanjutnya yakni perancangan perhitungan pada Lab Robotika dan AI berdasarkan SNI 16-7062 2020[8]:

1. Menentukan titik pengukuran SNI 16-7062 2019: Dari pengukuran yang telah dilakukan dengan dimensi p x l ruang adalah 14,6m x 9,4m dengan mengambil nilai lux pada tiap titik yang telah ditentukan, apabila luas ruangan > 10m², maka jumlah titik pengukuran minimal 36 titik, titik pengukuran merupakan titik temu antara dua garis diagonal panjang dan lebar ruangan[9]. Titik potong garis horizontal panjang dan lebar dari ruang Lab Robotika adalah pada jarak setiap 3,04 m².





Gambar 3: Daerah Pengukuran Ruang Lab AI

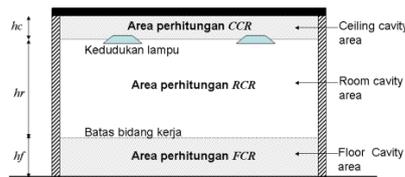
Rata-rata intensitas penerangan pada Lab Robotika dan AI:

$$= \frac{78 + 146,3 + 129,7 + 77 + 69,7 + 64 + 76 + 141 + 134,3 + 128,7 + 70,7 + 68,3 + 76,3 + 138 + 140,7 + 121,7 + 72,3 + 66,7 + 75,7 + 143 + 121,3 + 140,7 + 138,7 + 69,7 + 87 + 141,3 + 146,3 + 140,7 + 137,7 + 68,7 + 81,7 + 143,3 + 131,7 + 80,3 + 70,7 + 72}{36}$$

$$= \frac{3789,7}{36} = 105,3 \text{ lux}$$

Jadi, nilai intensitas penerangan pada Lab Robotika dan AI adalah sebesar 105,3 lux.

2. Menentukan perhitungan *Coefficient of Utilization (CU)* / Koefisien Pengguna:



Gambar 4: Posisi perhitungan RCR, CCR, FCR

$$RCR = \frac{5 \cdot 3,2 (14,6 + 9,4)}{14,6 \times 9,4}$$

$$= \frac{16 (24)}{137,24}$$

$$= \frac{384}{137,24} = 2,7$$

$$CCR = \frac{5 \cdot 0 (14,6 + 9,4)}{14,6 \times 9,4}$$

$$= 0$$

$$FCR = \frac{5 \cdot 0,8 (14,6 + 9,4)}{14,6 \times 9,4}$$

$$= \frac{4 (24)}{137,24}$$

$$= \frac{96}{137,24} = 0,69$$

3. Menentukan reflektansi dari permukaan dalam ruang Faktor refleksi adalah suatu sumber cahaya terhadap suatu ruangan yakni faktor refleksi yang diterima oleh dinding (pw), faktor refleksi yang diterima langit-langit (pcc) dan faktor refleksi yang diterima oleh bidang kerja (rm)[10].



Gambar 5: Kondisi Lab Robotika dan AI

Refleksi yang diterima oleh dinding (pw): 0,5 = 50% (Abu muda dan bersih)

Refleksi yang diterima langit-langit (pcc): 0,5 = 50% (Abu muda dan bersih)

Refleksi yang diterima oleh bidang kerja (rm): 0,5 = 50%

Koefisien rata-rata pemantulan Platond (%)	90				80				70				50				30				10									
Koefisien rata-rata Pemantulan Dinding (%)	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10	5	65	50	30	10	50	30	10							
Nilai CCR atau FCR	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0

Gambar 6: Nilai Koefisien Pengguna[11]

- Menentukan Maintenance Factor / Koefisien Depresiasi: Koefisien Depresiasi yakni suatu perbandingan antara tingkat penerangan pada rentang waktu tertentu dari suatu instalasi pencahayaan terhadap tingkat penerangan pada waktu instalasi[9].

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF (\times SMF)^*$$

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

$$MF = 0,91 \times 0,98 \times 0,93 = 0,82$$

Jadi, nilai Koefisien Depresiasi adalah 0,82.

- Menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan agar Lab memperoleh pencahayaan yang optimal:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLMF \times CU \times n}$$

$$N = \frac{500 \times 14,6 \times 9,4}{2000 \times 0,8 \times 0,5 \times 1}$$

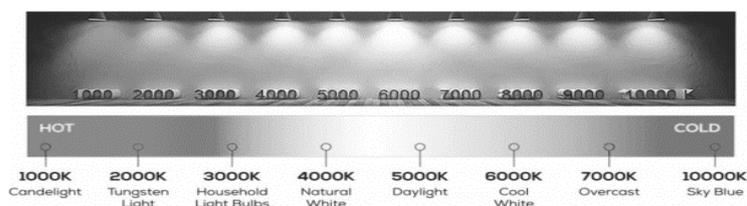
$$N = \frac{68.620}{800} = 85,7$$

Jadi, jumlah lampu yang diperlukan untuk pencahayaan optimal sesuai SNI 6197:2020 pada Lab Robotika dan AI dengan besar pencahayaan 500 lux maka jumlah lampu yang diperlukan sebanyak 85 lampu jika lampu yang digunakan bermerek TL Philips BN012C LED20CW L1200 TH G2 dengan daya 20W, 2000lm pada ruangan dengan Luas 137,24 m².

2.2 Penerapan Metode pada Sistem

Dari sistem yang telah dibuat terdapat 2 sensor LDR yang saling berkorelasi dan dijadikan sebagai input untuk proses fuzifikasi, yang dilanjutkan dengan proses inferensi, dan defuzifikasi untuk memperoleh keluaran *output fuzzy* (berupa keluaran cahaya lampu yang dihasilkan. Rancangan sistem ini menggunakan 8 pembagian warna lampu yang diatur PWM-nya. Berikut warna warna lampu yang digunakan pada Gambar 7.





Gambar 7: Color temperature

Pada penelitian ini *fuzzy* yang digunakan merupakan tipe sugeno yang menggunakan operator MIN[12]. Tabel I merupakan nilai keanggotaan dari input logika *fuzzy*.

TABEL I: MEMBERSHIP INPUT FUZZY

Keanggotaan LDR Dalam	Keanggotaan LDR Luar
Sangat Cerah (SC) = 2730 - 4095	Sangat Terang (ST) = 2730 - 4095
Cerah (C) = 2048 - 3414	Terang (T) = 2048 - 3414
Agak Mendung (AM) = 1365 - 2730	Agak Terang (AT) = 1365 - 2730
Mendung (M) = 682 - 2048	Petang (P) = 682 - 2048
Sangat Mendung (SM) = 0 - 1365	Sangat Petang (SP) = 0 - 1365

Setelah menentukan nilai keanggotaan dari input, selanjutnya yakni menentukan nilai keanggotaan output sistem, dibutuhkan 3 variabel output, nilai ini diambil dari data ruang warna RGB melalui aplikasi rapid tables untuk memperoleh codes color picker dari color temperatur warna Smartlamp melalui yang masing-masing menggunakan nilai resolusi PWM ESP32 8 bit yang memiliki nilai integer dari 0 hingga 255. Dan didasarkan pada standar keberagaman warna. Berikut nilai keanggotaannya.

➤ Lampu Red	➤ Lampu Green	➤ Candelight = 25
Candelight = 240	Candelight = 64	Tungsten = 21
Tungsten = 249	Tungsten = 161	Household = 56
Household = 247	Household = 246	Natural White = 225
Natural White = 251	Natural White = 225	Daylight = 252
Daylight = 237	Daylight = 247	Coolwhite = 246
Coolwhite = 182	Coolwhite = 249	Overcast = 249
Overcast = 72	Overcast = 202	Skyblue = 237
Skyblue = 5	Skyblue = 174	

Setelah menentukan nilai-nilai keanggotaan, langkah berikutnya adalah menetapkan aturan sebagai proses inferensi dari sistem yang terdiri dari 25 rules kemungkinan yang akan terjadi pada sistem yang dibuat, diikuti dengan tahap defuzifikasi.

TABEL II: DEFUZIFIKASI OPERATOR AND (MIN)

Rules	LDR Luar	LDR Dalam	Red	Green	Blue
8	0,655 (M)	0,117 (AT)	182 (Coolwhite)	225 (Coolwhite)	246 (Coolwhite)
9	0,655 (M)	0,882 (T)	237 (Daylight)	246 (Daylight)	252 (Daylight)
13	0,344 (AM)	0,117 (AT)	237 (Daylight)	246 (Daylight)	252 (Daylight)
14	0,344(AM)	0,882 (T)	251 (Naturalwhite)	249 (Naturalwhite)	225 (Naturalwhite)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



3.1 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Logic

Pengujian ini membandingkan terhadap perhitungan manual, hasil MATLAB yang digunakan untuk memastikan kebenaran pada program ESP32.

