

## PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAYA PADA SMART LED FITTING MENGGUNAKAN METODE SIMPLE MOVING AVERAGE JOURNAL POWER MONITORING SYSTEM DESIGN ON SMART LED FITTING USING SIMPLE MOVING AVERAGE

Ramadhan Nugraha<sup>1</sup>, Muhammad Zakiyullah Romdlony<sup>2</sup>, Fauzan Al-Maghribi<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>ramdhan@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>zakiyullah@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>abimaghribi@student.telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Pencahayaan pada zaman modern seperti sekarang merupakan hal yang sangat dibutuhkan. Pada ruang kerja, konsumsi daya listrik pada segi pencahayaan dapat menghabiskan 20-60% dari total keseluruhan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menghemat daya listrik yang digunakan pada segi pencahayaan pada ruang kerja. Lampu yang akan digunakan adalah lampu LED 48 Watt dengan tegangan sumber AC 220 volt. Kondisi yang akan diciptakan adalah kondisi terang, redup, dan mati.

Intensitas cahaya yang ditimbulkan akan bergantung pada kondisi yang telah ditetapkan. Jika terdapat pergerakan manusia di dalam ruangan, lampu akan menyala, dan intensitas cahaya yang dikeluarkan lampu akan bergantung dengan intensitas cahaya pada ruangan. Sistem kemudian akan menghitung daya yang digunakan selama sistem berjalan dan akan ditampilkan pada *website*. Jika daya yang digunakan telah melebihi dari penggunaan daya maksimum harian, maka intensitas cahaya akan menurun. Diciptakannya alat ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi daya listrik hingga 20%-60%. Sistem ini bekerja dengan penerapan metode *Fuzzy Logic* agar sistem dan lingkungan dapat terintegrasi. Dengan *monitoring* daya yang dapat dilakukan sistem, diharapkan pengguna dapat menghitung biaya yang dikeluarkan untuk biaya listrik pada segi pencahayaan. Setelah melakukan pengujian, didapatkan persentase penghematan daya yang dihasilkan adalah sebesar 55.95% dengan rata-rata pembacaan *error* sebesar 5%.

**Kata kunci : power analyzer, monitoring daya, intensitas cahaya, arus listrik, penghematan daya**

### Abstract

Lighting for these days is a necessary thing. In an office space, Power consumption in lighting sector consume about 20-60% from power consumption in total. These research purpose is to save energi consumption in the lighting sector in office space. The lamp that will be implemented in this system is LED lamp 48 Watt using 220 Volt AC as the power source. The conditions that will created by this system are bright, dim, and turned off.

The lighting that will be inflicted is depend on the conditions that already predefined. If there's any human movement in the room, the lights will turn on, and light intensity on the lamp will be depends on the intensity surround the lights. The system then will calcute the power consumption during system running and will be shown in the website. If the power consumptions are exceed the daily consumption power, then the light intensity will decrease. This system is built in order to save power consumption for about 20-60%. System will work using Fuzzy Logic Method so the system will be integrated well with the environment. By the power consumption monitoring, user is expected to calculate the cost of power consumption in the lighting sector. After through the system testing, the percentage of power consumption saving is obtained 55.95% with the error for about 5%.

**Keywords: power analyzer, power monitoring, light intensity, current, power saving**

## 1. Pendahuluan

Penggunaan energi listrik di bidang industri pada zaman modern seperti sekarang ini kian dibutuhkan. Pada segi pencahayaan, energi yang dibutuhkan pada gedung berkisar 20-60% dari total penggunaan listrik yang digunakan[1]. Berdasarkan persentase penggunaan energi listrik dari segi pencahayaan, dapat ditarik masalah berupa efisiensi energi listrik yang kurang optimal. Misalkan pada suatu gedung penggunaan energi listrik menggunakan 1000 kWh setiap tahunnya, ini berarti 200-600 kWh yang terpakai adalah dari segi pencahayaan. Hal ini diakibatkan oleh penggunaan lampu secara terus menerus selama jam operasional, baik ketika di ruangan tersebut ada orang ataupun tidak ada orang.

Solusi dari penggunaan energi listrik yang tidak optimal ini adalah dengan mengatur iluminasi pada ruangan tersebut bergantung pada kondisi-kondisi yang ditentukan, yaitu ketika ada orang, ketika tidak ada orang, dan menyesuaikan pencahayaan di dalam ruangan dengan intensitas cahaya yang masuk dari luar ruangan. Pengaturan iluminasi cahaya lampu di dalam ruangan secara otomatis akan mengoptimalkan efisiensi energi listrik yang digunakan pada gedung, sehingga berdampak pula pada penghematan biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi energi listrik.

