

SISTEM KONTROL KANOPI, TIRAI, DAN LAMPU DENGAN *VOICE RECOGNITION* BERBASIS IOT DAN MENGGUNAKAN BACKUP PLTS

Oleh:

Zaenal Fatah¹, Didik Notosudjono², Agustini Rodiah Machdi³

ABSTRAK

Di era globalisasi yang semakin maju, kesadaran untuk menghemat energi dirumah masih belum optimal. Misalnya, lampu sering dibiarkan menyala saat penghuni terburu-buru pergi, menyebabkan pemborosan energi. Dalam situasi darurat, tirai seringkali lupa ditutup, mengorbankan privasi dan keamanan rumah. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan kesadaran. Maka dari itu perlu dibuat sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu dengan *voice recognition* berbasis IoT. Sistem ini memungkinkan kontrol jarak jauh menggunakan aplikasi app inventor dengan input kontrol voice, mikrokontroler ESP32, motor servo SG90, dan relay 1 channel. Sistem ini memberi perintah menggunakan voice pada objek yang ingin dioperasikan dan menggunakan platform thingspeak untuk memantau operasional alat secara real-time. Hasil dari pengujian pada prototipe menunjukkan bahwa panel surya menghasilkan daya maksimum sebesar 11,74 Watt, dengan kapasitas baterai 70 Ah dan waktu pengisian selama 6 jam. Power supply 19 V menghasilkan output tegangan rata-rata 19 V. Motor servo dan relay 1 channel beroperasi sesuai dengan perintah yang di berikan. Kinerja LCD 1602 I2C dan platform thingspeak juga relatif responsif, tergantung pada kualitas jaringan internet.

Kata Kunci: Voice Recognition, App Inventor, NodeMCU ESP32, Motor Servo, Relay 1 Channel.

ABSTRACT

In the era of increasingly advanced globalization, awareness of saving energy at home is still not optimal. For example, lights are often left on when occupants are in a hurry to leave, causing energy waste. In emergency situations, curtains are often forgotten to close, compromising the privacy and security of the home. This shows the need for increased awareness. Therefore, it is necessary to create a control system for canopies, curtains and lights with IoT-based voice recognition. This system allows remote control using the app inventor application with voice control input, ESP32 microcontroller, SG90 servo motor, and 1 channel relay. This system gives commands using voice to objects you want to operate and uses the thingspeak platform to monitor equipment operations in real-time. The results of testing on the prototype show that the solar panels produce a maximum power of 11,74 watts, with a battery capacity of 70 Ah and A charging time of 6 hours. The 19 V power supply produces an average voltage output of 19 V. The servo motor and 1 channel relay operate according to the commands given. The performance of the LCD 1602 I2C and thingspeak platform is also relatively responsive, depending on the quality of the internet network.

Keywords: Voice Recognition, App Inventor, ESP32 microcontroller, Motor Servo, 1 Channel Relay.

I. PENDAHULUAN

Infrastruktur inovasi saat ini terus menunjukkan perkembangan yang sangat signifikan selama era globalisasi yang sedang berlangsung. Namun perlu di catat bahwa kesadaran seseorang dalam hal penghematan energi di rumah masih belum optimal. Contohnya, ketika seseorang lupa mematikan lampu saat terburu-buru pergi berangkat, sehingga menyebabkan pemborosan energi listrik, seseorang lupa menutup tirai, sehingga mengorbankan privasi dan keamanan rumah tersebut. Demikian juga, kanopi yang selalu tertutup memungkinkan akan memberi dampak negatif pada kesehatan rumah tersebut.[1]

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirancanglah alat “Sistem Kontrol Kanopi, Tirai, Dan Lampu Dengan Voice Recognition Berbasis IoT Dan Menggunakan Backup PLTS” Perangkat ini mengandalkan mikrokontroler ESP32 sebagai otak utama dalam seluruh konfigurasi sistemnya. Untuk mengatur sistem kanopi dan tirai menggunakan motor servo sebagai komponen penggerak mekanis, dan relay sebagai saklar lampu yang mengendalikan hidup dan matinya sebuah lampu. Pengendalian perangkat dilakukan melalui teknologi pengenalan suara (*Voice Recognition*) dan tambahan tombol kontrol manual sebagai input datanya serta untuk memfasilitasi ini, digunakan sebuah aplikasi yang dikembangkan secara independent dengan menggunakan platform app inventor sebagai media untuk mengenali perintah *voice*, serta tombol pushbutton sebagai backup ketika perintah *voice* mengalami gangguan karena jaringan atau proses beroperasinya lama jadi solusinya menggunakan tombol push button, dan menggunakan platform thingspeak yang dimana platform ini nantinya sebagai menerima dan menampilkan data yang dikirim dari app inventor agar dapat dilihat secara real-time. Prototipe ini menggunakan sistem PLS sebagai backup daya listrik ketika daya listrik utama PLN mengalami gangguan atau padam seketika [2].

II. METODE PENELITIAN

2.1 Voice Recognition

Voice recognition sering dikenal juga sebagai pengenalan suara dalam bahasa Inggris yang merupakan metode identifikasi ucapan untuk

mengubah sinyal yang direkam oleh peralatan audio dan didasarkan pada kata-kata yang diucapkan. Untuk dapat digunakan dan diproses oleh komputer seperti mengaktifkan suatu perangkat, menjalankan perintah, atau menulis tanpa menggunakan keyboard. [3]

2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah teknologi baru yang menggunakan Internet dan bertujuan untuk menghubungkan perangkat fisik atau “benda”, seperti peralatan rumah tangga dan peralatan industri. Perangkat ini dapat memberikan data penting dan menawarkan berbagai layanan kepada masyarakat dengan menggunakan sensor dan jaringan komunikasi yang tepat. [4]

2.3 Platform Thingspeak

Thingspeak adalah sebuah platform aplikasi dan API sumber terbuka untuk *internet of things* (IoT) yang digunakan untuk menyimpan dan mengambil data dari perangkat menggunakan protokol HTTP melalui internet. Platform thingspeak berguna untuk menampilkan dan menyimpan data yang dikirim oleh mikrokontroler secara real-time, dan berfungsi selama koneksi internet terjaga dengan baik. [5]