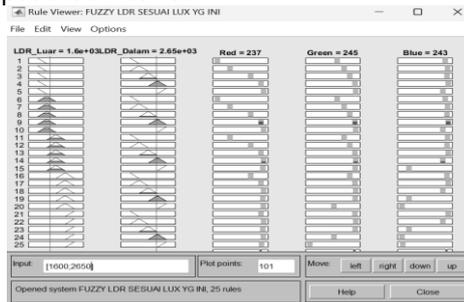
➤ Nilai output Red = (182 ; 237; 237; 251)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pembilang Red} &= (182 \times 0,117) + (237 \times 0,655) + (237 \times 0,117) + (251 \times 0,344) \\ &= 21,294 + 155,235 + 27,729 + 86,344 = 290,602 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Penyebut Red} = 0,117 + 0,655 + 0,117 + 0,344 = 1,229$$

$$\text{Nilai Output Red} = \frac{290,602}{1,229} = 236,4$$

Setelah melakukan perhitungan, kemudian nilai perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan perhitungan *output* pada *software MATLAB* sesuai pada Gambar 8.



Gambar 8: OUTPUT MATLAB

TABEL III: PRESENTASE ERROR ANTARA PERHITUNGAN MANUAL, MATLAB, PEMROGRAMAN

Hasil Perhitungan	Hasil MATLAB	Error%	
Red	236,4	237	0,2%
Green	245,6	245	0,2%
Blue	244,6	243	0,6%
Error Persentase Rata-rata		0,03%	

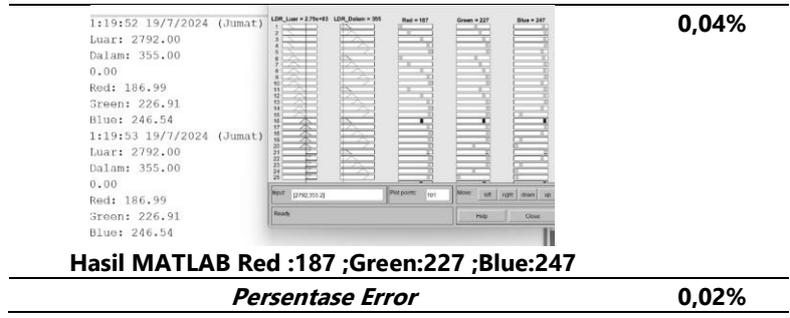
melakukan pengujian terhadap pemrograman ESP32 untuk memastikan tingkat keakuratan dari hasil perbandingan antara simulasi fuzzy dan Serial Monitor, hal ini guna memastikan output respon nyala lampu saat terjadi perubahan cahaya secara tiba-tiba, sehingga lampu pintar akan bisa menyesuaikan perubahan warna sesuai dengan kondisi cahaya dalam dan cahaya luar sesuai dengan fungsi ruang yang ada. Berikut merupakan pengujian yang dilakukan.

TABEL IV: PENGUJIAN LDR ANTARA SIMULASI FUZZY DAN PEMROGRAMAN ESP32

MATLAB dan Pemrograman ESP32	Error%
	0%



Hasil MATLAB Red :240 ;Green:64 ;Blue:25



Setelah memastikan program ESP dengan hasil simulasi MATLAB, Langkah selanjutnya yakni pengambilan keputusan dari sistem yakni menggunakan metode *Decision Tree*. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah sensor RTC dan PIR telah sesuai dengan keadaan saat ini (ada /tidak nya orang dan sesuai /tidak sesuai penjadwalan yang telah di set) ketika sistem sedang berjalan. Keputusan yang dihasilkan dari pengujian ini akan dipertimbangkan untuk menentukan apakah lampu akan dinyalakan secara otomatis atau tidak

3.2 Hasil Pengujian *Decision Tree*

Dalam penelitian ini, algoritma yang digunakan adalah *Iterative Dichotomize 3 (ID3)*. Algoritma ID3 adalah algoritma *Decision Tree Learning* yang melakukan pencarian menyeluruh pada semua kemungkinan pohon keputusan[13]. Algoritma ini menggunakan perhitungan *entropy* dan *gain* untuk memilih atribut yang akan menjadi node pada pohon keputusan.