Sebagai keluarannya, solusi ini akan berupa fitting lampu LED, dimana *fitting* lampu LED ini akan dilengkapi dengan rangkaian dimmer guna mengatur iluminasi lampu sesuai kebutuhan. Iluminasi lampu LED akan diatur oleh mikrokontroler melalui *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM akan mengeluarkan sinyal yang dibutuhkan oleh lampu berdasarkan keberadaan manusia di dalam ruangan. *Fitting* lampu LED juga dilengkapi oleh sensor PIR dan LDR untuk mendeteksi keberadaan manusia dan mendeteksi intensitas cahaya sekitar. Intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh lampu LED juga akan menyesuaikan dengan standar pencahayaan pada gedung industri.

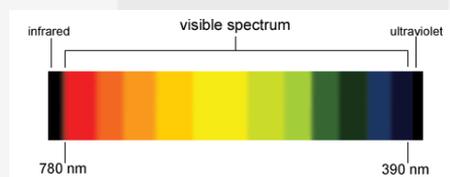
## 2. Dasar Teori

### 2.1. Smart Lighting

Smart Lighting merupakan suatu konsep mendasar yang menghubungkan tiga aspek penting, yaitu teknologi solid state lighting, advanced control, dan komunikasi antarmuka universal berdasarkan standar global. Smart Lighting pada masa kini berdasarkan pada teknologi LED yang memiliki kemampuan pencahayaan yang dinamis dan kemampuan penginderaan (sensing capabilities). Fitur utamanya adalah layanan tambahan yang canggih dengan menyambungkan komunikasi yang memungkinkan koeksistensi dengan Wi-Fi gateways pada lingkup ruangan. Dengan melakukan penghematan energi, diharapkan dapat mengurangi beban dalam segi ekonomi serta sebagai upaya melestarikan sumber daya alam agar generasi mendatang tetap dapat menikmatinya.

### 2.2. Cahaya

Cahaya merupakan bentuk dari radiasi elektro magnetik yang dapat ditangkap mata dengan panjang gelombang  $0.4 \times 10^{-4} - 0.75 \times 10^{-4}$  cm. Cahaya yang dapat manusia lihat (cahaya tampak) sebenarnya terbentuk dari komponen cahaya monokromatik yang terletak diantara sinar ultraviolet dan sinar inframerah.



Gambar 1 Spektrum Cahaya

#### 2.2.1. Standar Intensitas Pencahayaan

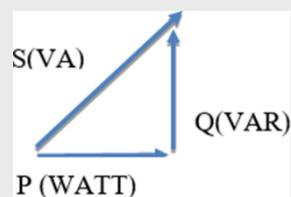
Menurut [10], standar intensitas pencahayaan bergantung pada ruangan yang digunakan seperti yang dipaparkan pada **Tabel 2.1**. Adapun lingkungan kerja dapat tergolong memenuhi standar intensitas cahaya apabila memiliki perbedaan kurang lebih 10% dari nilai standar intensitas cahaya.

**Tabel 2. 1** Standar Intensitas Cahaya

No.	Jenis Area, Pekerjaan/Aktivitas	Lux	Keterangan
1.	Lorong: tidak ada pekerja	20	Tingkat pencahayaan pada permukaan lantai
2.	a. Pintu masuk b. Ruang istirahat	100	
3.	Area sirkulasi dan koridor	100	Jika terdapat kendaraan pada area ini maka tingkat pencahayaan minimal 150lux
4.	<i>Elevator, lift</i>	100	Tingkat pencahayaan depan lift minimal 200lux
5.	Ruang Penyimpanan	100	Jika ruangan digunakan bekerja terus menerus maka tingkat pencahayaan minimal 200lux
6.	Area bongkar muat	150	
7.	Tangga, <i>escalator, travolator</i>	150	Diperlukan kontras pada anak tangga
8.	Lorong: ada pekerja	150	Tingkat pencahayaan pada permukaan lantai
9.	a. Rak penyimpanan b. Ruang tunggu c. Ruang kerja umum, ruang <i>switch gear</i> d. Kantin e. <i>Pantry</i>	200	
10.	Ruang ganti, kamar mandi, toilet	200	Ketentuan ini berlaku pada masing-masing toilet dalam kondisi tertutup
11.	a. Ruangan aktivitas fisik (olah raga) b. Area penanganan pengiriman kemasan	300	
12.	a. Ruang P3K b. Ruangan untuk memberikan perawatan medis c. Ruang <i>switchboard</i>	500	

### 2.3. Daya Listrik

Daya listrik merupakan banyaknya energi listrik per satuan waktu (joule/detik). Pada arus AC, daya dibagi menjadi 3 jenis daya listrik, yaitu daya semu, daya aktif, dan daya reaktif atau biasa yang disebut segitiga daya. Segitiga daya merupakan gambaran perhitungan matematik antara daya reaktif, daya aktif, dan daya semu.



