

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PANEL SURYA MENGGUNAKAN AKTUATOR PUTAR DAN DETEKSI CAHAYA

DESAIN AND IMPLEMENTATION OF SOLAR PANEL SYSTEM USING ROTARY ACTUATOR AND LIGHT DETECTION

Muhammad Eriansyah¹, Randy Erfa², Casi Setianingsih³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

eriansyah@student.telkomuniversity.ac.id¹, resaputra@telkomuniversity.ac.id²,
setiacasie@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Di era industri 4.0 penggunaan energi konvensional masih masif yang menyebabkan polutan meningkat seperti SO_2 , CO_2 dan NO_x . Oleh karena itu di butuhkan energi terbarukan yang dapat menurunkan CO_2 hingga 11,62%, salah satu energi terbarukan yang marak digunakan adalah energi matahari yang dimanfaatkan dengan alat yang dirangkai sedemikian rupa menggunakan deteksi cahaya dan aktuator putar. Tugas akhir yang dibuat ini mampu mengikuti cahaya salah satunya cahaya matahari dengan bantuan aktuator putar. Rangkaian yang dibuat bertumpu pada NodeMCU ESP8266 sebagai sumber proses sistem dengan dibantu 4 modul LDR yang dihubungkan langsung dengan LDR sebagai alat deteksi cahaya dan panel surya sebagai penerima energi dari matahari. Nilai digital dari modul LDR akan diproses untuk menggerakkan aktuator putar sedangkan nilai analog yang diterima panel surya akan diproses oleh sensor INA219 untuk di proses di NodeMCU dan diteruskan ke Antares cloud. Hasil dari penilitan tugas akhir ini berupa kemampuan sistem yang mampu mengikuti arah datangnya cahaya, sistem mampu menerima energi matahari serta meneruskan energi kepenyimpanan energi pada baterai dan sistem dapat melakukan pengiriman ke Antares cloud dengan kondisi delay dan lost data dimimalisir.

Kata Kunci: deteksi Cahaya, aktuator putar, NodeMCU ESP8266, Antares

Abstract

In the industrial era 4.0, the use of conventional energy is still massive which causes pollutants to increase such as SO_2 , CO_2 and NO_x . Therefore, renewable energy is needed that can reduce CO_2 up to 11.62%, one of the renewable energies that is widely used is solar energy which is used with tools that are arranged in such a way using light detection and rotary actuators. This final project is able to follow light, one of which is sunlight with the help of a rotary actuator. The circuit is based on the NodeMCU ESP8266 as the source of the system process with the help of 4 LDR modules that are connected directly to the LDR as a light detection tool and solar panels as a receiver of energy from the sun. The digital value from the LDR module will be processed to drive the rotary actuator while the analog value received by the solar panel will be processed by the INA219 sensor to be processed in the NodeMCU and forwarded to the Antares cloud. The results of this final project are the ability of the system to be able to follow the direction of the light, the system is able to receive solar energy and transmit its energy to energy storage in the battery and the system can send it to the Antares cloud with minimal delay and lost data conditions.

Keywords: light detection, rotary actuator, NodeMCU ESP8266, Antares

1. Pendahuluan

Di era industri 4.0 penggunaan energi secara masif meningkat pesat terutama di sektor yang berhubungan erat dengan digitalisasi dan manufaktur. Energi yang digunakan secara masif tersebut tidak hanya berdampak positif bagi pertumbuhan ekonomi melainkan memberikan efek negatif kepada kesehatan dan lingkungan manusia. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh energi konvensional yang digunakan saat ini berakibat meningkatnya limbah padat, cair dan polutan pada udara terutama dari pembakaran energi fosil seperti SO_2 , CO_2 dan NO_x [1]. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi terbarukan yang dapat menurunkan kadar pencemaran terutama polutan CO_2 hingga 11,62% [2]. Salah satu yang terdepan dalam energi yang terbarui yaitu sistem panel surya, dengan menggunakan sel-sel pasir yang dimurnikan dengan campuran carbon untuk menangkap cahaya matahari dan di ubah menjadi energi listrik yang dirangkai sedemikian baik dengan struktur alat yang berbasis pada deteksi cahaya dan aktuator untuk bergerak sesuai dari pergeseran berkas cahaya yang berupa energi matahari. Dengan merujuk

pada permasalahan diatas, bisa dipastikan akan sangat sulit untuk membuat panel surya yang bisa mengikuti cahaya. Oleh karena itu deteksi cahaya dan aktuator diperlukan untuk mendapatkan berkas sinar yang presisi berdasarkan arah cahaya matahari Timur ke Barat yang di kirimkan ke mikrokontroller [3]. Dengan Bergeraknya panel surya mengikuti cahaya matahari energi cahaya yang dikonversi menjadi energi listrik akan semakin efisien dari pada sebelumnya.