TABEL IV: *RULES BASE DECISION TREE*

No	Output Fuzzy	Sensor PIR	Sensor RTC (<i>Schedule</i>)	Aksi Lampu
1	<i>Candlelight</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
2	<i>Candlelight</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
3	<i>Candlelight</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan
4	<i>Candlelight</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
5	<i>Tungsten</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
6	<i>Tungsten</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
7	<i>Tungsten</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan
8	<i>Tungsten</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
9	<i>Household</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
10	<i>Household</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
11	<i>Household</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan
12	<i>Household</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
13	<i>Natural White</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
14	<i>Natural White</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
15	<i>Natural White</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan
16	<i>Natural White</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
17	<i>Daylight</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
18	<i>Daylight</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
19	<i>Daylight</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan



No	Output Fuzzy	Sensor PIR	Sensor RTC (<i>Schedule</i>)	Aksi Lampu
20	<i>Daylight</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
21	<i>Coolwhite</i>	Ada Orang	Sesuai	Lampu Nyala
22	<i>Coolwhite</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
23	<i>Coolwhite</i>	Tidak Ada	Sesuai	Tidak Dinyalakan
24	<i>Coolwhite</i>	Ada Orang	Sesuai	Tidak Dinyalakan
25	<i>Overcast</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
26	<i>Overcast</i>	Tidak Ada	Sesuai	Lampu Nyala
27	<i>Overcast</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
28	<i>Overcast</i>	Ada Orang	Sesuai	Tidak Dinyalakan
29	<i>Skyblue</i>	Ada Orang	Tidak Sesuai	Lampu Nyala
30	<i>Skyblue</i>	Tidak Ada	Sesuai	Lampu Nyala
31	<i>Skyblue</i>	Tidak Ada	Tidak Sesuai	Tidak Dinyalakan
32	<i>Skyblue</i>	Ada Orang	Sesuai	Tidak Dinyalakan

3.3 Hasil Perhitungan Entropy dan Gain

Semua kemungkinan yang akan terjadi pada kontrol lampu dianalisis dengan menggunakan *Decision Tree*. Proses ini melibatkan pencarian nilai *entropy* dan *gain* untuk menentukan struktur pohon keputusan yang akan digunakan oleh sistem [14]. Node utama dalam pohon keputusan diperoleh dari nilai *gain* terbesar di antara semua parameter yang telah dihitung.

TABEL VI: HASIL PERHITUNGAN ENTROPY dan GAIN

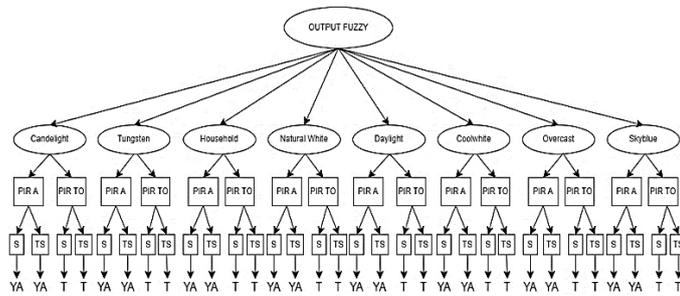
Node	Atribut	Keterangan	Jumlah Kasus	YA	TIDAK	Entropy	Gain
1	Total		32	16	16	1	
	Output Fuzzy						1,75
		<i>Candelight</i>	4	2	2	1	
		<i>Tungsten</i>	4	2	2	1	
		<i>Household</i>	4	2	2	1	
		<i>Natural White</i>	4	2	2	1	
		<i>Daylight</i>	4	2	2	1	
		<i>Coolwhite</i>	4	2	2	1	
		<i>Overcast</i>	4	2	2	1	
		<i>Skyblue</i>	4	2	2	1	
	PIR						1
		Ada Orang	16	8	8	1	
		Tidak ada Orang	16	8	8	1	
	RTC						1
		Sesuai	16	8	8	1	
		Tidak Sesuai	16	8	8	1	

Diperoleh nilai *Gain* terbesar dan akan dijadikan Node Utama yakni *Output Fuzzy* yang bernilai 1,75 maka *Output Fuzzy* akan dijadikan sebagai Node utama, namun karena hasil dari *Entropy Output Fuzzy* tidak ada sama dengan 0 maka terjadi percabangan pada Node II dan akan dilanjutkan perhitungan pada Node II.1 dan seterusnya.

3.4 Menentukan Pohon Keputusan

Setelah memperoleh node utama hingga node penyusun pohon dari hasil proses perhitungan Nilai *Gain* dan *Entropy*, Langkah selanjutnya yakni membentuk pohon Keputusan yang dapat dilihat pada Gambar 13. Pohon Keputusan yang telah tersusun, dalam sistem Tugas akhir ini digunakan untuk mengambil Keputusan terhadap aksi Smartlamp akan dinyalakan atau dimatikan dengan mempertimbangkan keberadaan orang, kesesuaian penjadwalan.