**Gambar 2** Segitiga Daya

Daya Aktif adalah daya yang digunakan energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain. Daya Reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet di kumparan-kumparan beban induktif. Sedangkan Daya Semu adalah perkalian antara tegangan efektif dan arus efektif.

## 2.4 Arus

Arus adalah perubahan kecepatan muatan dalam satuan waktu. Arus akan selalu ada ketika muatan bergerak, dan akan hilang ketika muatan diam. Pergerakan muatan dipengaruhi oleh energi luar. Arus searah dengan muatan positif, dan berlawanan dengan arah aliran elektron. Ketika terjadi perbedaan potensial, arus positif akan mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, sedangkan arus negatif akan mengalir sebaliknya[12]. Arus terbagi menjadi 2, yaitu arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Penjelasananya adalah sebagai berikut.

### 1. Arus searah (DC).

Arus searah adalah arus yang memiliki nilai konstan terhadap waktu. Dalam artian, nilai arus akan selalu sama ketika diukur dalam waktu yang berbeda.

### 2. Arus Bolak-Balik (AC)

Arus AC adalah arus yang memiliki nilai berubah-ubah pada setiap waktu dan perubahannya bersifat periodik.

## 2.5 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah suatu proses pengambilan keputusan yang bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan, dimana sistem tersebut dipenuhi ketidakjelasan. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Logika fuzzy digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahas (lingustik). Misalkan terang lampu diekspresikan dengan terang dan redup.

Inferensi Fuzzy adalah pengolahan nilai input yang sudah menjadi anggota himpunan fuzzy, untuk memperoleh output sesuai dengan rule yang bersesuaian. Beberapa model sistem inferensi fuzzy yang sering ditemukan adalah metode tsukamoto, metode sugeno, dan metode mamdani.

## 2.6 Simple Moving Average (SMA)

*Simple Moving Average* merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi *noise* yang terjadi pada pembacaan sensor untuk menampilkan data. Metode SMA pada sistem ini dibangun dengan cara nilai yang dibaca sensor akan dimasukkan ke dalam *array* sejumlah  $n$ . Jumlah data yang masuk ke *array* kemudian dibagi dengan nilai  $n$  atau banyaknya *array*. Ketika *array* sudah terisi penuh, *array* paling depan akan bergeser keluar dari *array* dan diganti dengan nilai baru yang masuk ke *array*. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut.

$$SMA = \frac{(A1+A2+A3+\dots+An)}{n} \quad (2.6)$$

dimana:

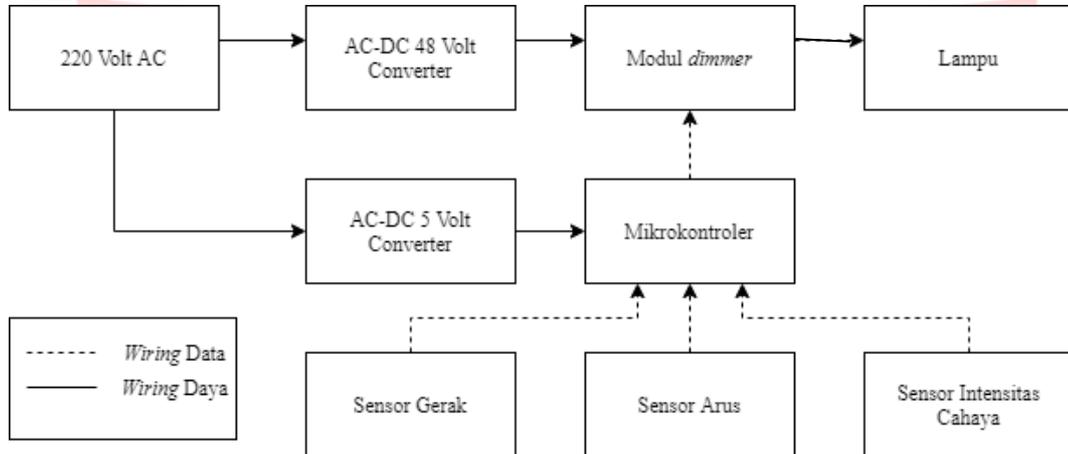
An= Nilai terbaca

n=Banyak Data.

### 3. Pembahasan

#### 3.1. Diagram Blok

Sistem secara keseluruhan direpresentasikan dengan diagram blok yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.

