

Rancang Bangun Lampu Pintar Menggunakan Kontrol *Fuzzy Logic* dengan Teknologi *Power Over Ethernet* (PoE) berbasis PLTS

Janet Anjeli Pratiwi¹, Sri Utami², Agoeng Harjatmo Rahardjo³

^{1, 2, 3} Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

E-mail : ^{1*}janet.anjeli.tken420@polban.ac.id; ²sri.utami@polban.ac.id; ³agoeng.hr@polban.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan dimulai sebagai bentuk mewujudkan net zero emission pada 2060. Penggunaan energi terbarukan ini menjadi sumber yang tepat digunakan untuk mengikuti perkembangan zaman dalam penggunaan teknologi canggih. Salah satu teknologi tersebut adalah lampu pintar. Lampu pintar ini dapat menyala sesuai dengan kebutuhan pencahayaan sehingga penggunaan dan perawatannya menjadi efektif dan efisien. Instalasi lampu pintar biasanya sulit, namun teknologi PoE mempermudah instalasi listrik. Laporan ini bertujuan merancang lampu pintar menggunakan kontrol fuzzy logic dengan teknologi PoE berbasis PLTS. Beberapa parameter kriteria perancangan seperti daya, arus, tegangan, jumlah nyala lampu, penggunaan PoE, dan penggunaan PLTS dalam sistem rancangan menjadi patokan dalam perancangan prototype. Beban berupa 6 lampu LCD DC 12 volt 30 Watt diatur jumlah nyala lampunya berdasarkan aturan *fuzzy* yang dibuat menggunakan *fuzzy logic control*. Hasil perancangan menunjukkan penggunaan daya sebesar 0-30 Watt, arus bervariasi antara 0-1.7 A, dan tegangan konstan dalam rentang 11.86-12.59 V. Jumlah nyala lampu adalah 0, 2, 4, dan 6 sesuai dengan kuat penerangan yang dibaca oleh sensor lux BH1750. Konsumsi energi untuk ruang kelas yang dipakai selama 5 jam/hari adalah 131.99 Wh.

Kata Kunci

Lampu Pintar, *Fuzzy Logic*, PoE, PLTS

The use of renewable energy is aimed at achieving net zero emissions by 2060. This renewable energy is ideal for modern advanced technology applications. One such application is smart lights, which adjust based on lighting needs, making them efficient and effective. Installation of smart lights can be complex, but PoE technology simplifies electrical installation. This report aims to design smart lights using fuzzy logic control with PoE technology based on PLTS. Design criteria parameters include power, current, voltage, number of lights, PoE usage, and PLTS integration, which are benchmarks for the prototype. The load consists of 6 12-volt 30-Watt DC LCD lights, controlled based on fuzzy rules using fuzzy logic control. The design results show power usage of 0-30 Watts, current varying between 0-1.7 A, and constant voltage in the range of 11.86-12.59 V. The number of lights is 0, 2, 4, and 6 according to the illumination strength read by the BH1750 lux sensor. Energy consumption for a classroom used 5 hours/day is 131.99 Wh.

Keywords

Smart Lights, *Fuzzy Logic*, PoE, PLTS

1. PENDAHULUAN

Teknologi cerdas telah diterapkan pada banyak peralatan rumah tangga, menjadikannya lebih nyaman dan sederhana untuk dioperasikan. Rumah pintar sedang populer di industri *real estate* akhir-akhir ini, dan banyak orang yang berjuang untuk mendapatkan rumah pintar (1).

Salah satu yang sedang digandrungi masyarakat kini adalah pencahayaan cerdas atau *smart light control*. Tujuan penerapan sistem manajemen lampu ini adalah agar pemeliharannya lebih efisien dan efektif (2).

Namun, penerapan lampu pintar ini memerlukan instalasi yang cukup kompleks karena melibatkan sumber daya listrik dan sistem kontrol. Teknologi *Power over Ethernet* (PoE) menjadi solusi yang dapat menyederhanakan proses instalasi tersebut dengan menggabungkan data dan daya listrik dalam satu kabel Ethernet, sehingga memudahkan penyebaran perangkat listrik yang terkoneksi jaringan (3).