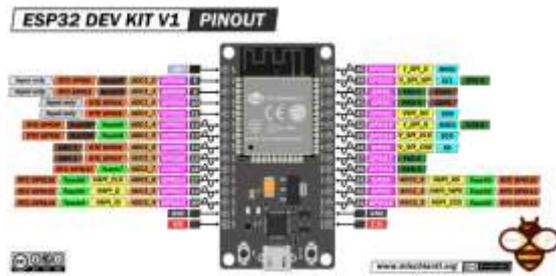
2.4 Arduino IDE

Arduino IDE disebut sebagai lingkungan terintegrasi karena dibangun untuk menjalankan perintah yang termasuk dalam sintaks pemrograman menggunakan perangkat lunak ini. Arduino menggunakan bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman *Arduino* (Sketch) telah diubah untuk memudahkan *programmer* baru memulai dari awal. [6]

2.5 NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32, yang diluncurkan oleh espressif system, dirancang untuk mengakomodasi dan memproses semua port dan sirkuit terintegrasi (IC) untuk memungkinkan mereka mengelola driver dan memastikan pengoperasian yang tepat dari port atau perangkat yang terhubung ke mikrokontroler. Karena mikrokontroler berisi modul WiFi internal, mikrokontroler juga dapat terhubung ke internet secara nirkabel tanpa memerlukan papan tambahan, sehingga ideal untuk mengembangkan sistem aplikasi *internet of things*. Di bawah ini merupakan

tampilan dari ESP32 dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini: [7]



Gambar 1. Mikrokontroler ESP32

2.6 App Inventor

App Inventor adalah *Integrated Development Environment* (IDE) yang dirancang untuk memungkinkan semua pengguna, apa pun latar belakang pemrogramannya, untuk membuat aplikasi *Android*. Untuk membuat aplikasi yang beroperasi pada sistem operasi *Android*, App Inventor juga dilengkapi kemampuan drag-and-drop dan pemrograman blok visual. [8]

2.7 Panel Surya

Salah satu elemen yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik adalah panel surya. Banyak sel surya yang digabungkan secara seri atau paralel membentuk sebuah panel besar. Sel surya memiliki sejumlah fotovoltaik, atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi energi listrik. Dibawah ini merupakan tampilan dari panel surya dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini: [9]



Gambar 2. Panel Surya

2.7.1 Menentukan Kebutuhan Panel Surya

Saat menghitung jumlah modul panel surya yang diperlukan, perancangan PLTS perlu mempertimbangkan durasi radiasi terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan 1 di bawah ini: [10]

$$Lama\ waktu\ radiasi\ (t_r) = \frac{Radiasi\ total\ harian\ (\frac{Wh}{m^2})}{Intensitas\ radiasi\ modul\ surya\ (\frac{W}{m^2})} \quad (1)$$

Keterangan :

t_r = Lama waktu radiasi

Radiasi total harian = 4.760 Wh/m²

Intensitas radiasi = 1.000 W/m²

Setelah mengetahui durasi radiasi matahari, langkah berikutnya yaitu melakukan perhitungan rata-rata energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dengan menggunakan persamaan 2 di bawah ini: [10]

$$E_{modul} = P_N \times t_r \quad (2)$$

Keterangan:

E_{modul} = Energi listrik rata-rata modul surya

P_N = Kapasitas panel surya

t_r = Lama waktu radiasi

Setelah itu, menentukan jumlah panel surya yang diperlukan menggunakan metode regenerasi baterai (pengisian baterai dilakukan tanpa beban) dengan persamaan 3 di bawah ini: [10]

$$Jumlah\ modul\ (N) = \frac{E_{total} \times t_{tonomi}}{E_{modul} \times t_{regenerasi}} \quad (3)$$

Keterangan:

E_{total} = Total beban (Watt)

t_{tonomi} = Kemampuan mensuplai beban tanpa ada cahaya matahari

$t_{regenerasi}$ = Waktu penyinaran matahari (Jam)

2.7.2 Menentukan Daya Panel Surya

Daya panel surya (P_m) diperoleh melalui hasil perhitungan antara arus maksimum dan tegangan maksimum dari sel surya, dengan menggunakan persamaan 4 di bawah ini: [10]

$$P = V \times I \quad (4)$$

Keterangan:

P : Daya (W)

V : Tegangan (V)

I : Arus (A)

2.8 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) memiliki fungsi untuk mengontrol arus searah yang mengalir dari modul surya untuk mengisi baterai dan dari baterai ke beban. Saat baterai terisi penuh, SCC mencegah pengisian berlebih dengan memutus arus listrik yang masuk ke baterai. Dalam keadaan tertentu, SCC akan berhenti mengambil arus dari beban baterai ketika energi baterai hampir habis. Di bawah ini merupakan tampilan dari SCC dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini: [11]



Gambar 3. Solar Charge Controller

2.9 Baterai 18650

Baterai jenis ini merupakan salah satu baterai yang sering digunakan pada produk-produk elektronik karena dapat digunakan dan diisi ulang, seperti baterai laptop, power bank, baterai yang dipasang seri dan parallel, dan masih banyak lagi kegunaannya. Di bawah ini merupakan tampilan baterai 18650 dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini: [12]



Gambar 4. Baterai 18650

2.9.1 Perhitungan Baterai Lithium

1. Menentukan muatan baterai

Untuk menghitung kapasitas baterai yang digunakan maka sebelumnya harus menghitung muatan baterai terlebih dahulu, dengan menggunakan persamaan 5 di bawah ini: [10]

$$Q_{\text{baterai}} = \frac{Wh}{V_{op}(\text{Nominal Baterai})} \quad (5)$$

Keterangan: [10]

Q_{baterai} = Muatan Baterai (Ah)

V_{op} = Tegangan operasi baterai (Volt)

Wh = Kebutuhan energi listrik per hari (Wh)

2. Menentukan kapasitas baterai

Setelah mengetahui muatan baterai selanjutnya dapat menghitung kapasitas pada baterai. Tingkat penggunaan baterai DoD (*Depth of Discharge*) pada umumnya adalah 75%, 80%, 90%. Berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan kapasitas baterai yang dibutuhkan dengan menggunakan persamaan 6 di bawah ini: [10]

$$\text{Kapasitas (Ah)} = \frac{t_{\text{otonomi}}}{\text{tingkat pengosongan}} \quad (6)$$

Keterangan: [10]

Q_{baterai} = Muatan Baterai (Ah)

T_{otonomi} = Kemampuan mensuplai beban tanpa ada cahaya matahari (hour)