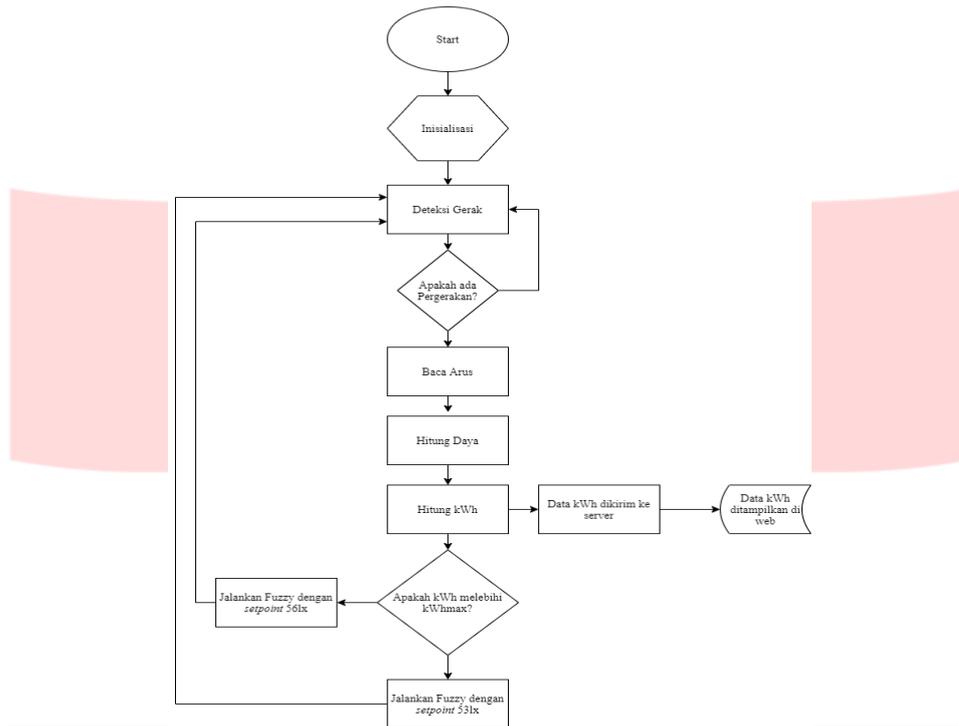


**Gambar 3** Diagram Blok Sistem

Mikrokontroler terhubung dengan sensor gerak dan sensor intensitas cahaya. Mikrokontroler akan mengolah nilai yang didapat dari sensor intensitas cahaya agar dapat mendapatkan keluaran sesuai dengan keadaan yang telah diprogram. Sistem yang digunakan pada alat ini bekerja dengan cara mengurangi nilai *error* sistem dengan set poin dengan tujuan sistem dapat bekerja dengan keadaan yang diinginkan. Sistem membutuhkan sumber listrik 220 V AC. Dari tegangan 220 V AC diturunkan menjadi 48 Volt DC dan 5 Volt DC secara terpisah dengan menggunakan AC-DC *converter* dan 5 V AC-DC *Converter*. Tegangan 48 Volt dihubungkan dengan modul *dimmer* sebagai sumber tegangan lampu, sedangkan tegangan 5 Volt digunakan sebagai sumber tegangan mikrokontroler. Ketika terdeteksi pergerakan manusia di dalam ruangan, intensitas cahaya akan meningkat hingga 300 lux, tetapi jika dalam beberapa waktu tidak terdeteksi gerakan, maka intensitas cahaya akan meredup kemudian mati, Sistem penerangan ini akan menerima data dari sensor intensitas cahaya BH1750 guna mendeteksi intensitas cahaya di luar ruangan, dan sensor gerak yang berguna untuk mendeteksi pergerakan manusia di dalam ruangan.