Mengelola lampu pintar ini telah menjadi subyek beberapa penyelidikan. Referensi (4) juga mendemonstrasikan penggunaan *Power Over Ethernet* (PoE) untuk pengendalian lampu jarak

jauh. Dengan menggabungkan sensor LDR dan koneksi internet, para peneliti ini telah mengembangkan cara untuk mengontrol lampu dari jarak jauh, sehingga menghilangkan kebutuhan akan kabel listrik dan data.

Melihat permasalahan tersebut, penulis akan mengembangkan solusi pengendalian lampu otomatis menggunakan teknologi PoE dan algoritma pengendalian logika fuzzy berbasis PLTS. Karena ide pengelolaan lampu bergantung pada pembacaan lux baik dari dalam maupun luar, sedangkan kontrol Logika *Fuzzy* memungkinkan jumlah lampu yang optimal untuk dinyalakan sehubungan dengan pembacaan yang diambil dari luxmeter.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lampu LED

Salah satu kemungkinan untuk penerangan adalah bohlam *light-emitting diode* (LED). Lampu LED adalah semikonduktor yang menghasilkan cahaya monokromatik tidak koheren ketika diberi tegangan. Lampu LED memiliki umur pakai dan efisiensi listrik yang jauh lebih baik dibandingkan dengan lampu pijar dan lebih efisien daripada lampu neon (5). Berikut adalah jenis lampu LED pada Gambar 1.



Gambar 1. Lampu LED (6)

2.2 Power Over Ethernet (PoE)

Power over Ethernet (PoE) adalah teknologi yang menggunakan kabel UTP twisted pair untuk mengalirkan daya melalui pasangan kabel yang tidak digunakan. Sebagaimana diketahui, kabel UTP Cat-5, misalnya, hanya memanfaatkan 2 pasangan (4 kawat) untuk Tx (+ dan -) dan Rx (+ dan -), sedangkan dalam satu kabel UTP (Unshielded Twisted Pair) terdapat 4 pasangan (8 kawat) yang tersedia (3).

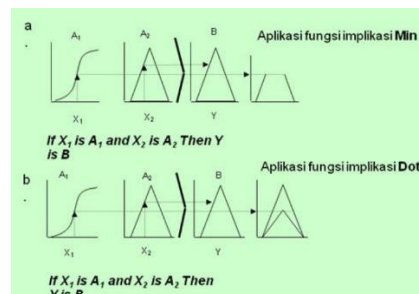
Teknologi PoE ini telah banyak didukung oleh perangkat jaringan saat ini, seperti switch dan wireless access point, sehingga tidak memerlukan sumber daya terpisah. Cukup dengan menghubungkan kabel UTP antara switch dan access point. Produsen seperti D-Link, Linksys, NetGear, Cisco, dan lain-lain juga menawarkan

produk switch atau access point yang memiliki fasilitas PoE (3).

2.3 Logika Fuzzy

Secara harfiah, "fuzzy" berarti kabur atau samar-samar. Sebuah nilai dapat memiliki nilai besar atau salah secara bersamaan. Dalam konsep fuzzy, terdapat derajat keanggotaan dengan rentang nilai dari 0 (nol) hingga 1 (satu). Ini berbeda dengan himpunan tegas yang hanya memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak) (7).

Logika *Fuzzy* adalah metode yang efektif untuk memetakan ruang input ke dalam ruang output dengan nilai kontinu. Fuzzy dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh karena itu, suatu hal dapat dianggap sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang bersamaan (8). Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berkisar antara 0 dan 1, mencakup tingkatan abu-abu serta hitam dan putih. Dalam bentuk linguistik, konsep ini mencakup ketidakpastian seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat" (9). Berikut adalah Aplikasi fungsi implikasi *fuzzy logic* pada Gambar 2.



Gambar 2. Aplikasi Fungsi Implikasi (7)

2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya adalah fasilitas yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Proses pembangkitan listrik ini bisa dilakukan dengan dua cara: secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah energi cahaya menjadi listrik secara langsung melalui efek fotoelektrik. Sementara itu, pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik guna menggerakkan mesin kalor (10).