2. Dasar Teori

2.1 Panel Surya

Panel surya dikenal dengan sel photovoltaic (PV) yang mengkonversi cahaya matahari menjadi listrik [4]. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor berupa silikon yang tersusun atas dua lapisan silikon memiliki kutub N sebagai negative dan P sebagai positif dengan adanya perbedaan kutub maka akan menghasilkan medan listrik bila tersinari matahari dan electron didalamnya pun bergerak. Saat Bergeraknya elektron tersebut dikarenakan elektron negative berlimpah dan mengalir ke arah elektron positif yang menghasilkan listrik. Panel surya bekerja mendapatkan berkas cahaya matahari, dimana cahaya sendiri bisa dianggap sebagai penyerap energi berupa arus dan tegangan serta daya (P) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut [5].

$$P = I \times V \quad (2.1)$$

dimana:

P = Daya

I = Arus

V = Tegangan

2.2 Aktuator Putar

Aktuator Putar untuk stabilizer dibeberepa komponen. Terdiri dari pada komponen silinder yang mana ujung dari pada silinder ditutup oleh dua tutup dan membentuk ruang gerak [6]. Didalam silinder memiliki karakteristik yang menjalankannya dengan aksial dan memiliki Panjang aksial yang ukurannya sama dengan tulang dari pada silinder. Aktuator putar memiliki splines sebagai poros dari motor bertugas dengan tulang dari silinder membagi ruang dalam aktuator menjadi beberapa ruang mekanis sendiri. Aktuator putar juga disebut alat mekanis dimana diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis dan digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh mikrokomputer.



Gambar 2.1 Aktuator putar servo [7]

Aktuator servo adalah sebuah perangkat elektromagnetik yang inputannya berupa listrik untuk menentukan posisi putar dari servo. Servo sebenarnya gabungan dari motor DC, Unit penurun gear, Pengindraan posisi dan control dari sirkuit servo yang mana teknologi ini digunakan diberbagai industry robotika dan mobil yang dikendalikan sinyal radio [8]. Pada servo SG90 juga dapat dilakukan perhitungan error berdasarkan perbandingan antara sudut yang diinginkan dengan sudut yang diukur, rumus persamaannya sebagai berikut. Servo sendiri juga bisa diuji error yang terjadi dengan percobaan manual dengan rumus yang tertera di bawah [9].

$$\frac{\text{Sudut Yang Dinginkan} - \text{Sudut Hasil Pengukuran}}{\text{Sudut Yang Dinginkan}} \times 100\% = \% \text{ Error} \quad (2.2)$$

2.3 Deteksi Chaya

Deteksi cahaya merupakan bentuk kepekaan terhadap cahaya matahari maupun berkas sinar lainnya. Deteksi cahaya bekerja dengan menangkap gelombang cahaya yang datang, informasi tersebut akan diolah oleh alat-alat pendekteksi cahaya dengan kepekaan terhadap cahayanya dituangkan dalam bentuk resistansi/tegangan pada alat konvensional dan angka digital (1 atau 0) untuk pemakaian modul pada alat

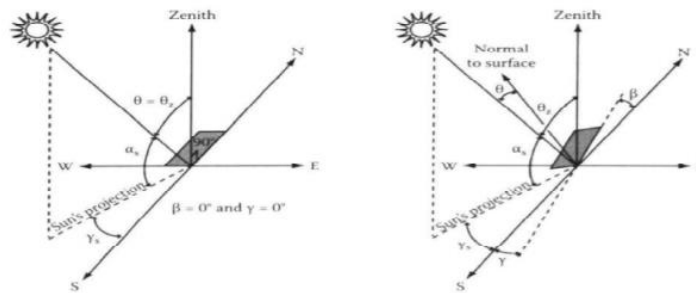
pendeteksi cahaya. Salah satu yang umum digunakan untuk pendeteksi cahaya adalah LDR (Light Dependent Resistor), LDR terdiri dari bahan semikonduktor yang mempunyai kepekaan resistansi yang tinggi dengan pemanfaatan alat yang luas dan cahaya sebagai batasan pemakaiannya [10].