#### 3.2. Flowchart

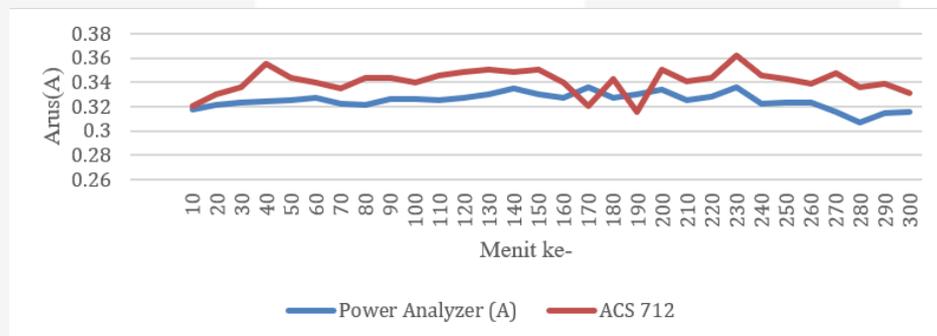
Perancangan perangkat lunak pada pembuatan tugas akhir ini ditunjukkan pada diagram alir. Sistem dimulai dengan mendeteksi ada atau tidaknya gerakan dalam ruangan menggunakan sensor PIR. Jika terdeteksi gerakan, maka sistem akan aktif. Saat sistem aktif, sensor arus akan membaca nilai arus yang digunakan. Nilai arus ini digunakan agar bisa menghitung daya. Setelah nilai daya didapatkan, daya dikalkulasikan kembali agar dapat menghasilkan nilai energi. Nilai energi ini kemudian dikirim ke server untuk selanjutnya ditampilkan pada *website*. Ketika energi yang terbaca melampaui batas kWh maksimum harian, set poin akan turun untuk melakukan penghematan daya. Berikut adalah **Gambar 4** yang menggambarkan diagram alir pada sistem yang akan dibangun.



Gambar 4 Diagram Alir Sistem

3.3. Pengujian Performa Sistem dengan Simple Moving Average

Berikut adalah grafik perbandingan nilai keluaran arus yang dihasilkan power analyzer dan ACS712.

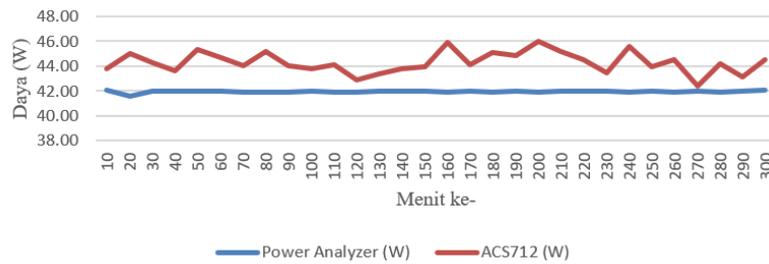


Gambar 5 Grafik Perbandingan Arus dengan SMA

Pada grafik yang ditunjukkan Gambar 5, nilai yang dibaca ACS712 masih memiliki selisih dengan nilai arus yang dibaca Power Analyzer. Besarnya nilai error ditunjukkan dengan selisih antara grafik ACS712 dan grafik Power Analyzer. Grafik yang ditunjukkan oleh pembacaan ACS712 sudah memiliki linearitas yang cukup baik dengan grafik yang ditunjukkan oleh Power Analyzer. Adapun persentase akurasi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\
 &= 100\% - 5.30\% \\
 &= 94.70\%
 \end{aligned}$$

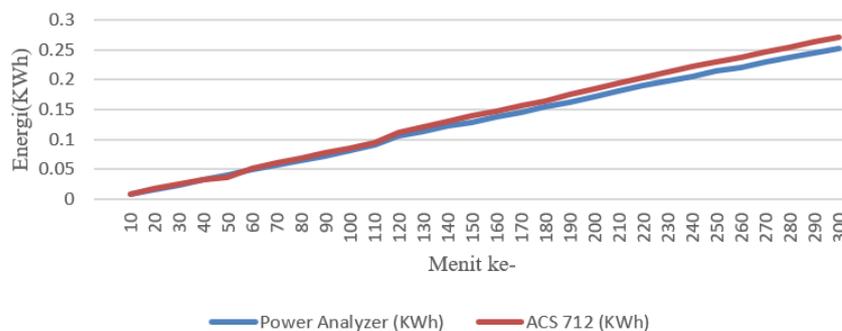
Berikut adalah grafik perbandingan nilai keluaran daya yang dihasilkan *power analyzer* dan ACS712.



**Gambar 6** Grafik perbandingan daya dengan SMA

Pada grafik yang ditunjukkan **Gambar 6**, nilai yang dibaca ACS712 masih memiliki selisih dengan nilai daya yang dibaca *Power Analyzer*. Besarnya nilai *error* ditunjukkan dengan selisih jarak antara grafik ACS712 dan grafik *Power Analyzer*.

$$\begin{aligned} \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\ &= 100\% - 5.63\% \\ &= 94.37\% \end{aligned}$$