Menurut SNI 8395:2017, PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) adalah sistem pembangkit listrik yang mendapatkan energi dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik (11). Sistem

fotovoltaik ini mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari (iradiasi) yang mengenai sel fotovoltaik, semakin besar daya listrik yang dihasilkannya (12).

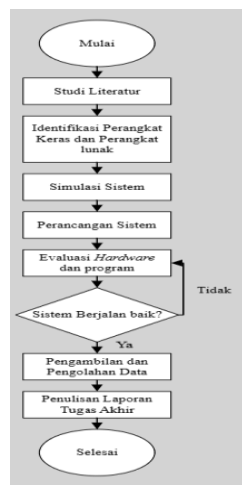
3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari Februari hingga Mei 2024 di wilayah Kabupaten Bandung Barat.

3.2 Alur Penelitian

Tahapan-tahapan yang harus dilakukan mulai dari studi literatur hingga pengumpulan data kuantitatif dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

3.3 Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan digunakan untuk menjadi parameter standar dalam mengevaluasi perancangan sistem lampu pintar yang dibuat. Adapun Kriteria Perancangan sistem dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Sistem Lampu Pintar

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Daya	<30	W	Spesifikasi Beban
Arus	<2,5	A	Spesifikasi Beban
Tegangan	12	V	Spesifikasi Beban
Jumlah Nyala Lampu	6	Buah	Berdasarkan Tabel III-10
Penggunaan PoE	Ya	-	Sesuai Rangkaian Sistem
Penggunaan PLTS	Ya	-	Sesuai Rangkaian Sistem

3.4 Data dan Sumber Data

Data primer dan data sekunder merupakan dua kategori informasi utama yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Proses Pengambilan Data

Nama Data	Jenis Data	Sumber Data
Lux Dalam	Primer	Aplikasi Blynk dan Luxmeter
Lux Luar	Primer	Aplikasi Blynk dan Luxmeter
Jumlah Lampu	Primer	Aplikasi Blynk
Tegangan (V)	Primer	Alat Multimeter
Arus (A)	Primer	Alat tang Ampere dan Perhitungan
Daya (W)	Sekunder	Spesifikasi Alat

3.5 Perancangan Sistem

3.5.1 Pembacaan Tingkat Penerangan oleh Sensor BH1750

Pada sistem ini digunakan 2 sensor lux BH1750 yang akan ditempatkan didalam dan luar ruangan. Pada prototype nanti akan ditempatkan pada dalam box dan luar box sebagai representasi sebuah ruangan.

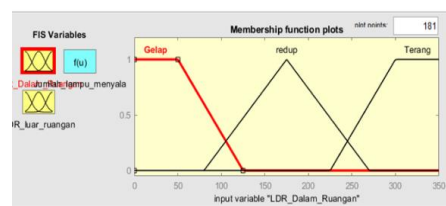
3.5.2 Pembacaan Sensor Lux BH1750 Luar oleh Arduino Uno.

Arduino Uno dapat membaca sensor lux BH1750 dengan menggunakan komunikasi I2C. Sensor BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memberikan output dalam satuan lux (lx), yang merupakan satuan pengukuran intensitas cahaya.

3.5.3 Pembacaan Arduino Uno hingga lampu.

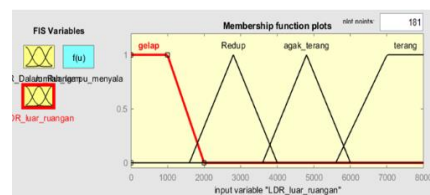
a. Fuzzifikasi

Pertama, berdasarkan data yang dikumpulkan, penulis mengubah tingkat pencahayaan ruangan, yang merupakan himpunan fuzzy yang terdiri dari tiga tingkatan seperti pada Gambar 4:



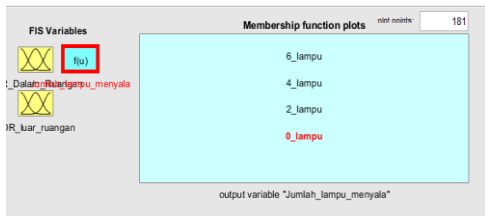
Gambar 4. Himpunan Lux dalam Ruangan

Tingkat Penerangan diluar ruangan sebagai input kedua terdiri dari empat himpunan fuzzy yaitu terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Himpunan Lus luar Ruangan

Jumlah lampu menyala sebagai output dari sistem fuzzy ini dikelompokkan menjadi 4 himpunan fuzzy yaitu seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Himpunan Jumlah Lampu Menyala

Pengolahan data fuzzifikasi dimulai dengan pendefinisian semesta pembahasan dan variabelnya, kemudian dilanjutkan ke himpunan fuzzy Tabel 3.