Gambar 9: POHON KEPUTUSAN

Keterangan:

PIR A = PIR Ketika Ada Orang

PIRTO = PIR Ketika Tidak ada Orang

S = RTC Sesuai dengan penjadwalan

TS = RTC Tidak Sesuai dengan penjadwalan

YA = Ya (Lampu Dieksekusi untuk dinyalakan)

T = Tidak (Lampu Dieksekusi untuk Tidak dinyalakan)

3.5 Rules Decision Tree

Setelah pohon keputusan dibuat, langkah berikutnya adalah mengonversi data pohon keputusan menjadi aturan-aturan keputusan. Dalam penelitian ini, aturan-aturan keputusan tersebut disajikan pada Tabel VII.

TABEL VII: KEPUTUSAN *DECISION TREE*

Aturan	LDR Luar	LDR Dalam
1	Jika Output Fuzzy Candelight, PIR mendeteksi ada orang, RTC sesuai jadwal	Lampu Dinyalakan
2	Jika Output Fuzzy Candelight, PIR mendeteksi ada orang, RTC Tidak sesuai jadwal	Lampu Dinyalakan
3	Jika Output Fuzzy Candelight, PIR mendeteksi Tidak ada orang, RTC sesuai jadwal	Lampu Tidak Dinyalakan
4	Jika Output Fuzzy Candelight, PIR mendeteksi Tidak ada orang, RTC Tidak sesuai jadwal	Lampu Tidak Dinyalakan

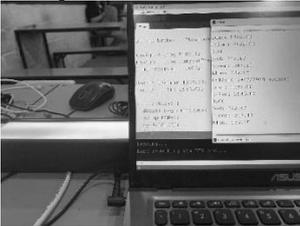
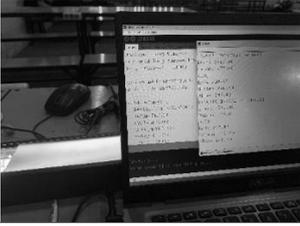
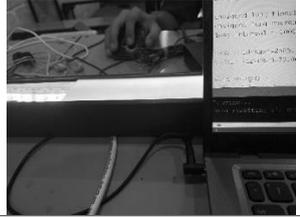
3.6 Integrasi Keseluruhan Sistem

Integrasi keseluruhan sistem ini bertujuan untuk menilai keberhasilan dari sistem yang telah dirancang. Lampu pintar akan menyala berdasarkan kebiasaan pengguna atau jadwal yang dibuat pada aplikasi. Lampu tersebut akan menyesuaikan warna berdasarkan tingkat cahaya luar dan dalam ruangan, sehingga ruang memperoleh pencahayaan yang optimal sesuai dengan fungsinya, tidak terlalu gelap atau terlalu terang. Lampu akan otomatis menyala sesuai perubahan cahaya secara *real-time*. Keputusan untuk menyalakan lampu didasarkan pada kesesuaian keputusan metode decision tree. Jika sesuai jadwal dan terdapat orang di ruangan, maka lampu akan menyala, sesuai dengan yang tertera pada Tabel VII. Berikut Pengujian yang telah dilakukan pada integrasi keseluruhan sistem ini dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VIII: INTEGRASI KESELURUHAN SISTEM

Kondisi Cahaya		Decision Tree				Respon Lampu	Error%
Luar	Dalam	PIR		RTC			
		PIR A	PIR TO	S	TS		



Mendung (1386 Lux)	Sangat Terang (2988 Lux)	✓		✓	Menyala Natural White 	0%
Sangat Cerah (3743 Lux)	Sangat Petang (773 Lux)	✓		✓	Menyala Daylight 	0%
Cerah (2585 Lux)	Sangat Terang (3573 Lux)		✓	✓	Menyala Warna Tungsten tetapi lampu dimatikan karena dalam ruangan tidak ada orang walaupun sesuai jadwal. (Hemat Energi). 	0%
Persentase Error						0%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem, metode Fuzzy Decision Tree terbukti mampu melakukan prediksi dengan sangat baik. Fuzzy Sugeno mampu merepresentasikan hasil yang akurat terhadap perubahan parameter cahaya baik dalam ruangan maupun luar ruangan, dengan tingkat kesalahan hanya sebesar 0,02% ketika dibandingkan antara pemrograman ESP32 dan pemrograman fuzzy.