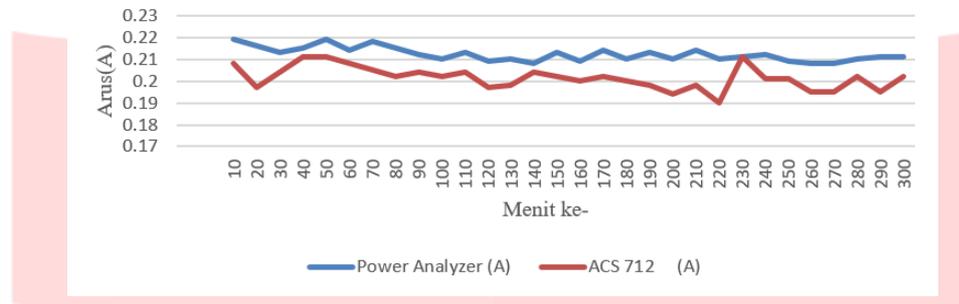
**Gambar 7** Grafik Perbandingan kWh dengan SMA

Pada grafik yang ditunjukkan **Gambar 7**, terdapat selisih antara grafik ACS712 dan *Power Analyzer*. Pembacaan nilai energi ACS712 sedikit melebihi pembacaan nilai energi pada *Power Analyzer*. Pertambahan nilai energi setiap 10 menit pada *power analyzer* adalah 0.007 hingga 0.015, dan pertambahan nilai energi setiap 10 menit pada ACS712 adalah 0.004 hingga 0.012 KWh.

$$\begin{aligned} \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\ &= 100\% - 6.28\% \\ &= 93.72\% \end{aligned}$$

### 3.4. Pengujian Performa Sistem dengan *Simple Moving Average* dan *Fuzzy Logic Controller*

Berikut adalah grafik perbandingan Arus antara *power analyzer* dan ACS712 menggunakan metode SMA dan FLC.

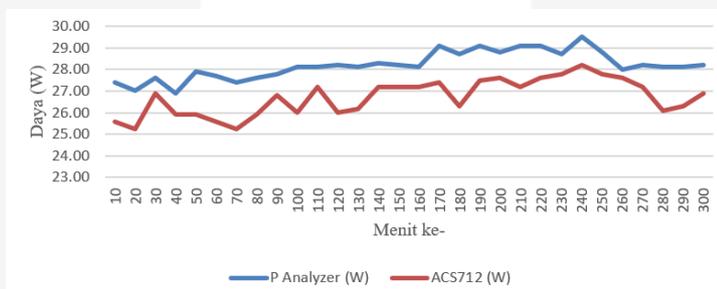


**Gambar 8** Grafik perbandingan Arus dengan SMA dan FLC

Pada grafik yang ditunjukkan **Gambar 8**, nilai yang dibaca ACS712 masih memiliki selisih dengan nilai arus yang dibaca *Power Analyzer*. Grafik yang ditunjukkan oleh pembacaan ACS712 sudah memiliki linearitas yang cukup baik dengan grafik yang ditunjukkan oleh *Power Analyzer*. Perbedaan ketika menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* dan saat tidak menggunakan *Fuzzy Logic Controller* terletak pada nilai arus yang digunakan lampu. Adapun persentasenya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\
 &= 100\% - 5.08\% \\
 &= 94.92\%
 \end{aligned}$$

Berikut adalah grafik perbandingan Daya *power analyzer* dan ACS712 menggunakan metode SMA dan FLC.



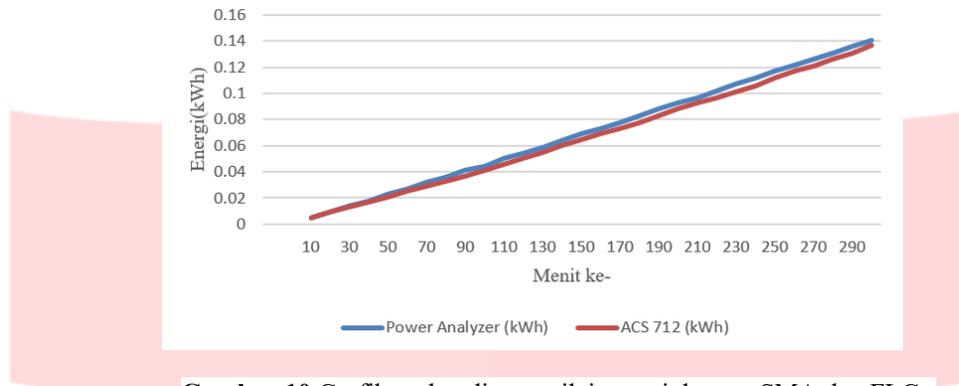
**Gambar 9** Grafik perbandingan Daya dengan SMA dan FLC

Pada grafik yang ditunjukkan **Gambar 9**, nilai yang dibaca ACS712 masih memiliki selisih dengan nilai daya yang dibaca *Power Analyzer*.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\
 &= 100\% - 5.25\% \\
 &= 94.75\%
 \end{aligned}$$

Perbedaan ketika menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* dan saat tidak menggunakan *Fuzzy Logic Controller* terletak pada nilai daya yang digunakan lampu. Ketika tidak menggunakan *Fuzzy Logic Controller*, nilai daya berkisar pada angka 41.60 Watt hingga 42.10 Watt. Namun, saat ditambahkan metode *Fuzzy Logic Controller* pada sistem, nilai daya berkurang menjadi 26.90 Watt hingga 29.50 Watt. Penurunan nilai daya yang digunakan dipengaruhi oleh nilai arus yang turun menjadi 0.208 A hingga 0.219A. sehingga terjadi penurunan nilai daya.