Gambar 2.2 Module LDR [11]

2.3 Horizontal Axis Tracker

Seperti namanya Horizontal axis tracker yang berarti pelacakan / tracking yang dilakukan dengan cara mendatar atau setara sumbu X sebagai porosnya. Horizontal tracker berguna untuk pendeteksian dengan arah yang mendatar dan sangat baik dalam hal melacak sesuatu yang gerakannya sejajar dengan sumbu horizontal atau sumbu X. Horizontal axis tracker biasa dikonfigurasi paralel ketanah dan arah putar ke arah utara atau selatan untuk melacak sesuatu seperti gerakan harian matahari, jenis tracking ini sangat bergantung pada garis lintang dan cuaca ditempat instalasi. Horizontal tracker sendiri biasa digunakan untuk menjaga panel surya tegak lurus terhadap matahari dalam beberapa kasus penggunaan panel surya (PV) [12]

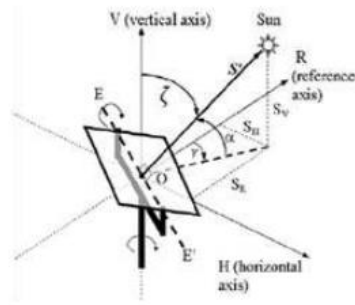


Gambar 2.3 Gambaran Sudut Horizontal Tracker [13]

Pada gambar ini dijelaskan bahwa solar tracker bergantung kepada arah mata angin dan sumbu X dikarenakan horizontal. Sinar matahari yang terbit dari timur menuju ke barat bisa dianggap seperti pada sumbu (X). untuk timur (E) dan (-X) untuk barat.

2.4 Vertical Axis Tracker

Berkebalikan dengan Horizontal axis tracker, vertical axis tracker melakukan pelacakan / tracking dengan cara tegak lurus dengan garis horizontal atau searah sumbu Y sebagai porosnya. Vertical tracker berguna pada pendeteksian sesuatu dengan arah tegak lurus sumbu X dan akan bekerja dengan baik bila berhubungan dengan pendeteksian yang arahnya tegak lurus dari garis horizontal. Vertical axis tracker biasa digunakan pada sistem panel surya yang dibangun digaris lintang tinggi karena matahari pada garis itu tidak terlalu bersinar tinggi dan pada saat musim panas terjadi, siang harinya bisa terasa sangat lama [14].



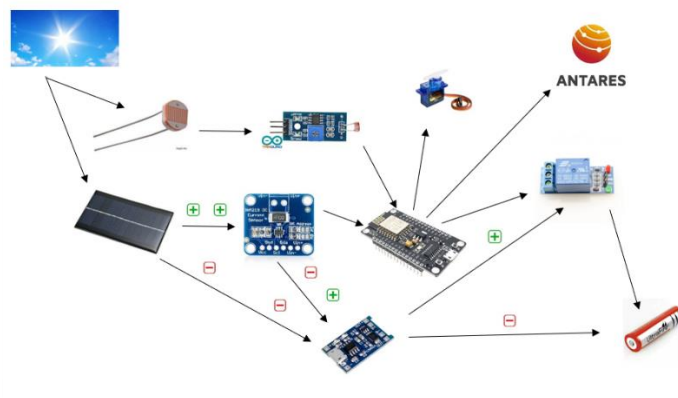
Gambar 2.6 Gambaran Sudut Vertikal Tracker [15]

Pada gambar ini dijelaskan bahwa solar tracker bergantung kepada arah mata angin dan sumbu Z dikarenakan horizontal. Sinar matahari yang bergerak di daerah timur agak utara menuju ke arah agak selatan dan bisa menuju barat agak ke utara atau agak ke selatan yang bisa dianggap seperti pada sumbu (Z) pada (X) atau (-X) dan pada sumbu (-Z) pada (X) dan (-X). untuk utara (N) pada timur (E) dan barat (W) atau juga bisa untuk selatan (S) pada timur (E) dan barat (W). Vertical Axis juga dapat dihitung akurasi kebenarannya berdasarkan pengujian menggunakan beberapa parameter dengan memakai rumus berikut [16].

$$\frac{\text{Total Sample Bernilai benar}}{\text{Total Sample Pengujian} \times \text{Total Parameter}} \times 100\% = \% \text{ akurasi} \quad (2,3)$$