Tingkat Pengosongan = Depth of Discharge (DoD)

3. Perhitungan lama waktu pengisian baterai

Baterai discharge menggunakan panel surya saat terjadi pemadaman listrik PLN pada siang hari, untuk mengetahui perkiraan waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 3000 mAh (3 Ah) dapat menggunakan persamaan 7 di bawah ini: [10]

$$\text{Estimasi waktu charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}} \quad (7)$$

2.10 Stepdown LM2596

Modul step down LM2596 merupakan salah satu pengatur *switching* untuk pengoperasian *converter boost* yang menghasilkan tegangan keluaran lebih kecil dari tegangan masukan dengan jumlah komponen eksternal paling sedikit, sehingga penggunaan menjadi lebih sederhana dan terjangkau. Modul stepdown LM2596 ini memiliki rentang DC 3,2V – 46V dan diferensial output minimum 1,5 VDC. Di bawah ini merupakan tampilan stepdown lm2596 dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini: [13]



Gambar 5. Stepdown LM2596

2.11 LCD 1602 I2C

Istilah “*Liquid Crystal Display*” atau sederhananya “LCD”, merupakan suatu perangkat listrik yang menampilkan informasi dalam bentuk data atau sejenisnya dengan menggunakan *Liquid Crystal* atau kristal cair untuk membuat gambar atau tulisan terlihat pada layar perangkat elektronika tersebut yaitu LCD. Berikut merupakan tampilan LCD 1602 dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini: [14]



Gambar 6. LCD 1602

Inter Integrated Circuit, atau sering disingkat dengan I2C, merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran yang dibuat khusus untuk mengirim dan

menerima data. Saluran SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock) dari sistem I2C digunakan untuk mentransfer data antara I2C dan pengontrol. Di bawah ini merupakan tampilan I2C dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini: [15]



Gambar 7. Modul I2C

2.12 Motor Servo

Motor servo merupakan suatu perangkat penggerak sebagai sistem kendali. Sistem kendali tertutup motor servo digunakan untuk mengontrol pergerakan dan posisi ujung poros motor servo. Motor servo juga mempunyai kemampuan berputar baik searah jarum jam atau disebut dengan *clock wise* (CW) maupun berlawanan arah jarum jam atau disebut *counter clock wise* (CCW), sehingga arah dan sudut pergerakan rotor dapat diatur. Di bawah ini merupakan tampilan motor servo SG90 dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini: [16] [17]



Gambar 8. Motor Servo SG90

2.13 Relay 1 Channel

Relay merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar listrik. Yang dimana berfungsinya ini sebagai penghubung dan pemutus arus setelah tegangan dialirkan ke koil yang ada di dalam relai. Prinsip kerja pengoperasian relai ini didasarkan pada prinsip mekanis dan dipicu oleh tegangan antara 3,3 dan 12 V. Di bawah ini merupakan tampilan relay 1 channel dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini: [18]



Gambar 9. Relay 1 Channel

2.14 Push Button

Push button adalah suatu alat sederhana yang mempunyai fungsi menghubungkan atau memutuskan arus listrik dengan sistem kerja *unlocking*. Di bawah ini merupakan tampilan push button dapat dilihat pada gambar 10 berikut ini: [19]



Gambar 10. Push Button

2.15 Adaptor

Adaptor adalah perangkat yang berguna untuk mengurangi tegangan listrik dan mengubahnya dari tegangan listrik AC (Arus Bolak-Balik) menjadi tegangan listrik DC (Arus Searah). Di bawah ini merupakan tampilan adaptor dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini: [20]



Gambar 11. Adaptor

2.16 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC merupakan sensor yang memiliki fungsi untuk mengukur seberapa besar tegangan yang ada pada sistem PLTS.

Modul ini secara teori beroperasi pada pembagi tegangan resistif dan memerlukan tegangan input 5 V atau 3,3 V agar modul ini dapat berfungsi. Di bawah ini merupakan tampilan dari sensor tegangan DC dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini: [21]



Gambar 12. Sensor Tegangan DC

2.17 Sensor Arus ACS 712

Sensor Arus ACS712 adalah alat pendeteksi arus. Sensor ini muncul dalam tiga jenis berbeda, berdasarkan arus maksimum : 5A, 20A, dan 30A. Sensor ACS712 memanfaatkan VCC 5V untuk mengoperasikan alat ini. Sensor ini beroperasi dengan membiarkan arus baca melewati kabel tembaga internal, menciptakan medan magnet yang kemudian dideteksi oleh IC Hall bawaan dan diubah menjadi tegangan proporsional. Di bawah ini merupakan tampilan dari sensor tegangan DC dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini: [22]



Gambar 13. Sensor Arus ACS 712

2.18 Delay

Delay adalah waktu tunggu yang terjadi ketika paket data ditransmisikan dari satu node ke node lainnya. Secara matematis, nilai delay dapat dihitung menggunakan persamaan 12 di bawah ini: [23]

$$\text{Delay} = \text{Waktu kirim} - \text{Waktu terima} \quad (8)$$

Untuk menghitung rata-rata delay menggunakan persamaan rumus 13 berikut: [23]

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{jumlah paket}} \quad (9)$$

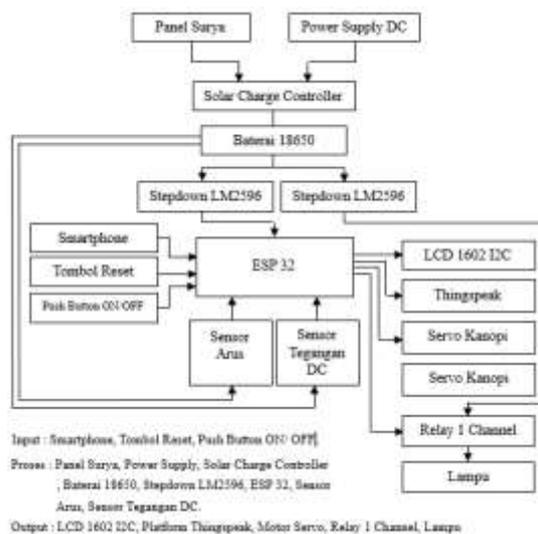
Di bawah ini merupakan tabel kategori delay dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kategori Delay