Tabel 3. Anggota Himpunan Fuzzy

Kondisi	Interval
dalam	
gelap	[0 0 50 125]
Redup	[80 175 270]
Kondisi	Interval
terang	[225 300 350 350]
Kondisi	Interval
Luar	
gelap	[0 0 1000 2000]
redup	[1600 2800 4000]
agak terang	[3600 4800 6000]
terang	[5600 6400 7200 8000]
lampu	
Lampu 0	0
Lampu 2	2
Lampu 4	4
Lampu 6	6

b. Sistem Inferensi Fuzzy

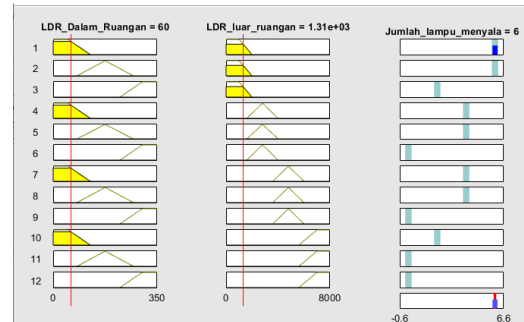
Dengan menggunakan logika atau aturan fuzzy basis pengetahuan, sistem inferensi fuzzy dapat memetakan ruang masukan ke ruang keluaran seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Anggota Himpunan Fuzzy

	Aturan Fuzzy			
	gelap	redup	agak terang	terang
dalam				
gelap	6	4	4	2
redup	6	4	4	0
terang	2	0	0	0

c. Defuzzifikasi

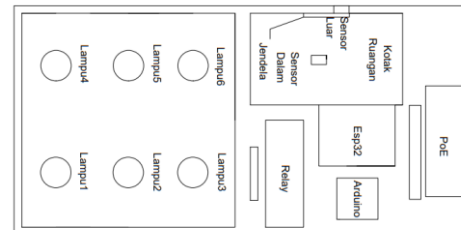
Dengan menggunakan fungsi keanggotaan preset, defuzzifikasi mengubah hasil tahap inferensi menjadi keluaran Crips berdasarkan nilai inferensi fuzzy. Program Matlab digunakan untuk prosedur defuzzifikasi ini, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Contoh Hasil Fuzzifikasi Menggunakan Matlab

3.6 Design Prototype

Prototype sistem perancangan lampu pintar ini akan dilakukan dengan membuat dudukan dan menyusun komponen diatasnya. Adapun desain posisi komponen digambarkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Prototype

3.7 Metode Pengambilan Data.

Pengambilan data pertama dilakukan untuk membuktikan bahwa aturan fuzzy yang dibuat dalam kontrol lampu pintar dapat berjalan dengan baik. Sehingga hasil dari pengambilan data ini dapat di analisis. Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data dilakukan di Lab. Surya Politeknik Negeri Bandung
- Pengambilan data dilakukan minimal 4 jam menyesuaikan dengan minimal lama ruangan biasa digunakan dalam jadwal kuliah.
- Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit sekali dengan pencatatan diluar waktu tersebut apabila ada perubahan nyala lampu.

- d. Data yang diambil berupa nilai lux dalam, lux luar, jumlah nyala lampu, tegangan, dan waktu pengambilan data.
- e. Kotak ruangan dibiarkan tertutup selama pengambilan data dilakukan
- f. Membandingkan hasil data yang didapatkan dengan aturan fuzzy yang sudah dibuat dan menghitung konsumsi energi yang diperlukan selama sistem berjalan.