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem



Gambar 3.1 Gambaran umum sistem panel surya

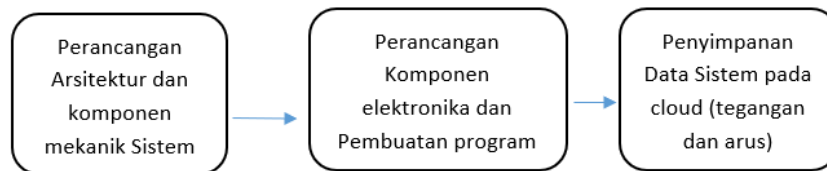
Didalam penelitian tugas akhir ini dirancang dengan komponen utama sebagai berikut:

1. Panel surya yang berfungsi sebagai alat penyerap energi cahaya berupa arus dan tegangan.
2. Aktuator putar yang berfungsi sebagai penggerak penampang pada panel surya.
3. Baterai yang berfungsi menyimpan daya.
4. Sensor INA219 berfungsi sebagai pembaca tegangan dan arus masuk.
5. Antares sebagai media cloud untuk menampilkan data tegangan dan arus.

Dengan komponen utama diatas akan digambarkan seperti pada gambar diatas

3.1.1 Diagram Blok

Pada sistem yang kami implementasikan, komponen yang satu akan terhubung dengan komponen lainnya yang akan berjalan pada panel surya berbasis aktuator putar dan deteksi cahaya. Pada sistem ini pusat kendali berdasar pada mikrokontroler (NodeMCU ESP8266) yang mengendalikan komponen lain dan tempat code untuk memonitor tegangan dan arus berdasarkan input dari panel surya yang terkoneksi ke cloud, setelah itu melakukan perhitungan daya seperti diagram blok dibawah ini.



Gambar 3.2 Desain Diagram Block Perancangan Sistem Solar Panel.

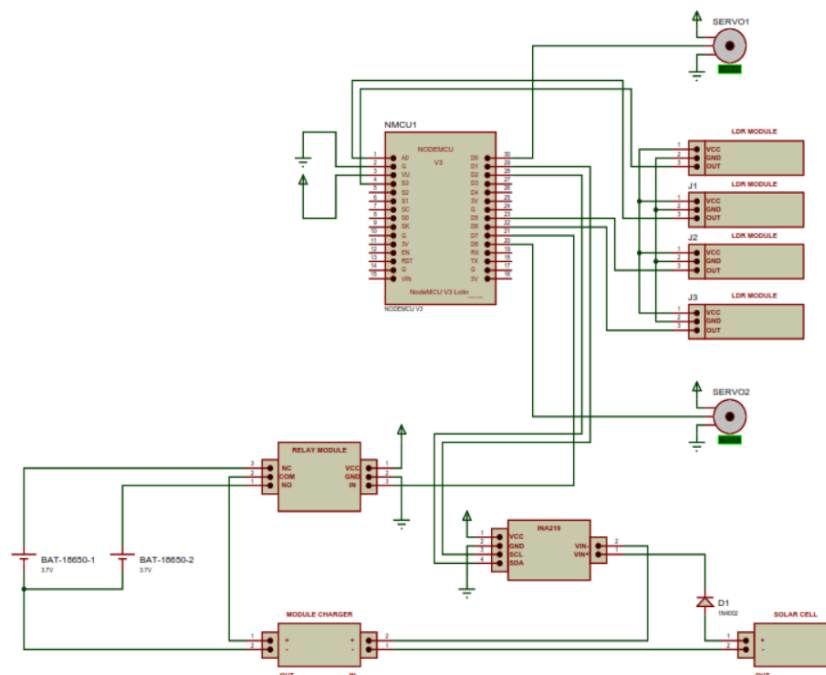
3.2 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras yang dibuat berdasarkan dari pemaparan dari gambaran umum sistem panel surya dengan komponen utama yaitu

1. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai otak dari sistem berjalan
2. Aktuator putar servo sebagai pemutar panel surya dengan 2 arah sumbu X dan Y
3. Panel Surya, sebagai deteksi cahaya dan pengisi baterai
4. Baterai, sebagai penyimpanan energi yang di serap oleh panel surya