Kategori Degradasi	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

2.19 Blok Diagram Keseluruhan

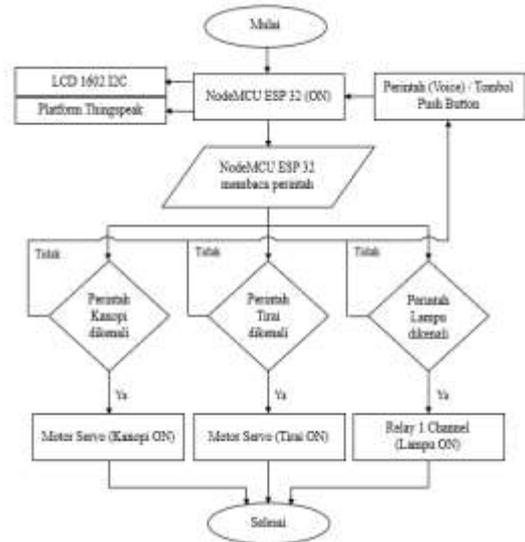
Prototipe sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu ini merupakan sebuah rancangan kontrol yang menggunakan sistem pengenalan suara sebagai input data atau sebuah perintah yang nantinya langsung di proses oleh NodeMCU ESP32 secara *wireless* dengan menggunakan media komunikasi berupa *smartphone* dan dapat dilihat secara realtime karena data yang dikirim dari aplikasi akan ditampilkan pada platform thingspeak. Dan menggunakan dua daya suplai energi yaitu suplai daya utamanya menggunakan energi yang bersumber dari PLN dan suplai daya energi cadangannya menggunakan energi yang bersumber dari sistem PLTS. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 14 di bawah ini :



Gambar 14. Blok Diagram Keseluruhan

2.20 Diagram Alir Keseluruhan

Pada diagram alir keseluruhan sistem kontrol ini, menjelaskan bagaimana gambaran visual tentang sistem atau proses yang dikendalikan mulai dari awal hingga akhir. Berikut merupakan diagram alir sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu ditunjukkan pada gambar 15 di bawah ini :



Gambar 15. Diagram Alir Keseluruhan

2.21 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

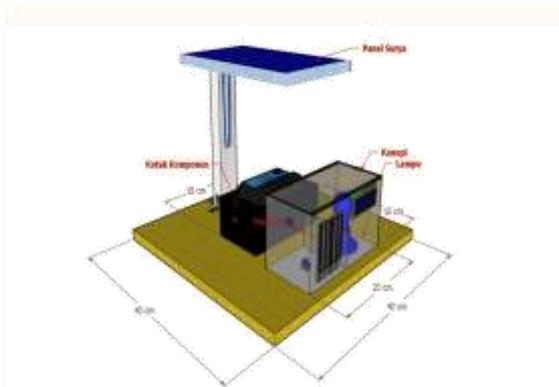
Prototipe sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu ini dirancang menggunakan beberapa rancangan perangkat keras yang saling terintegrasi menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Berikut ini merupakan gambar rangkaian dari perancangan prototipe keseluruhan dapat dilihat pada gambar 16 di bawah ini :



Gambar 16. Perancangan Rangkaian Keseluruhan

2.22 Perancangan Desain Fisik Prototipe

Perancangan prototipe sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu dimulai dengan membuat desain struktur fisik dari prototipe. Software yang digunakan untuk membuat desain prototipe adalah sketchUp 3D Design. Berikut merupakan gambar desain perencanaan struktur fisik dari sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu pada gambar 17 di bawah ini :



Gambar 17. Desain Fisik Prototipe

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Dan Analisis Sistem Backup PLTS

Pengujian dan analisis ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya yang akan digunakan untuk mengisi daya pada baterai yang dimana daya pada baterai ini digunakan sebagai backup sumber listrik apabila sumber utama PLN mengalami gangguan atau pemadaman. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan multimeter yang dimana dilakukan percobaan selama 3 (tiga) hari, sebanyak 10 (sepuluh) kali pengukuran pada pengujian kali ini dengan tujuan agar mengetahui kinerja pada panel surya yang digunakan untuk mengisi daya pada baterai lithium-ion.

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran arus dan tegangan yang dilakukan pada hari pertama, dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya Di Hari Pertama

Waktu (WIB)	Panel Surya 10 Wp			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cuaca
09.30	18,5	0,44	8,14	Panas
10.00	18,8	0,46	8,64	Panas
10.30	19,1	0,49	9,35	Panas
11.00	19,2	0,53	10,17	Panas
11.30	19,5	0,56	10,92	Panas
12.00	20,6	0,57	11,74	Panas
12.30	20,1	0,54	10,85	Panas
13.00	19,8	0,51	10,09	Panas
13.30	19,4	0,49	9,50	Panas
14.00	18,9	0,47	8,88	Panas

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 4.1 di hari pertama, pengukuran ini menghasilkan daya maksimum sebesar 11,74 Watt pada jam 12.00 WIB, dan mengalami penurunan daya sebesar 8,88 Watt pada jam 14.00 WIB. Hal tersebut terjadi karena intensitas pancaran sinar matahari menurun karena peralihan dari waktu siang ke sore hari.

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran pada arus dan tegangan yang dilakukan pada hari ke dua, dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya Di Hari Kedua

Waktu (WIB)	Panel Surya 10 Wp			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cuaca
09.30	18,3	0,44	8,05	Panas
10.00	18,7	0,46	8,60	Panas
10.30	18,8	0,49	9,21	Panas

Waktu (WIB)	Panel Surya 10 Wp			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cuaca
11.00	19,4	0,54	10,47	Panas
11.30	19,8	0,56	11,08	Panas
12.00	20,5	0,57	11,68	Panas
12.30	20,1	0,55	11,05	Panas
13.00	20	0,50	10	Panas
13.30	19,6	0,48	9,40	Panas
14.00	19,2	0,48	9,21	Panas

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 4.2 di hari ke dua, pengukuran ini menghasilkan daya maksimum sebesar 11,68 Watt pada jam 12.00 WIB, dan mengalami penurunan daya sebesar 9,21 Watt pada jam 14.00 WIB. Hal tersebut terjadi karena intensitas pancaran sinar matahari menurun karena peralihan dari waktu siang ke sore hari.