Berikut adalah grafik perbandingan nilai energi *power analyzer* dan ACS712 menggunakan metode SMA dan FLC

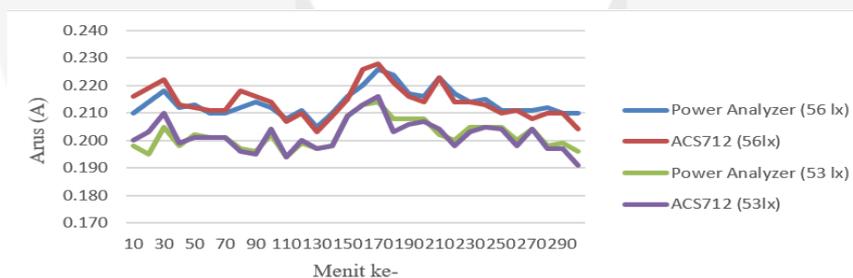


**Gambar 10** Grafik perbandingan nilai energi dengan SMA dan FLC

Pada grafik yang ditunjukkan **Gambar 10**, terdapat selisih antara grafik ACS712 dan *Power Analyzer*. Berdasarkan pengujian, selisih pembacaan nilai energi antara *Power Analyzer* dan ACS712 adalah berkisar antara 0.000 hingga 0.006 KWh. Adapun pertambahan nilai energi setiap 10 menit pada *power analyzer* adalah 0.003 KWh hingga 0.007KWh, dan pertambahan nilai energi setiap 10 menit pada ACS712 adalah 0.004 hingga 0.006 KWh. Perbedaan yang terjadi saat tidak menggunakan *Fuzzy Logic Controller* adalah jumlah energi yang terpakai berkurang sebesar 55.95%, yang sebelumnya tanpa *Fuzzy Logic* pemakaian energi selama 5 jam adalah 0.252 KWh dan setelah menggunakan *Fuzzy Logic* berkurang menjadi 0.141 KWh. Pengurangan ini terjadi karena pengurangan daya yang digunakan lampu seperti yang sudah dijelaskan pada pengujian daya. Persentase akurasi pembacaan energi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase akurasi} &= 100\% - \text{Persentase error} \\
 &= 100\% - 5.25\% \\
 &= 94.75\%
 \end{aligned}$$

Berikut adalah grafik perbandingan arus *power analyzer* dan ACS712 menggunakan metode SMA dan FLC saat set poin berubah.



**Gambar 11** Grafik perbandingan arus saat set poin berubah

Pada **Gambar 11**, ditunjukkan nilai arus sebelum memasuki nilai KWh ambang batas berkisar antara 0.205 A hingga 0.225 A karena masih dalam kondisi set poin 56 lux. Ketika nilai energi telah melalui 0.141 KWh, kondisi set poin akan berubah menjadi 53 lux, sehingga arus yang digunakan juga turun menjadi kisaran 0.195A hingga 0.208A. Penurunan arus dari 56 lux ke 53 lux memiliki persentase penurunan sebagai berikut.

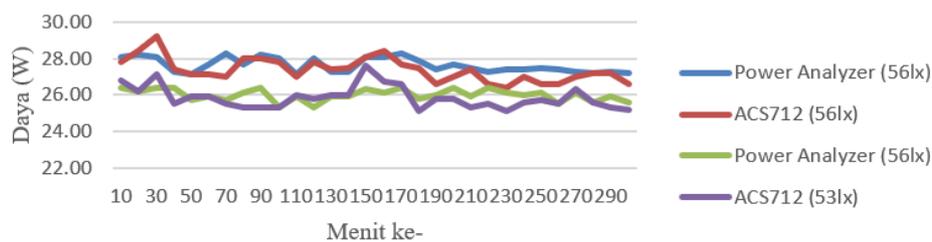
$$\text{Penurunan pada ACS712} = \frac{0.214 - 0.202}{0.214} \times 100\%$$

$$= 5.61\%$$

$$\text{Penurunan pada Power Analyzer} = \frac{0.214 - 0.202}{0.214} \times 100\%$$

$$= 5.61\%$$

Berikut adalah grafik perbandingan daya *power analyzer* dan ACS712 menggunakan metode SMA dan FLC saat set poin berubah.



**Gambar 12** Grafik perbandingan Daya saat set poin berubah

Pada grafik **Gambar 12**, ditunjukkan nilai daya sebelum memasuki nilai kWh ambang batas berkisar antara 27.1 Watt hingga 28.3 Watt karena masih dalam kondisi set poin 56 lux. Ketika nilai energi telah melalui 0.141 kWh, kondisi set poin akan berubah menjadi 53 lux, sehingga daya yang digunakan juga turun menjadi kisaran 25.3 Watt hingga 26.4 Watt. Penghematan dari 56 lux ke 53 lux memiliki persentase penurunan sebagai berikut.

$$\text{Penurunan pada ACS712} = \frac{27.38 - 25.84}{27.38} \times 100\%$$

$$= 5.62\%$$

$$\text{Penurunan pada Power Analyzer} = \frac{27.65 - 25.99}{27.65} \times 100\%$$

$$= 6.00\%$$

$$\text{Nilai Error} = \frac{6.00 - 5.62}{6.00} \times 100\%$$

$$= 6.33\%$$

$$\text{Nilai Akurasi} = 100\% - \text{Nilai Error}$$

$$= 100\% - 6.33\%$$

$$= 93.66\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan persentase penghematan daya pada ACS712 adalah sebesar 5.62% dan persentase penghematan daya pada *Power Analyzer* adalah sebesar 6.00% dengan akurasi nilai pembacaan penghematan daya adalah 93.66%.

### 3.5 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pengukuran arus, daya, dan energi menggunakan ACS712 memiliki akurasi yang cukup baik dengan menggunakan metode *Simple Moving Average*. Karena nilai *error* yang terbaca tidak lebih dari 10%. Penerapan metode *Fuzzy Logic Controller* dinilai tepat karena mampu menghemat daya. Berdasarkan **Gambar 10** ditunjukkan bahwa terjadi penghematan daya sebesar 55.95%. Selain itu, ketika pemakaian nilai energi melampaui nilai ambang batas kWh maksimum, terjadi penambahan penghematan daya sebesar 5.62%, sehingga sistem ini telah memenuhi tujuan seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya.

**Daftar Pustaka:**

- [1] J. Higuera, A. Llenas, and J. Carreras, "Trends in smart lighting for the Internet of Things," 2018.
- [2] Energy Sustainability Unit, "Technical Guide Towards Energy Smart Office", National University of Singapore, 1999
- [3] G. Turesna, Z. Zulkarnain, dan H. Hermawan, "Pengendali Intensitas Lampu Ruangan Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 7, no. 2, p. 73, 2017.
- [4] J. Windarto, dan U. Wahid, "AUDIT ENERGI SISTEM PENCAHAYAAN PADA GEDUNG PRODUKSI J PT PHAPROS, TBK" pp. 7–12, 2018.
- [5] B. Qolomany *et al.*, "Leveraging Machine Learning and Big Data for Smart Buildings: A Comprehensive Survey," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 90316–90356, 2019.
- [6] Winardi S. Dan Kamistuara M., "Pengendali Tanpa Kabel Lampu Dimmer LED Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode PWM," pp. 7–12, 2016.
- [7] M. Irfan, L. P. Ayuningtias, and J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logik *Fuzzy* Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani ( Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung)," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2018.
- [8] F. Ardi, J. Endro Suseno, and K. S. Firdausi, "Pembuatan Perangkat Lunak untuk Menentukan Panjang Gelombang Berdasarkan Spektrum Cahaya Tampak dengan Metod. Jar. Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab 7.0", *Jurusan Fisika Universitas Diponegoro* vol. 70, no. 8, pp. 827–838, 2014.
- [9] Y. B. Yonanda, "Monitoring Arus Beban yang Tersalurkan Pada Gardu Induk PLTU Gresik Dengan Android Menggunakan Bluetooth HC-O5 Berbasis Mikrokontroler ARM," *Gresik*, pp. 6–16, 2017.
- [10] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri," 2017.
- [11] "ACS712." <https://electropeak.com/30a-current-sensor-acs712> ( diakses pada 11 Juni 2020).
- [12] M. Ramdani, "Rangkaian Listrik (Revisi)," *Sekol. Tinggi Teknol. Bandung*, p. 301, 2005.
- [13] Iqbal Al Fayyedh "Perancangan Sistem Sensor Lampu LED dengan Kendali Intensitas Cahaya Otomatis Menggunakan *Fuzzy Logic Controller*". Universitas Telkom Bandung, 2020