3.2.1 Rangkaian Sistem Panel Surya

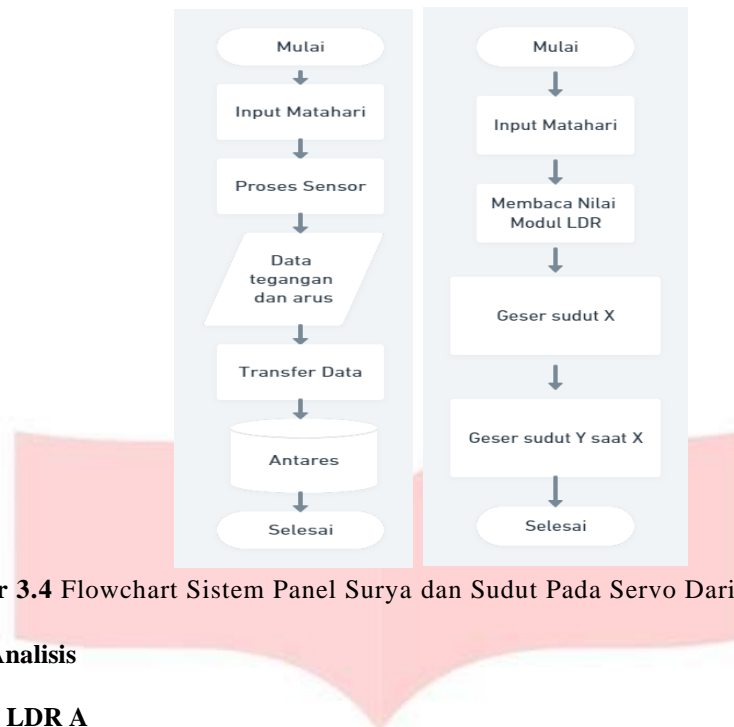
Rangkaian Sistem Panel Surya seperti pada gambar 3.1 dimana LDR akan menjadi pendeteksi cahaya dan terhubung dengan aktuator putar, sedangkan panel surya menjadi penerima energi cahaya yang terintegrasi dengan sensor tegangan dan arus INA219 serta beberapa modul seperti modul charger, relay dan NodeMCU ESP8266 yang outputnya akan terhubung ke beban (baterai) dan cloud Antares yang datanya dimonitor.



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Panel Surya.

Pada gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa rangkaian akan dimulai dengan 2 buah alat yaitu LDR dan solar panel. Rangkaian pertama akan dimulai dengan 4 LDR yang dihubungkan dengan 4 buah modul LDR yang memiliki 3 pin (vcc, gnd dan digital pin) yang masing-masing digital pin akan terhubung dengan nodeMCU melalui 4 pin nodeMCU yaitu A0, S3(9), D5 dan D6. Pada rangkaian yang kedua output (+) dari panel surya akan terhubung ke sensor INA219 yang memiliki 4 pin (vcc, gnd, scl dan sda) 2 pin scl dan sda akan terhubung langsung ke NodeMCU lewat pin D1 dan D2. Kemudian NodeMCU akan mengirim data tersebut diteruskan ke modul relay melalui pin D7, lalu modul relay yang memiliki 3pin (nc, com dan no) akan langsung terhubung ke baterai dengan rangkaian pin nc dan no ke positif baterai 3,7 V. Sedangkan output (-) dari panel surya akan menuju

module charger yang menmdapat 2 input secara langsung dari input (-) sensor INA219 dan ouput (-) panel surya.



Gambar 3.4 Flowchart Sistem Panel Surya dan Sudut Pada Servo Dari Module LDR.

4. Hasil dan Analisis

4.1 Pengujian LDR A

Pengujian LDR A dilakukan dengan sumber cahaya handphone, pengujian dilakukan 5 giliran per satu parameter dengan melihat logic digital yang terdeteksi via modul LDR yang outputnya berupa lampu led hijau dengan logic (1 atau 0). Bila arah bergerak panel surya real time saat pengujian sesuai dengan arah yang seharusnya sudah di rancang, maka nilai akan bertambah 1 poin dan maksimal 5 sesuai dengan jumlah pengujian per satu parameter sesuai dengan tabel dibawah menggunakan *Confusion Matrix*.

Tabel 4.1 Pengujian LDR Dengan Sumber Cahaya Handphone [17]

Seharusnya/Real	F	B	RF	RL	BR	BL
F	5	0	1	2	0	0
B	0	5	0	0	1	0
RF	3	0	5	2	0	0
RL	2	0	1	3	0	0
BR	0	2	0	0	4	3
BL	0	4	0	0	2	4

Keterangan:

Inisial yang didapatkan berdasarkan pada flowchart dari jurnal yang telah dibaca sesuai dari pada daftar pustaka

F(Front) = Panel Bergerak Ke Depan Horizontal (ldr 2 dan 3 = 1)

B(Back) = Panel Bergerak Ke Belakang Horizontal (ldr 1 dan 4)

RF(Right Front) = Panel Di Posisi Depan Horizontal Bergerak Ke Kanan Vertikal (ldr 2 dan 3 = 1, ldr 4 = 0(menjauh))

RL(Right Left) = Panel Di Posisi Depan Horizontal Bergerak Ke Kiri Vertikal (ldr 2 dan 3 = 1, ldr 1 = 0(menjauh))

BR(Back Right) = Panel Di Posisi Belakang Horizontal Bergerak Ke Kanan Vertikal (ldr 1 dan 4 = 1, ldr 2 = 0(menjauh))

BL(Back Left) = Panel Di Posisi Belakang Horizontal Bergerak Ke Kiri Vertikal (ldr 1 dan 4 = 1, ldr 3 = 0(menjauh))

$$\frac{\text{Total Sample Bernilai benar}}{\text{Total Sample Pengujian} \times \text{Total Parameter}} \times 100\%$$

$$\frac{26}{5 \times 6} \times 100\% = \frac{26}{30} \times 100\% = 86,6\%$$

4.2 Pengujian Servo

Pengujian servo dilakukan dengan mengukur sudut pergerakan pada penampang panel surya sesuai dari informasi yang diterima oleh LDR dan modulnya. Pengujiannya dilakukan menggunakan busur dengan ukuran sesuai dari program yang telah dibuat atau di tambah titik lain. Pengujian dilakukan dengan cara menyinari alat dengan cahaya *handphone* dikondisi gelap seumpama cahaya matahari yang bergerak dari timur ke barat lalu di setiap sudut yang dilakukan diukur menggunakan busur apakah sudutnya akan sama dengan yang diinginkan atau tidak. Setelah mendapat nilai dari busur lalu direkap dan dihitung menggunakan rumus dasar untuk menghitung jumlah error, pengujian menggunakan busur dan ditempat gelap dengan cahaya *flash* dari *handphone* dikarenakan ldr dengan output digital sangat peka dengan cahaya maka dari itu menggunakan sarana lampu *flash handphone* dan ditempat gelap dengan alat pengukuran busur sudut.

Tabel 4.2 Pengujian Servo Dengan Busur Manual.

Sudut Yang Diinginkan	Pembacaan Sudut Derajat	Error %
0°	0°	0
70°	80°	14,28
90°	90°	0
110°	135°	22,72
130°	155°	14,81
180°	185°	2,7

Tabel 4.3 didapatkan dengan pengukuran manual dengan perhitungan rumus (2,2) seabgai berikut.

$$\frac{\text{Sudut Yang Dinginkan} - \text{Sudut Hasil Pengukuran}}{\text{Sudut Yang Dinginkan}} \times 100\% = \% \text{ Error}$$

$$\frac{135^\circ - 110^\circ}{110^\circ} \times 100\% = \% \text{ Error}$$

$$\frac{25^\circ}{110^\circ} \times 100\% = 22,72\%$$

4.3 Pengujian Delay Konektifitas IoT

Pengujian Delay Konektifitas IoT merupakan pengujian yang bertujuan melihat waktu data pengiriman yang dikirimkan oleh mikroprosesor (NodeMCU ESP8266) / program akankah sama dengan munculnya data diantares, pengujian dilakukan dengan mencocokkan waktu pengiriman data dari serial monitor pada Arduino IDE dengan data yang sampai pada kolom tabel di cloud Antares setelah mendapatkan hasilnya maka akan dibuatkan

Tabel 4.3 Pengujian Delay Konektifitas IoT.

No	Jumlah Data Dikirim	Waktu Kirim	Waktu Sampai	Delay
1	2	07:25:43 GMT	14:25:43 GMT +7	0 ms
2	2	7:26:13 GMT	14:26:13 GMT +7	0 ms
3	2	7:26:43 GMT	14:26:43 GMT +7	0 ms
4	2	7:27:13 GMT	14:27:13 GMT +7	0 ms
5	2	7:27:43 GMT	14:27:43 GMT +7	0 ms
6	2	7:28:13 GMT	14:28:13 GMT +7	0 ms
7	2	7:28:43 GMT	14:28:43 GMT +7	0 ms

Pada tabel 4.3 jumlah data yang dikirim berupa 2 data (tegangan dan arus), sedangkan waktu pengiriman direkap dengan wilayah waktu GMT yang berbeda dengan rekap waktu sampai yang

menggunakan format GMT +7. Rata-rata pengiriman data stabil dan tidak ada delay jadi reliable sesuai dengan fungsi dari IoT

5. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan percobaan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa system telah berhasil untuk menjawab tujuan dengan begitu dapat ditarik kesimpulan bahwa.

1. Sistem panel surya berbasis aktuator putar dan deteksi cahaya berjalan dengan baik sebagai prototype dengan bantuan servo dan module LDR dengan akurasi pembuktian mencapai angka 86%.
2. Sistem panel surya berbasis aktuator putar dan deteksi cahaya dengan sistem IoT sudah baik dengan pengujian data yang diterima sejumlah 106 dari 120 dengan rata-rata durasi pengiriman data berbarengan atau 0 ms.

Referensi

- [1] Agus Sugiyono. “*Penggunaan Energi dan Pemanasan Global: Prospek bagi Indonesia*”. 2002.
- [2] Rahmat Adiprasetya Al Hasibi. “*Peran Sumber Energi Terbarukan dalam Penyediaan Energi Listrik dan Penurunan Emisi CO₂ di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*”. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. Vol.13. 2010..
- [3] Dwiprima Elvanny Myori, Riki Mukhaiyar, dan Erna Fitri. “*Sistem Tracking Chaya Matahari Pada Photovoltaic*”. Vol 19. 2019.
- [4] Jessica Toothman, and Scott Aldous. “*How Solar Cells Work*”. Home Stuff Works. 2000.
- [5] Rio Fernando, Ignatius Prasetya Dwi Wibawa, dan Cahyantari Ekaputri. “*Sistem Kendali dan Monitor Penggunaan Daya Listrik Pada Perangkat Listrik Rumah Berbasis IoT*”. Vol 5. 2018.
- [6] S. Schiffler. “Rotary Actuator”. United State Patent. 1997.
- [7] Educ8s, “*Arduino Tutorial Using a Servo SG90 with Arduino*”, educ8s.tv, Available: <https://educ8s.tv/arduino-servo-tutorial/> [Diakses 31 Juli 2021, 17.42].
- [8] Ahmed. M. A. Haidar, Chellali Benachaiba, and Mohamad Zahir. “*Software Interfacing of Servo Motor with Microcontroller*”. 2013.
- [9] riyanblog, “*Pengujian Motor Servo*”, riyanblog.blogspot.com, Available: <https://riyanblog.blogspot.com/2016/06/pengujian-motor-servo.html> [Diakses 28 Juli 2021, 14.31 WIB].
- [10] Apurba Halder. “*Dual-Axis Solar Tracker Using Light Dependent Resistor & Microcontroller*”. 2019.
- [11] MAKESTRO, “*Cara Menggunakan Sensor LDR dengan ESpectro32*”, learn.makestro.com, Available: <https://learn.makestro.com/led-otomatis-menggunakan-sensor-ldr-dan-espectro32/> [Diakses 28 Juli 2021, 14.18].
- [12] R. P. Corio. “*Single Axis Solar Tracking System*”. 2013.
- [13] S. A. Sadyrbayev, A. B. Bekbayev, S. Orynbayev and Z. Kaliyev. “*Design and Research of Dual-Axis Solar Tracking System in Condition of Town Almaty*”. ACADEMIA. 2013.
- [14] Mohammed Mustafa, V. Sunvil, and Uday Bhasker. “*Hybrid Power Generation by Solar Tracking and Vertical Axis Wind Turbine (Design and Analysis)*”. Vol 4. 2017.
- [15] Abdul Adhim and Ali Musyafa. “*Optimization of PID Controller Based on PSO for Photovoltaic Dual Axis Solar Tracking in Gresik Location–East Java*”. Vol.16. 2016.
- [16] Binus, “*Confusion Matrix*”, socs.binus.ac.id, Available: <https://socs.binus.ac.id/2020/11/01/confusion-matrix/> [Diakses 29 Juli 2021, 15.42].
- [17] M. N. A. M. Said, S. A. Jumaat and C. R. A. Jawa. “*Dual axis solar tracker with IoT monitoring system using Arduino*”. Vol.11. 2020.