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran pada arus dan tegangan yang dilakukan pada panel surya di hari ke tiga, dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini :

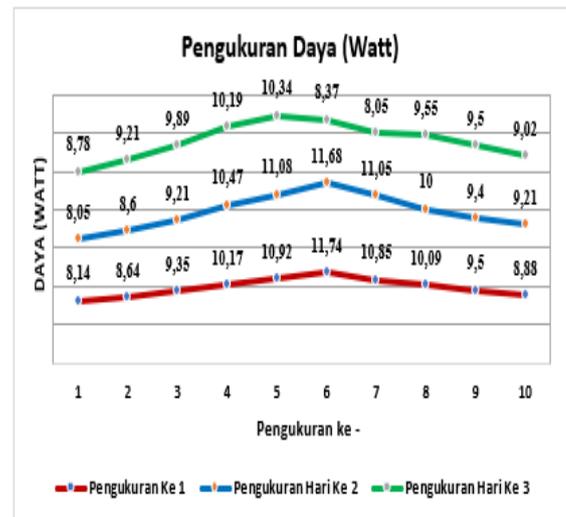
Tabel 4. Hasil Pengukuran Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya Di Hari Ketiga

Waktu (WIB)	Panel Surya 10 Wp			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Cuaca
09.30	18,7	0,47	8,78	Panas
10.00	18,8	0,49	9,21	Panas
10.30	19,4	0,51	9,89	Panas
11.00	19,6	0,52	10,19	Panas
11.30	19,9	0,54	10,34	Panas
12.00	18,6	0,45	8,37	Berawan
12.30	18,3	0,44	8,05	Berawan

Waktu (WIB)	Panel Surya 10 Wp			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Cuaca
13.00	19,1	0,50	9,55	Panas
13.30	19	0,50	9,5	Panas
14.00	18,8	0,48	9,02	Panas

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 3.3 di hari ke tiga, pengukuran ini menghasilkan daya maksimum sebesar 10,34 Watt pada jam 11.30 WIB, dan mengalami penurunan daya sangat drastis sebesar 8,37 Watt serta 8,05 Watt pada jam 12.00 WIB dan 12.30 WIB dikarenakan perpindahan cuaca yang sebelumnya panas menjadi berawan dan berlanjut sampai pada jam 14.00 WIB mengalami penurunan sebesar 9,02 Watt karena intensitas pancaran sinar matahari menurun karena peralihan dari waktu siang ke sore hari.

Dari hasil pengukuran daya listrik pada tabel 1, 2, dan 3 yang dihasilkan oleh panel surya selama tiga hari dengan 10 (sepuluh) kali pengukuran di tiap hari nya maka dapat dijadikan sebuah grafik, berikut ini merupakan grafik hasil pengukuran daya listrik pada panel surya selama tiga hari dapat dilihat pada gambar 18 di bawah ini:



Gambar 18. Hasil Pengukuran Daya Listrik Pada Panel Surya 10 WP Selama Tiga Hari

Dari hasil pengukuran pada hari ke 3 (tiga) dalam tabel di atas, didapatkan nilai daya

maksimum dari nilai tegangan (Volt) sebesar 20,6 V dan nilai arus (Ampere) sebesar 0,57. Untuk menghitung nilai daya maksimum tersebut, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 di bawah ini:

$$P = V \times I$$

$$P = 20,6 \times 0,57$$

$$P = 11,74 \text{ W}$$

Pada perhitungan daya maksimum panel surya di atas, didapatkan hasil nilai dayanya sebesar 11,74 W.

3.2 Analisa Perhitungan Kebutuhan Beban

Untuk kebutuhan beban yang digunakan pada perancangan prototipe ini dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Jumlah Beban Yang Terpasang

No	Komponen	Daya (W)	Nyala (t)	Energi (Wh)
1	Motor Servo (1)	0,48	2	0,96
2	Motor Servo (2)	0,48	2	0,96
3	Relay 1 Channel	0,60	2	1,2
4	Sensor Arus ACS712	0,05	2	0,10
5	Sensor Tegangan DC	0,03	2	0,06
6	LCD I2C	0,11	2	0,22
7	Esp32	0,31	2	0,62
8	Stepdown LM2596 (1)	0,05	2	0,10
9	Stepdown LM2596 (2)	0,05	2	0,10
10	Lampu 220 VAC	2	2	4
11	Tombol Reset	0,12	2	0,24
	Total	4,28 W		8,56 Wh

Pada tabel 5 di atas, diasumsikan bahwa penggunaan beban yang terpasang pada prototipe akan digunakan selama 2 jam saat terjadi gangguan pada sumber tegangan utama ,dengan total energi yang digunakan sebesar 8,56 Wh.

Energi yang digunakan pada prototipe ini adalah sebesar 8,56 Wh, sedangkan baterai yang digunakan memiliki tegangan sebesar 3,7 V. Untuk mengetahui kapasitas baterai yang diperlukan pada prototipe ini, perlu dilakukannya perhitungan muatan baterai terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan 5 di bawah ini:

$$Q_{baterai} = \frac{Wh}{V_{op} \text{ (nominal baterai)}}$$

$$Q_{baterai} = \frac{8,56}{3,7}$$

$$Q_{baterai} = 2,3 \text{ Ah} \approx 2300 \text{ mAh}$$

Pada perhitungan muatan baterai di atas, didapatkan hasil muatan baterai yang diperlukan sebesar 2,3 Ah atau 2300 mAh.

Pada analisis ini waktu otonomi diasumsikan hanya menggunakan 1 hari saja. Pemakaian baterai tidak akan mencapai titik dimana baterai benar-benar habis terkuras hingga 100% yang dimana dikenal dengan DoD (*Depth of Discharge*). Biasanya, tingkat DoD hanya mencapai sekitar 80% dari kapasitas baterai, hal ini bertujuan untuk menghindari kerusakan dan meningkatkan masa umur pakai baterai. Untuk menentukan kapasitas baterai yang diperlukan dapat menggunakan persamaan 6 di bawah ini:

$$Kapasitas \text{ (Ah)} = \frac{t \text{ otonomi}}{\text{tingkat pengosongan}}$$

$$Kapasitas \text{ (Ah)} = 2,3 \text{ Ah} \frac{1 \text{ hari}}{80\%}$$

$$Kapasitas \text{ (Ah)} = \frac{2,3 \times 24 \text{ Jam}}{0,8}$$

$$Kapasitas \text{ (Ah)} = 69 \text{ Ah} = 70 \text{ Ah}$$

Pada perhitungan kapasitas baterai di atas, maka membutuhkan baterai dengan kapasitas 69 Ah 3,7 VDC. Pada perancangan prototipe sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu ini jenis baterai yang dipilih adalah jenis baterai lithium-ion 18650 berkapasitas 3000 mAh atau 3 Ah 3,7 VDC.