Implementasi eksekusi nyala lampu yang didasarkan pada korelasi antara RTC dan PIR menunjukkan respons yang sangat peka sesuai dengan aturan yang telah ditentukan, dengan persentase kesalahan sebesar 0%. Hal ini dapat dilihat melalui integrasi keseluruhan sistem, di mana lampu mampu merespons secara otomatis dan tepat sesuai dengan aturan Fuzzy Decision Tree yang telah ditetapkan.

Sistem ini menunjukkan kemampuan yang tinggi dalam menyesuaikan pencahayaan secara real-time berdasarkan perubahan kondisi cahaya lingkungan, baik dari sumber cahaya alami maupun buatan. Dengan demikian, lampu pintar ini tidak hanya menghemat energi tetapi juga memastikan pencahayaan yang optimal sesuai kebutuhan ruangan.

Keseluruhan pengujian ini membuktikan bahwa metode Fuzzy Decision Tree sangat efektif untuk prediksi cahaya dalam kontrol lampu pintar, mencapai tingkat akurasi sebesar 99,98%. Keberhasilan ini menegaskan bahwa integrasi faktor-faktor internal seperti kebiasaan pengguna dan faktor-faktor eksternal seperti kondisi cahaya luar dapat memberikan solusi yang komprehensif dan efisien untuk manajemen pencahayaan yang cerdas.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Revandy, I. Wahidah, and N. B. Karna, "Desain Produk Smart Led Strip Yang Dapat Beradaptasi Smart Led Strip Product Design That Adapts To the Environment Using," e-Proceeding Eng., vol. 8, no. 1, pp. 174–181, 2021.
- [2] W. I. Rahayu, F. Hadary, and Y. Sholva, "Analisis Sistem Kebutuhan Penerangan pada Ruang Kelas dengan Light Emitting Diode (LED)," ELKHA J. Tek. Elektro, vol. 10, no. 1, pp. 15–23, 2020.
- [3] Zaini Miftach, "Pencahaya Standar Ruang," pp. 53–54, 2019.
- [4] SNI 03-6197, "SNI 03-6197: 2020 Konservasi Energi pada Sistem Pencahaya," Standar Nas. Indones., pp. 1–38, 2020, [Online].
- [5] M. R. R. Isworo, M. F. Aldama, P. D. Agnesya, and A. Puspita, "PENERAPAN FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN METODE SUGENO DAN TSUKAMOTO UNTUK MENGONTROL SUHU AC," vol. 3, pp. 117–121, 2023.
- [6] G. S. Prastianto, R. E. Saputra, and C. Setianingsih, "Perancangan Alat Pengontrol Lampu Pintar berdasarkan Kebiasaan Ruang Berbasis Android," vol. 8, no. 2, pp. 1982–1991, 2021.
- [7] R. Nugraha et al., "Perancangan Sistem Sensor Lampu Led Dengan Kendali Intensitas Cahaya Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Controller Design of Led Lamp Sensor System With Automatic Light," e-Proceeding Eng., vol. 7, no. 2, pp. 3000–3009, 2020.
- [8] BADAN STANDARISASI NASIONAL, "SNI 6197 2020 Konservasi energi pada sistem pencahayaan," Standar Nas. Indones., pp. 1–38, 2020.
- [9] M. Imran, "Evaluasi Kuantitas Penerangan Buatan Dalam Ruang Kuliah," RADIAL J. Perad. Sains, Rekayasa dan Teknol., vol. 5, no. 2, pp. 187–208, 2021.
- [10] A. anjani Ivana, "Faktor Refleksi Intensitas Cahaya," pp. 1–23, 2020.
- [11] T. Tâm, N. C. Ú U. Và, C. É N. Giao, C. Ngh, and Á N B Û I Chu, "Standar Pencahaya Pada Ruangan," vol. 01, pp. 1–23, 2021.
- [12] V. Vannya and P. Setiawan, "OTOMATISASI HYDROCYCLONE DAN LEVEL CONTROL DI AREA GRINDING PT . X," 2023.
- [13] W. Darmawan, M. Basuki Rahmat, A. Khumaidi, R. Yudha Adhitya, and D. Pristovani Riananda, *Perancangan Strategi Keputusan Robot Sepak Bola Beroda menggunakan Metode Decision Tree*, vol. 10, no. 2. 2023. doi: 10.33795/elkolind.v10i2.3020.
- [14] I. I. Munadhif et al., "Sistem sortir dan penempatan pada lemari logistik dengan metode," 2023.