Pengambilan data kedua dilakukan untuk menginterasi sistem yang telah dibuat dengan sumber daya PLTS yang telah direncanakan. Sehingga hasil dari pengambilan data ini dapat dianalisis. Metode pengambilan data kedua tidak jauh berbeda dengan pengambilan data pertama.

4. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Hasil Perancangan *Prototype*

Dalam perancangan prototype sistem lampu pintar menggunakan kontrol fuzzy logic dengan teknologi PoE (Power Over Ethernet) berbasis PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), didapatkan beberapa hasil yang mendukung keberhasilan dari sistem yang dibuat. Prototype yang dirancang terdiri dari beberapa komponen utama seperti sumber daya sistem, kontrol pintar, monitoring dan kontrol sistem, serta wiring komponen-komponen yang digunakan dalam sistem.

4.1.1 Sumber Daya Sistem

Sumber daya yang digunakan pada sistem ini adalah energi listrik yang dihasilkan dari panel surya. Panel surya tersebut mengalirkan energi listrik ke dalam sistem melalui rangkaian Solar Charge Controller (SCC) hingga ke baterai yang digunakan sebagai penyimpanan energi. Teknologi PoE juga diterapkan untuk menyediakan pasokan daya yang diperlukan oleh beban yang digunakan dalam sistem

Sistem lampu pintar yang dirancang menggunakan sumber daya dari panel surya yang tersambung dengan baterai melalui Solar Charge Controller (SCC).

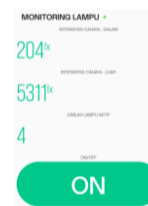
4.1.2 Kontrol Pintar Sistem

Kontrol pintar sistem dilakukan menggunakan fuzzy logic control yang mengatur nyala dan matinya lampu berdasarkan input yang diperoleh dari sensor lux BH1750. Sensor ini membaca intensitas cahaya di dalam dan di luar ruangan, kemudian data tersebut diolah oleh kontroler fuzzy untuk menentukan jumlah lampu yang harus dinyalakan guna mencapai intensitas pencahayaan yang optimal. Hasil pengaturan ini menghasilkan

penggunaan daya yang efisien dengan rentang daya 0-30 Watt, arus 0-17 A, dan tegangan 1186-1259 V.

4.1.3 Monitoring dan Kontrol Sistem

Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring dan kontrol yang dapat diakses melalui aplikasi Blynk. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat memantau besar lux yang terbaca oleh sensor, serta jumlah lampu yang menyala sesuai dengan aturan fuzzy yang telah ditentukan. Fitur ini memudahkan pengguna dalam mengontrol dan memonitor sistem secara real-time melalui aplikasi mobile. Gambar 9 menunjukkan tampilan aplikasi Blynk yang digunakan.



Gambar 9. Monitoring dan Kontrol Sistem

4.1.4 Wiring Komponen-Komponen Pada Sistem

Proses wiring dilakukan dengan menghubungkan semua komponen yang ada dalam sistem, mulai dari panel surya, SCC, baterai, PoE switch, hingga lampu pintar yang dikontrol oleh sistem fuzzy logic. Setiap komponen dihubungkan sedemikian rupa untuk memastikan sistem bekerja dengan optimal dan sesuai dengan desain yang telah direncanakan

Gambar 10 menunjukkan skema wiring dari komponen-komponen yang terhubung dalam sistem ini, termasuk panel surya, SCC, baterai, PoE switch, PoE splitter, sensor lux, Arduino Uno, NodeMCU, dan relay.



Gambar 10. Komponen pada Sistem

4.2 Data Hasil Pengamatan Lampu Pintar

Pengambilan data dilakukan pada Rabu 22 Mei 2024 jam 11.00 WIB – 16.00 WIB di ruang kosong Lab Surya. Pengambilan data dilakukan pada meja yang berada dekat dengan jendela dengan kondisi tirai terbuka. Hal ini dilakukan agar memudahkan penulis dalam mendapatkan besar intensitas cahaya alami. Berikut adalah data yang didapatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Pengamatan

Jam	Lux Dalam	Lux Luar	Jumlah lampu	(V)	(A)
11.10	194	5024	4	12,47	1,6
11.17	102	5890	2	12,53	0,80
11.20	202	5930	0	12,59	0,00
11.27	115	5710	2	12,53	0,80
11.28	207	5386	4	12,48	1,60
11.30	189	4710	4	12,47	1,60
11.40	77	3008	4	12,47	1,60
11.50	118	4978	4	12,47	1,60
12.00	91	3068	4	12,46	1,61
12.10	77	2642	4	12,49	1,60
12.16	52	1525	6	12,41	2,42
12.20	42	1023	6	12,42	2,42
12.28	52	2204	4	12,46	1,61
12.30	62	2882	4	12,5	1,60
12.39	130	6229	0	12,6	0,00
12.40	137	6550	0	12,6	0,00
12.50	167	7791	0	12,6	0,00
12.53	128	5258	4	12,47	1,60
13.00	93	3304	4	12,47	1,60
13.10	109	4152	4	12,47	1,60
13.18	158	6407	0	12,6	0,00
13.20	261	7712	0	12,6	0,00
13.30	261	7008	0	12,6	0,00
13.40	298	7262	0	12,59	0,00
13.50	340	6973	0	12,6	0,00
14.00	343	6746	0	12,59	0,00
14.10	153	3755	4	12,47	1,60
14.20	197	5180	4	12,47	1,60
14.23	16	224	6	12,4	2,42
14.30	5	115	6	12,41	2,42
14.33	62	1644	4	12,47	1,60
14.40	125	3818	4	12,47	1,60
14.50	112	3500	4	12,48	1,60
15.00	82	2912	4	12,47	1,60
15.10	58	1933	4	12,48	1,60
15.20	61	2138	4	12,48	1,60
15.30	61	2148	4	12,48	1,60
15.40	96,67	3116,6	4	12,48	1,60
15.50	100	2999	4	12,49	1,60
16.00	79,17	2155	4	12,48	1,60

Tabel 5 menunjukkan hasil data arus yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan arus. Data diatas dapat dilihat perubahan nyala lampu bervariasi antara 0, 2, 4, dan 6. Jumlah data dengan nyala lampu 4 didapatkan sebanyak 24 data. Jumlah data dengan nyala lampu 0 didapat sebanyak 10 data. Jumlah data dengan nyala lampu 2 didapat

sebanyak 2 data dan jumlah nyala lampu 6 didapat sebanyak 4 data.

4.3 Data Hasil Pengukuran Konsumsi Energi

Pengukuran konsumsi energi dilakukan untuk mengetahui efisiensi sistem dalam penggunaan energi listrik dari panel surya. Tabel 6 menunjukkan konsumsi energi oleh sistem lampu pintar dalam kondisi operasi normal dan saat beban maksimal.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Konsumsi Energi

Jumlah Lampu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Waktu (h)	Konsumsi Energi (Wh)
4	12,47	1,6	19,95	0,28	5,65
2	12,53	0,80	10	0,05	0,5
0	12,59	0,00	0	0,12	0
2	12,53	0,80	10	0,02	0,17
4	12,48	1,60			
4	12,47	1,60			
4	12,47	1,60	20	1,47	29,33
4	12,47	1,60			
4	12,46	1,60			
4	12,49	1,60			
6	12,41	2,42			
6	12,42	2,42	30	0,2	6
4	12,46	1,61			
4	12,5	1,60	20	0,18	3,67
0	12,6	0,00			
0	12,6	0,00	0	0,23	0
0	12,6	0,00			
4	12,47	1,60			
4	12,47	1,60	20	1,08	21,67
4	12,47	1,60			
0	12,6	0,00			
0	12,6	0,00			
0	12,6	0,00			
0	12,59	0,00	0	1,53	0
0	12,6	0,00			
0	12,59	0,00			
4	12,47	1,60			
4	12,47	1,60	20	0,22	4,33
6	12,4	2,42			
6	12,41	2,42	30	0,17	5
4	12,47	1,60			
4	12,47	1,60			
4	12,48	1,60			
4	12,47	1,60			
4	12,48	1,60	20	2,78	55,67
4	12,48	1,60			
4	12,48	1,60			
4	12,48	1,60			
4	12,49	1,60			
4	12,48	1,60			
Jumlah Konsumsi Energi Sistem/ 5 jam (Wh)					131,99

Berdasarkan data Tabel 6, konsumsi energi yang digunakan sistem ketika menyala selama 5 jam adalah 131,99 Wh. Hal ini didapatkan berdasarkan jumlah nyala lampu yang menyala selama 5 jam. Jika 5 jam ini dianggap sebagai lama ruang kelas digunakan dalam sehari maka konsumsi energi yang digunakan ruang kelas perharinya adalah 131,99 Wh. Jika dihitung sebulan dengan penggunaan

setiap hari kerja maka konsumsinya adalah 2639,73 Wh. Dan dalam 1 tahun maka konsumsi energi yang digunakan adalah 31.676,7 Wh.

4.4 Perencanaan PLTS

4.4.1 Identifikasi Kebutuhan Daya Listrik

Jumlah total konsumsi energi adalah kebutuhan sistem jika dalam kondisi puncak/maksimum penggunaan. Waktu 8 jam diasumsikan waktu penggunaan ruangan kelas jika dipakai penuh dari pagi hingga sore. Jumlah total konsumsi energi / hari perlu ditambahkan 20% sebagai penggunaan listrik oleh mikrokontroler, aktuator dan juga penggunaan PoE dalam sistem. Selain itu untuk mengantisipasi kondisi mendung yang dapat terjadi dalam 1 hari maka total konsumsi energi perhari pada sistem dikali dengan 2.

Total Konsumsi Energi Sistem
: $288 \times 2 = 576 \text{ Wh}$

4.4.2 Identifikasi Kebutuhan Panel Surya

Panel surya yang akan digunakan memiliki kapasitas 120 Wp dengan lama penyinaran matahari 3,5 jam/hari berdasarkan data pada BMKG kota Bandung perhari tertanggal 11 Juni 2024

Maka jumlah panel yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Total Panel} : \frac{288 \times 2}{120 \times 3,5} : 1,3 \text{ buah}$$

: 2 Buah Panel

4.4.3 Identifikasi Kebutuhan Battery Charge Controller

Battery Charge Controller/ SCC yang diperlukan adalah SCC MPPT 20 Ampere 12/24 V. Hal ini dikarenakan nilai arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh panel surya yang akan digunakan adalah 6,25 A sehingga dengan total pemakaian 2 panel maka memerlukan SCC 20 A.

4.4.4 Identifikasi Kebutuhan Baterai

$$\text{Total Baterai (Voltase)} : \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}}$$

: 1 Buah Baterai

$$\text{Total Baterai (Kapasitas)} : \frac{2 \times 120 \text{ Wp} \times 19,2 \text{ V}}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}}$$

: 1,92

Baterai yang dibutuhkan untuk PLTS adalah 2 buah baterai disusun secara paralel. Sehingga Total baterai yang dibutuhkan untuk PLTS adalah $1 \times 2 = 2$ buah baterai.

4.5 Biaya Perancangan Sistem

Estimasi biaya perancangan sistem mencakup biaya komponen, instalasi, dan pemeliharaan. Tabel 3

menunjukkan rincian biaya yang diperlukan untuk keseluruhan perancangan dan implementasi sistem.

Tabel 7 Biaya Perancangan Sistem

No	Peralatan	Jumlah	Harga per unit
1	Panel Surya 120 Wp	2	Rp. 685.000
2	Baterai Lead Acid 12 V 200 Ah	2	Rp. 3.900.000
3	SCC MPPT 20 A 12 Volt	1	Rp. 113.000
4	Kabel, Socket, dll		Rp. 1.570.000
5	Sistem Lampu Pintar		Rp. 662.000
Total Harga			Rp. 11.515.000

4.6 Analisis Hasil Perancangan Dengan Kriteria Perancangan

Tabel 8 Kesesuaian Kriteria Perancangan dengan Hasil Perancangan

Parameter	Satuan	Rancangan	Kriteria	Kondisi
Daya	W	30	0-30	Terpenuhi
Arus	A	1,7	0-2,5	Terpenuhi
Tegangan	V	11,89	+12	Terpenuhi
Jumlah Nyala Lampu	Buah	6	0-6	Terpenuhi
Penggunaan PoE	-	Ya	Ya	Terpenuhi
Penggunaan PLTS	-	Ya	Ya	Terpenuhi

Analisis terhadap hasil perancangan menunjukkan bahwa semua parameter perancangan, termasuk jumlah nyala lampu, penggunaan PoE, dan penggunaan PLTS, terpenuhi. Setiap komponen berfungsi sesuai dengan desain dan memberikan hasil yang diharapkan dalam hal efisiensi dan efektivitas penggunaan energi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan prototype sistem lampu pintar menggunakan kontrol fuzzy logic dengan teknologi PoE berbasis PLTS yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan seperti besar daya Lampu pintar yang dibuat dalam rancangan sistem dapat menyala sesuai dengan aturan kontrol fuzzy yang dibuat. Selain itu penggunaan PoE dan PLTS juga dilakukan pada rancangan sistem.

Semua parameter perancangan tersebut sesuai dengan kriteria perancangan sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan prototype ini berhasil sesuai dengan kriteria perancangan yang dibuat, Konsumsi Energi yang digunakan sistem ketika menyala selama 5 jam adalah 131,99 Wh. Hal

ini didapatkan berdasarkan jumlah nyala lampu yang menyala selama 5 jam. Maka konsumsi energi yang digunakan ruang kelas perharinya adalah 131,99 Wh jika kelas digunakan selama 5jam/hari, dan Kontroling nyala mati system dapat diatur melalui aplikasi blynk begitu juga monitoring besar lux.

Perancangan lampu pintar menggunakan kontrol fuzzy logic dengan teknologi PoE berbasis PLTS ini agar mendapatkan hasil yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya, penulis memberikan saran untuk melakukan perancangan dengan menambahkan sensor daya sehingga parameter konsumsi daya listrik dapat dimonitoring dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Susilo, Dody, Churnia Sari, dan Galas Widya Krisna. "Sistem Kendali Lampu Pada Smart Home Berbasis IOT (Internet of Things)." *Jurnal ELECTRA: Artikel Teknik Elektro* 2.1 (2021): 23-30.
2. Sumarna, Ihsan Kamil Teja, et al. "Rancang bangun kendali lampu menggunakan Wemos D1 mini dengan pusat kendali media sosial telegram." *Jurnal Komputasi* 7.2 (2019).
3. Lubis, Muhammad Safri, Mahdi Azis, and Franheit Sangapta. "Penggunaan Power of Ethernet untuk Mengalirkan Arus Listrik ke Hardware yang Terhubung dengan Kabel UTP." *Jurnal Rekayasa ElektriKa* 10.2 (2012): 76-82.
4. Anisah Sri Ramadhaniah. *Pengendalian Lampu Pintar berbasis Fuzzy Logic Control menggunakan Teknologi Poe (Power Over Ethernet)*. 2021.
5. Saputro, Jimy Harto, Tejo Sukmadi, and Karnoto Karnoto. "Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah." *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 15.1 (2013): 19-27.
6. Chumaidy, Adib. "Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu Tl, Cfl Dan Lampu Led (Studi Kasus Pada Apartemen X)." *Sinusoida* 19.1 (2017).
7. Nasution, Helfi. "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan." *jurnal ELKHA* 4.2 (2012).
8. Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)* Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
9. Zadeh, Lotfi Asker, George J. Klir, dan Bo Yuan. *Himpunan fuzzy, logika fuzzy, dan sistem fuzzy: makalah terpilih*. Vol. 6. World Scientific, 1996.
10. Julianto, Eko, et al. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Sebagai Media Pemantul Panas Matahari." *DINAMIS* 10.1 (2022): 1-7.
11. Merta, K. H., I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina. "Solar Module Placement Design and Simulation of Solar Power Plant Photovoltaic Roof of RSPTN Building Udayana University Hospital." *Electrical Technology Scientific Magazine* (2019).
12. KESDM. "National Policy on New Renewable Energy and Energy Conversion", Ministry of Energy and Mineral Resources. Penerbit Jakarta. (2019).