Dengan menggunakan baterai berkapasitas 3 Ah dan efisiensi sebesar 95 %, serta dengan spesifikasi panel surya yang dapat menghasilkan arus maksimum sebesar 0,56 A, maka estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai apat dihitung menggunakan persamaan 7 di bawah ini:

$$\text{Estimasi waktu charge} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{efisiensi} \times \text{ arus panel surya}}$$

$$\text{Estimasi waktu charge} = \frac{3 \text{ Ah}}{95\% \times 0,56}$$

$$\text{Estimasi waktu charge} = 5,63 \text{ Jam} = 6 \text{ jam (360 menit)}$$

Pada perhitungan lama waktu pengisian di atas, bahwa hasil yang didapat untuk lama waktu pengisian baterai adalah selama 6 jam (360 menit).

3.3 Analisa Perhitungan Kebutuhan Modul

untuk menentukan lama waktu radiasi matahari dapat menggunakan persamaan 1 di bawah ini:

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = \frac{\text{radiasi total harian (wh/m}^2\text{)}}{\text{intensitas radiasi modul surya (w/m}^2\text{)}}$$

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = \frac{4760 \left(\frac{\text{wh}}{\text{m}^2}\right)}{1000 \left(\frac{\text{w}}{\text{m}^2}\right)}$$

$$\text{Lama waktu radiasi (tr)} = 4,76 \text{ Jam/hari}$$

Pada perhitungan lama waktu radiasi di atas, hasil yang di dapat adalah 4,76 Jam/hari.

Pada penelitian ini, digunakan panel surya 10 Wp dengan lama waktu radiasi sekitar 4,76 jam/hari. Setelah itu menghitung energi yang dihasilkan oleh modul surya untuk menyediakan kebutuhan pada prototipe sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu menggunakan persamaan 2 di bawah ini:

$$E_{\text{modul}} = P_N \times t_r$$

$$E_{\text{modul}} = 10 \text{ Wp} \times 4,76 \text{ jam}$$

$$E_{\text{modul}} = 47,6 \text{ Wh/hari}$$

Pada perhitungan E_{modul} diatas, diperoleh energi yang dihasilkan oleh panel surya 10 Wp sebesar 47,6 Wh/hari. Pada prototipe ini, energi yang dikonsumsi sebesar 8,56 Wh/hari sehingga panel surya 10 Wp tersebut memiliki kapasitas untuk menyediakan energi untuk prototipe ini.

Diasumsikan bahwa waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mengisi ulang baterai (pengisian baterai saat tidak ada beban) adalah 1 hari. Dengan asumsi ini, jumlah modul yang diperlukan untuk menyediakan energi pada beban sebesar 8,56 Wh/hari, dengan waktu otonomi selama 1 hari (dimana beban dapat dipenuhi hanya dengan baterai, tanpa input matahari, dengan baterai dalam keadaan terisi penuh) dapat dihitung menggunakan persamaan 3 di bawah ini:

$$\text{Jumlah modul (N)} = \frac{E_{\text{total}} \times t_{\text{otonomi}}}{E_{\text{modul}} \times t_{\text{regenerasi}}}$$

$$\text{Jumlah modul (N)} = \frac{4,28 \text{ Wh} \times 1 \text{ hari}}{\frac{47,6 \times 1}{4,28 \text{ Wh} \times 24 \text{ Jam}}} = \frac{4,28 \times 1}{47,6 \times 1}$$

$$\text{Jumlah modul (N)} = 2,1 \text{ modul} = 2 \text{ modul}$$

Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan total beban yang terpasang sebesar 4,28 Watt dengan total energi 47,6 Wh dalam waktu otonomi selama 1 hari, diperlukan 2 modul panel surya dengan kapasitas 10 Wp. Namun, dalam sistem kontrol kanopi, tirai, dan lampu saat ini hanya menggunakan 1 modul panel surya dengan kapasitas 10 Wp.

3.4 Pengujian Dan Analisa Pada Power Supply

Berikut merupakan hasil pengukuran tegangan output pada power supply yang dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tegangan Output Power Supply

Pengujian Ke -	Tegangan Output Power Supply 19 V (Vout)
1	19
2	19
3	19,01
4	19
5	19,01
6	19,01
7	19
8	19
9	19
10	19
Rata-rata	19

dapat dilihat bahwa hasil dari pengukuran yang dilakukan sebanyak 10 kali, menandakan bahwa tegangan output yang dihasilkan rata-rata sebesar 19 VDC sesuai dengan spesifikasi pada datasheet tegangan yang dihasilkan sebesar 19 VDC (dapat dilihat pada lampiran lembar datasheet).

3.5 Pengujian Dan Analisa Sistem Kendali

Berikut merupakan hasil pengujian motor servo SG90 dengan objek kanopi dan tirai ditunjukkan pada tabel 7 di bawah ini :

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem Kendali Motor Servo SG90

No	Objek	Kondisi Motor	Hasil Pengujian
1	Kanopi	ON	Terbuka
2	Kanopi	OFF	Tertutup
3	Tirai	ON	Terbuka
4	Tirai	OFF	Tertutup

Pada tabel 6 di atas, bahwa dari hasil pengujian tersebut kanopi dan tirai beroperasi dengan baik dapat terbuka dan tertutup.

Berikut merupakan hasil pengujian *relay 1 channel* ditunjukkan pada tabel 8 di bawah ini :

Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Kendali Relay 1 Channel

No	Perangkat	Kondisi Relay	Hasil Pengujian
1	Lampu 220 VAC	ON	Menyala
2	Lampu 220 VAC	OFF	Padam

Pada tabel 7 di atas, bahwa dari hasil pengujian tersebut Lampu 220 VAC beroperasi dengan baik dapat menyala dan padam.

3.6 Pengujian Waktu Yang Diperlukan Untuk Sistem Kendali

Pengujian waktu pada sistem kendali ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membuka atau menutup kanopi dan tirai, serta menyalakan atau mematikan lampu. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9. Pengujian Waktu Pada Sistem Kendali

Objek	Perintah	Waktu	Keterangan
Kanopi	Membuka	2 detik	Jaringan dalam kondisi baik

Objek	Perintah	Waktu	Keterangan
	Menutup	4 detik	Jaringan dalam kondisi baik
Tirai	Membuka	3 detik	Jaringan dalam kondisi baik
	Menutup	7 detik	Jaringan dalam kondisi tidak baik
Lampu	Menyalakan	4 detik	Jaringan dalam kondisi baik
	Mematikan	3 detik	Jaringan dalam kondisi baik

Pada tabel 9 di atas merupakan hasil pengujian waktu pada sistem kendali. untuk membuka kanopi membutuhkan waktu 2 detik dan menutup kanopi memerlukan waktu 4 detik karena jaringan sedang dalam kondisi baik, sedangkan untuk membuka tirai diperlukan waktu 3 detik dan menutup tirai perlu membutuhkan waktu selama 7 detik karena jaringan yang digunakan dalam kondisi yang tidak baik, lalu untuk menyalakan lampu perlu membutuhkan waktu 4 detik dan mematikan lampu memerlukan waktu selama 3 detik karena jaringan dalam kondisi baik. Kinerja pada alat ini sangat bergantung pada kualitas jaringan internet karena kondisi jaringan yang buruk dapat mempengaruhi respon pada alat tugas akhir ini.

3.7 Pengukuran Delay Pada Prototype

Pengukuran waktu delay ini dilakukan menggunakan perangkat lunak wireshark. Untuk mengetahui nilai delay dari sistem, perlu di buat terlebih dahulu file dengan format excel dari file wireshark hasil rekaman jaringan internet yang telah di buat. Setelah itu buatlah tabel 7501 paket dengan kategori seperti pada gambar 19 di bawah ini:

No	Waktu yang tercatat pada wireshark	Waktu Terima	Waktu Kirim	Delay
1	0,622237	0,622237	0,622237	0,622237
2	0,667283	0,667283	0,667283	0,667283
3	0,000007	1,3229	1,3229	0,001435
4	0,000009	1,284335	1,284335	0,136085
5	0,000001	1,42242	1,44548	0,022128
6	0,000012	1,344548	1,455467	0,110919
7	0,000014	1,455467	1,623534	0,168067
8	0,000015	1,623534	1,865333	0,241799
9	0,000016	1,865333	1,987654	0,122321
10	0,000018	1,987654	2,3647	0,377046
11	0,00002	2,3647	2,435355	0,070655
12	0,000022	2,556455	2,556455	0,1211
13	0,000023	2,856345	2,856345	0,20989
14	0,000024	2,943356	3,4464	0,503044
15	0,000025	3,4464	3,546567	0,100167
16	0,000026	3,546567	3,745233	0,198666

Gambar 19. Tabel Untuk Menghitung Total Delay dan Rata-rata Delay

Di bawah ini merupakan jumlah paket yang terekam pada wireshark dapat dilihat pada gambar 20 berikut ini:

Gambar 20. Jumlah Paket Yang Terekam Pada WireShark

Maka dari hasil pembuatan data menggunakan excel seperti pada gambar 20 di atas didapatkan hasil dari penjumlahan delay/paket (total delay) untuk kanopi sebesar **311,54 sekon, untuk tirai sebesar 307,55 sekon, untuk lampu sebesar 301,21 sekon.**

Maka untuk mencari rata-rata delay dari jaringan sistem terkait menggunakan persamaan 13 berikut ini:

Berikut perhitungan delay untuk kanopi:

$$\text{Rata - rata delay kanopi} = \frac{311,54}{7501}$$

$$\text{Rata - rata delay kanopi} = 0,041533 \text{ sekon (41 ms)}$$

Berikut perhitungan delay untuk tirai:

$$\text{Rata - rata delay tirai} = \frac{307,55}{7501}$$

$$\text{Rata - rata delay tirai} = 0,041001 \text{ (41 ms)}$$

Berikut perhitungan delay untuk lampu:

$$\text{Rata - rata delay lampu} = \frac{301,21}{7501}$$

$$\text{Rata - rata delay lampu} = 0,401559 \text{ (40 ms)}$$

Maka nilai delay dari sistem diambil dari rata-rata delay sebesar 41 ms dan 40 ms yang mana mengacu pada tabel 2.11. nilai tersebut masuk ke dalam kriteria sangat bagus dengan indeks 4 (<150 ms).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada bab IV maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran panel surya yang dilakukan selama tiga hari dengan sepuluh kali pengukuran di setiap harinya, dengan tujuan untuk mengukur tegangan (V), arus (I), dan mendapatkan nilai daya (W). Pada pengukuran yang dilakukan di hari pertama didapatkan nilai daya maksimum sebesar 11,74 W, pada hari kedua sebesar 11,68 W, pada hari ketiga sebesar 10,34 W.
2. Untuk menjaga beban tetap beroperasi selama 2 jam saat terjadi gangguan pada sumber daya utama, dengan total kebutuhan energi sebesar 8,56 Wh, dibutuhkan baterai berkapasitas sekitar 70 Ah dan waktu pengisian baterai sekitar 6 jam. Semua ini disesuaikan dengan kebutuhan otonomi selama 1 hari, dengan tingkat *Depth of Discharge* (DoD) mencapai 80%.
3. Untuk menentukan kapasitas panel surya yang diperlukan untuk dapat menyuplai energi yang digunakan pada prototipe sebesar 8,56 Wh dengan waktu otonomi yang diasumsikan selama 1 hari, maka digunakan panel surya berkapasitas 10 Wp.
4. Pada pengukuran tegangan output yang telah dilakukan sebanyak sepuluh kali pada power supply, didapat nilai rata-rata output tegangan power supply sebesar 19 V. Dengan tegangan yang dihasilkan tersebut dapat membuat alat beroperasi.
5. Sistem kendali menggunakan motor servo sg90 dan relay 1 channel yang dikendalikan dengan app inventor dengan menggunakan input kontrol berupa *voice recognition*

- sebagai buka atau tutup kanopi dan tirai, serta nyala atau padam sebuah lampu.
6. Hasil pengujian waktu pada sistem kendali menunjukkan bahwa objek kanopi memerlukan 2 detik untuk membuka dan 4 detik untuk menutup. Untuk objek tirai, diperlukan 3 detik untuk membuka dan 7 detik untuk menutup karena kondisi jaringan yang kurang baik. Sedangkan untuk objek lampu, memerlukan 4 detik untuk menyalakan dan 3 detik untuk mematikan.
 7. Pada pengukuran waktu delay prototipe sistem kontrol di dapatkan hasil setiap sistem nya sebesar : untuk kanopi sebesar 41 ms, untuk tirai sebesar 41 ms, untuk lampu sebesar 40 ms. dari hasil delay tersebut yang mana mengacu pada tabel 2.11. nilai tersebut masuk ke dalam kriteria sangat bagus dengan indeks 4 (<150 ms).

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Muntaha, S. Erma, dan H. Amir, "Internet of Things (IoT) Kontrol Lampu Rumah Menggunakan Nodemcu dan ESP-12E Berbasis Telegram Chatbot" *Jurnal SCRIPT*, Vol. 7, No. 1, 2019.
- [2] E. Ihsanto, dan Muhamad Faitul Rifky, "Rancang Bangun Kendali Gordeng Dengan Saklar Lampu Otomatis Berbasis Smartphone Android", *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 6, no.1. 2015, doi : <http://dx.doi.org/10.22441/jte.v6i1.776>.
- [3] D. W. Wibowo, dan I. K. Putri, "Integration of Augmented Reality and Voice Recognition in Learning English for Children". *Journal of Applied Intelligent System*, vol. 7, no. 1, pp 103-110, 2022, doi: <https://doi.org/10.33633/jais.v7i2.6119>.
- [4] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, "Internet of Things (IoT) and the Energy Sector", *Energies*, vol. 12, no. 2, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/en13020494>.
- [5] T. F. Silallagan, M. Firmansyah, dan Jaja, "Machine Learning Alat Monitoring Fermentasi Tape Berbasis IoT Menggunakan Metode Algoritma C4.5 Pada Platform Thingspeak", *Global*, vol. 10, no.1, 2023, doi: <http://ejournal.unsub.ac.id/index.php/fasilkom>.
- [6] G. Hergika, Siswanto, dan Sutarti, "Perancangan *Internet Of Things* (IoT) Sebagai Kontrol Infrastruktur dan Peralatan Toll Pada PT. ASTRA INFRATOLL ROAD", *Jurnal PROSISKO*, vol. 8, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.30656/prosisko>.
- [7] D. D. Mahendra, dan A. Zarkasi, "Rancang Bangun Sendok Parkinson Menggunakan ESP-32 dan Metode Complementary Filter", *GENERIC*, vol. 12, no. 2, 2020.
- [8] Y. Jayusman, R. Zaenal, dan I. Faisal, "Perancangan Prototype Kendali Lampu Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Nodemcu ESP8266 Dan Voice Recognition Pada Smartphone", *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.58761/juristikstmikbandung.v9i1.112>.
- [9] Suhendar, *Dasar-Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Tangerang : Media Edukasi Indonesia (Anggota IKAPI), 2022.
- [10] D. Notosudjono, dan F. adzikri, *Teknologi Energi Terbarukan*, Bogor : Unpak Press, 2018.
- [11] B. Rudiyanto, R. E. Rachmanita, dan A. Budiprasojo, *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*, Malang : Unisma Press, 2023.
- [12] M. S. Pramuji, E. Kurniawan, dan I. M. Rodiana, "Rancang Bangun Catu Daya System Water Ionizer Menggunakan Modul Sel Surya dengan Penyimpanan pada Baterai Li-Ion 18650 untuk Produksi Disinfektan", *e-Proceeding of Engineering*, vol. 9, no. 5, pp 2310- 2318, 2022.
- [13] Y. J. S. Zega, B. Narasiang, dan S. Sompie, "Alat Monitoring Pemakaian Listrik Menggunakan Arduino Uno", Universitas Sam Ratulangi, 2022.
- [14] P. Gunoto, A. Rahmadi, dan E. Susanti, "Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things", *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 2, pp 285-294, 2022, doi: <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.45>
- [15] N. N. Sam, M. Rifaldi, N. R. Wibowo, dan M. nur, "Rancang Bangun Modul Praktik Load Cell dengan Kapasitas 20 Kg

- Berbasis Arduino Nano”, *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [16] Ramdan, Lasmadi, dan P. Setiawan, “Sistem Pengendali On-Off Lampu dan Motor Servo Sebagai Penggerak Gerendel Pintu Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, *AVITEC*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1317>.
- [17] N. Soedjarwanto, G. F. Nama, R. A. Nugroho, “Prototipe *Smart Door Lock* Menggunakan Motor Stepper Berbasis IoT (*Internet of Things*)”, *ELECTRICIAN – Jurnal Rekamaya dan Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2167>.
- [18] L. Khakim, I. Afriliana, Nurohim, dan A. Rakhman, “Alat Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler”, *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 41-48, 2022, doi: [10.34010/komputika.v11i1.4977](https://doi.org/10.34010/komputika.v11i1.4977).
- [19] A. I. Salim, Y. Saragih, R. Hidayat, “Implementasi Motor Servo Sg90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (Electronics Integration Helmet Wiper)”, *Jurnal Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [20] M. A. Zahwa, M. Hamka, Y. Alamuddin, Hermansyah, R. Gunawan, A. Akil, N. Hasnah, H. K. Najamuddin, Ulfayani, K. Alamudi, “Adaptor Mesin Pencacah Sampah Plastik”, *Community Services & Social Work Bulletin*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [21] S. Amalia, R. Andari, dan Y. Nofrizal, “Sistem Monitoring Penggunaan Beban Pada Proses Pengosongan Baterai 100WP Menggunakan Sensor PZEM-004T”, *Jurnal Amplifier*, vol. 11, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.33369/jamplifire.v11i1.15472>.
- [22] W. A. Suteja, dan A. S. Antara, “Analisis Sensor Arus Invasive ACS712 dan Sensor Arus Non Invasive SCT013 Berbasis Arduino”, *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [23] Pitriyatiar, Y. Saragih and U. Latifa, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Wi-Fi Untuk Sistem Pendeteksi Kebocoran LPG Menggunakan Wireshark," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. XI, no. 2, pp. 154-165, 2021.

BIODATA PENULIS

- 1) **Zaenal Fatah S.T** Alumni (2019) Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan.
zaenalfatahst@gmail.com
- 2) **Prof. DR. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc. IPU. Asean Eng.** Dosen Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan.
- 3) **Agustini Rodiah Machdi S.T, M.T.** Dosen Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan.