

Sistem Monitoring Arah Solar Panel Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis IOT

Deni Syahputra Siregar¹, Dedi Setiawan², Jufri Halim³, Iskandar Zulkarnain⁴

^{1,4}Sistem Komputer, Stmik Triguna Dharma

²Teknik Informatika, Stmik Triguna Dharma

³Sistem Informasi, Stmik Triguna Dharma

Email: ¹denisyahputrasiregar0069@gmail.com, ²setiawandedi07@gmail.com, ³halim.jufri1972@gmail.com

⁴iskandarzulkarnain.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: denisyahputrasiregar0069@gmail.com

Abstrak

Energi listrik salah satu yang menjadi kebutuhan bagi kehidupan sehari – hari yang tidak bisa di pisahkan contoh dari bentuk energi yang dapat dimanfaatkan yaitu panas matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik. Untuk mengubah panas matahari menjadi energi listrik yaitu dengan memanfaatkan media solar panel. Pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan solar panel saat ini tidak maksimal di karenakan posisi solar panel hanya berdiri tegak, dan juga tidak ada media untuk menyimpan daya listrik seperti baterai yang dapat digunakan apabila dikondisi tertentu tidak ada matahari, dan juga perlu dilakukannya monitoring setiap saat untuk mengetahui alat berfungsi dengan baik atau tidak. Berdasarkan permasalahan diatas tersebut maka dibuatlah suatu rancang bangun sistem monitoring solar panel dan pengisian baterai berbasis iot dengan menggunakan metode *fuzzy* yang bertujuan agar pemanfaatan panas matahari dengan menggunakan solar panel yang mengubah panas matahari menjadi energi listrik dapat maksimal begitu juga dengan pengisian baterai untuk media menyimpan daya listrik yang sudah dilengkapi proteksi untuk melindungi baterai dari kerusakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dengan menggunakan metode fuzzy berbasis iot dapat berjalan dengan baik seperti halnya yang dapat dilihat dari hasil uji coba yang dilakukan sesuai dengan kondisi dimana solar panel dapat mengikuti arah cahaya matahari begitu juga dengan pengisian baterai dapat berjalan dengan baik dan juga sistem dari monitoring yang dibuat dapat melakukan monitoring dengan baik .

Kata Kunci: Solar Panel, Iot, Metode Fuzzy, Pengisian Baterai, Blynk

Abstract

Electrical energy is a necessity for everyday life that cannot be separated, an example of a form of energy that can be utilized, namely solar heat which can be converted into electrical energy. To convert solar heat into electrical energy, namely by utilizing solar panels as media. Utilization of solar energy using solar panels is currently not optimal because the position of the solar panels only stands upright, and there is also no media to store electrical power such as batteries that can be used if certain conditions do not have the sun, and it is also necessary to monitor at all times to find out if the tool is working properly or not. Based on the above problems, a design for a solar panel monitoring system and IoT-based battery charging using the fuzzy method is made which aims to make use of solar heat by using solar panels that convert solar heat into electrical energy to the maximum as well as charging batteries for media to store power. Electricity that has been equipped with protection to protect the battery from damage. The results of this study indicate that the system built using the IoT-based fuzzy method can run well as can be seen from the results of the trials carried out according to the conditions where the solar panels can follow the direction of sunlight as well as charging the battery can run well and also the monitoring system that is created can carry out monitoring properly.

Keywords: Solar Panel, Iot, Fuzzy Method, Battery Charging, Blynk

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik telah menjadi salah satu bagian dari kehidupan sehari – hari yang tidak dapat dipisahkan oleh manusia [1]. Hampir di seluruh aktivitas manusia, baik itu di perkantoran, rumah tangga dan industri sekalipun. Kebanyakan energi listrik yang digunakan saat ini yaitu dihasilkan melalui generator listrik dengan bentuk arus bolak – balik yang sangat mudah disalurkan dalam jangkauan yang sangat jauh [2].

Pemanfaatan dari energi matahari yang merupakan salah satu sumber alternatif bagi kebutuhan listrik di Indonesia sangat lah tepat guna ditambah lagi energi matahari tidak mengakibatkan polusi [3]. Perkembangan pembangkit listrik dengan menggunakan tenaga matahari atau disebut juga dengan tenaga surya memang sudah tak asing lagi diberbagai belahan dunia terlebih lagi solar panel juga dianggap juga memiliki penggunaan yang baik terhadap lingkungan [4] namun saat ini pembangkit listrik dengan menggunakan solar panel memiliki kekurangan yaitu pada umumnya solar panel hanya berdiri tegak dan tidak bisa dirotasi kearah dimana ada letak sumber cahaya, sehingga sumber cahaya dan energi listrik yang dihasilkan tidak maksimal ditambah lagi tidak adanya monitoring yang dilakukan terhadap solar panel.

Pada perancangan sistem solar tracker sebelumnya peneliti hanya menggerakkan solar panel dan hanya terdapat tiga kondisi pada pergerakannya dan servo sebagai penggerak dan arduino sebagai pengendali utama [5].

Adapun kekurangan dari penelitian sebelumnya yaitu sistem tidak dilengkapi dengan monitoring pergerakan solar panel dan juga sistem yang dibangun hanya untuk melakukan pergerakan sinar matahari berdasarkan dimana terdapat

sinar matahari tetapi hanya memiliki tiga kondisi dalam pergerakannya dan juga sistem yang di bangun pada penelitian sebelumnya tidak dilengkapin dengan pengecasan baterai.

Dikarenakan solar panel tidak mendapatkan sinar matahari yang optimal maka perlu yang namanya sistem solar tracker pada solar panel dengan tujuan agar solar panel selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari [6].

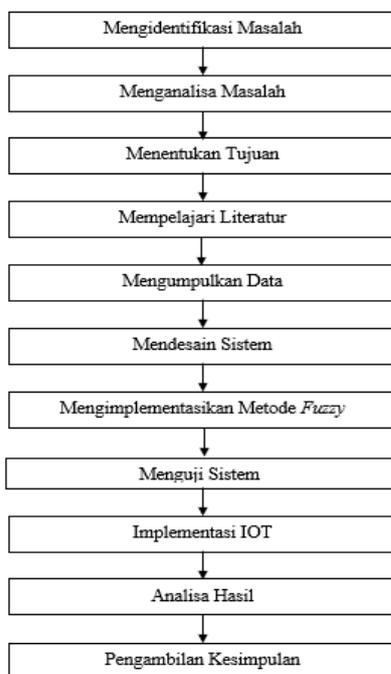
Untuk membuat solar tracker pada solar panel perlu yang namanya servo sebagai penggerak solar panel dan sensor LDR (Light Dependent Resistor), yang berfungsi untuk menangkap cahaya yang dipancarkan matahari Solar panel tersebut dilengkapi juga dengan sistem pengisian baterai guna menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh solar panel. Fungsi pada baterai tersebut untuk energi listrik cadangan menggantikan apabila solar panel tidak mendapat sumber cahaya dari matahari. Sistem pengisian baterai dilengkapi dengan sistem proteksi.

Sistem solar tracking tersebut juga dilengkapi dengan sistem monitoring dengan menggunakan teknologi (IOT) Internet Of Things yang dapat terhubung dengan menggunakan smartphone, sehingga dengan adanya teknologi tersebut kita dapat melakukan monitoring tanpa ada batasan jarak dikarenakan teknologi IOT tersebut dapat terhubung dengan internet secara realtime [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahap – tahapan dalam dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian Kerangka Kerja Sistem

Adapun penjelasan mengenai kerangka kerja diatas sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi Masalah
- b. Pada proses mengidentifikasi masalah yaitu dengan memahami permasalahan yang terjadi baik berupa teori, ataupun fakta yang terjadi dilapangan pada sistem solar panel untuk mendapatkan hasil dan tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk membuat sistem monitoring solar tracker.
- c. Menganalisa Masalah
Setelah masalah telah teridentifikasi hal yang harus dilakukan selanjutnya yaitu menganalisa masalah. Dengan membuat rumusan – rumusan masalah yang terjadi dengan mengumpulkan data – data yang ada kaitanya dengan permasalahan terhadap penerapan solar panel, setelah proses pengumpulan data selesai kemudian mencari solusi yang terbaik untuk menyelesaikan suatu permasalahan tersebut.
- d. Menentukan Tujuan
Menentukan tujuan perlu dilakukan supaya hasil yang diinginkan tidak berbeda dengan apa yang direncanakan berdasarkan masalah yang terjadi sebab hasil yang dituju untuk penelitian ini yaitu untuk mengimplementasikan metode Fuzzy sugeno dalam merancang sistem monitoring solar tracker berbasis Internet of things (IOT).
- e. Mempelajari Literatur

Literatur sangat dibutuhkan didalam melakukan penelitian dengan tujuan untuk sebagai acuan didalam mengolah data yang didapatkan. Adapun literatur yang dapat diambil yaitu jurnal, buku dan artikel ilimia yang yang ada kaitanya dengan tujuan peneltian yang dibuat.

f. Mengumpulkan Data

Mengumpulkan data adalah suatu proses yang tidak boleh dilewatkan disaat melakukan sebuah penelitian disebabkan tanpa adanya sebuah data identifikasi yang didapat maka penetapan tujuan yang di inginkan hanyalah sebuah suatu pemikiran yang tanpa ada landasanya. Selain itu data juga suatu sebuah informasi dari sebuah objek penelitian yang dilakukan dan perlu diolah agar sistem yang dibangun dapat bekerja dan berfungsi sebagai mana mestinya.

g. Mendesain Sistem

Ketika tujuan dan masalah penelitian sudah didapat selanjutnya kita perlu mendesain suatu sistem yang akan dibuat sebagai suatu bentuk pemecahan permasalahan.

h. Mengimplementasikan Metode *Fuzzy*

Metode yang digunakan disini yaitu menggunakan metode *Fuzzy*, dalam hal ini untuk suatu proses yang dilakukan yaitu dengan menerapkan metode *Fuzzy* kedalam sistem yang dibangun untuk mencapai tujuan hasil akhir sistem yang diinginkan.

i. Menguji Sistem

Selanjutnya setelah sistem selesai dalam pembuatan desainya kemudian perlu dilakukan pengujian sistem agar dapat diketahui efektivitas dari sistem monitoring solar tracker berbasis Internet of things yang dirancang, untuk memastikan sistem yang dirancang telah berjalan dengan yang diharapkan.

j. Impelementasi IOT

Ketika proses perhitungan metode *fuzzy* selesai selanjutnya yaitu melakukan ujicoba sistem IOT (*Internet of Things*) apakah penerapan sistem tersebut dapat berjalan dengan baik atau tidak.

k. Analisa Hasil

Dari data yang didapatkan berdasarkan dari hasil pengujian sebuah terhadap sistem yang dibangun karna perlu lagi dilakukan analisa kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.Pengambilan Kesimpulan

Saat semua proses telah dilakukan dengan semestinya selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu mengambil kesimpulan dari sistem yang telah dibuat. Dan ini merupakan tahap terakhir sebagai penentu kelayakan sistem untuk diterapkan apakah sistem layak digunakan atau harus dilakukan perbaikan.

2.2. Internet of things

Internet of thing (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Internet of thing (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan computer [8]. *Internet of Things*, yang sering dikenal dengan istilah IoT adalah sistem *embedded* yang bertujuan untuk memperluas pemanfaatan dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [9].

2.3 Algoritma Sistem

Agar cara kerja sistem dapat terlihat lebih jelas dibutuhkan tahapan – tahapan kerja. Tahapan sistem tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Algoritma Sistem

Adapun penjelasan dari tahapan sistem diatas yaitu sebagai berikut :

- a. Inisialisasi Sistem
Inisialisasi sistem yaitu merupakan hal pertama dari sebuah awal sistem. Pada tahap inisialisasi semua sistem siap untuk diaktifkan dan dijalankan.
- b. Identifikasi Input sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)
Pada tahap ini sebuah sensor akan diidentifikasi untuk aktif . Proses dimana kedua sensor LDR akan membaca nilai dari intensitas cahaya matahari dari kedua sisi baik dari timur maupun barat.
- c. Proses Pengolahan Data Dari Sensor LDR
Data yang masuk pada sensor LDR kemudian data tersebut dioalah oleh Arduino Uno untuk mengasilkan berupa Output yang dimana *Output* tersebut adalah servo.
- d. Proses Perhitungan Nilai Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy*
Setelah data didapat dari sensor LDR kemudian data tersebut dioalah lagi dengan menggunakan metode *Fuzzy* untuk menjadi acuan dalam pengambilan keputusan terhadap servo.
- e. Hasil Perhitungan Kondisi Menjadi Suatu Keputusan Untuk Eksekusi *Output*
Hasil dari perhitungan nilai yang akan dikirimkan dan kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk menjalankan Output sesuai perintah yang dikirim dari Input.
- f. Eksekusi *Output* Servo
Setelah kondisi sudah dikirim dari proses Arduino maka eksekusi Output akan menyesuaikan dengan kondisi yang telah ditetapkan.
- g. Kirim Data Ke *Blynk*
Hasil dari data sensor LDR yang diproses di arduino akan dikirim ke *NodeMcu* dan kemudian diproses di *NodeMcu* kembali dan selanjutnya dikirim ke *Blynk*.

2.4 Logika Fuzzy

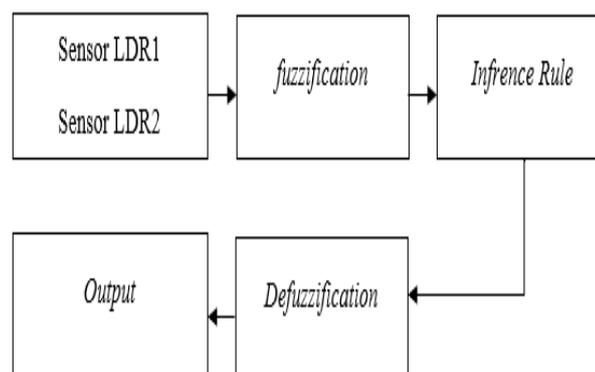
Pada dasarnya *Fuzzy logic* ialah metode yang memiliki nilai banyak / *multivalued logic* yang sanggup mendefinisikan nilai diantara kondisi yang konvensional semacam benar ataupun salah, ya ataupun tidak, putih ataupun gelap serta lain – lain [10]. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan [11].

Logika *fuzzy* berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia. Ide dasar dari logika *fuzzy* muncul dari prinsip ketidakjelasan. Teori *fuzzy* pertama kali dibangun dengan menganut prinsip teori himpunan [12].

2.5 Tahapan Metode Fuzzy

Penerapan *Fuzzy Logic* dapat direalisasikan berupa algoritma sistem, dimana cara untuk membuat sebuah kategori di dalam setiap angka atau data yang akurat akan menjadi golongan atau juga kategori sama dengan prinsip logika Fuzzy. Adapun tahap-tahapan dalam dalam logika *fuzzy* pada sistem yaitu sebagai berikut:

- a. *Fuzzification*
Yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*fresh*) menjadi *Fuzzy* (variabel *linguistik*) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan Fuzzy dengan suatu fungsi kenggotaannya masing-masing.
- b. *Inference rule*
Inference rule adalah proses untuk membentuk sebuah aturan – aturan yang akan digunakan ke dalam suatu sistem.
- c. *Defuzzification*
Defuzzification yaitu proses dimana mengubah suatu penalaran yang hasilnya berupa derajat keanggotaan keluaran menjadi variabel numerik kembali.



Gambar 3. Blok Tahapan Logika Fuzzy

Tabel 1. Nilai Keanggotaan Fuzzy LDR1 dan LDR2

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
Input	LDR1	Redup	0% - 30%
		Terang	20 % - 80%
		Sangat Terang	70% - 100%
	LDR2	Redup	0 - 30%
		Terang	20% - 80%
		Sangat Terang	70% - 100%
Output	Servo	Miring Kanan Kali	20°
		Miring Kanan	50°

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Impelementasi Metode Fuzzy Pada Sistem

3.1.1 Fuzzyfication

Apabila kasus kondisi dari Input sensor LDR1 bernilai =23% dan Input dari sensor LDR2 = 74% berdasarkan dari nilai Input yang didapat dari nilai sensor tersebut maka Input LDR1 mendapatkan cahaya sebesar = 23% dengan nilai sensor LDR1 terletak pada variabel linguistik “Redup” dan “Terang”. Selanjutnya sedangkan nilai dari sensor LDR2 mendapatkan cahaya sebesar = 74% maka letak pada variabel linguistik pada “Terang” dan “Sangat Terang”

1. Variabel sensor LDR1 cahaya REDUP

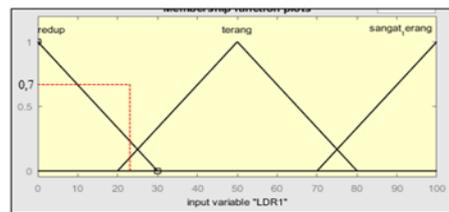
Nilai keanggotaan dari REDUP, diketahui

$$a = 20 \quad b = 30 \quad x = 23, \text{ dikarenakan : } a \leq x \leq b$$

Maka :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Redup}} [23] &= \frac{(b-x)}{(b-a)} \\ &= \frac{30-23}{30-20} \\ &= \frac{7}{10} = 0,7 \end{aligned}$$

Maka tampilan gambar grafik yang terbentuk adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Derajat Keanggotaan Redup

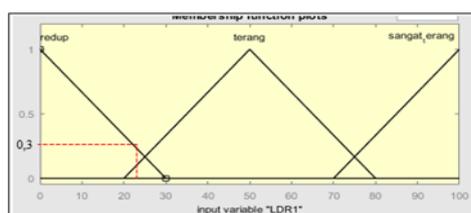
2. Variabel sensor LDR1 cahaya TERANG

Nilai keanggotaan dari TERANG, diketahui

$$a = 20 \quad b = 30 \quad x = 23, \text{ dikarenakan : } a \leq x \leq b$$

Maka :

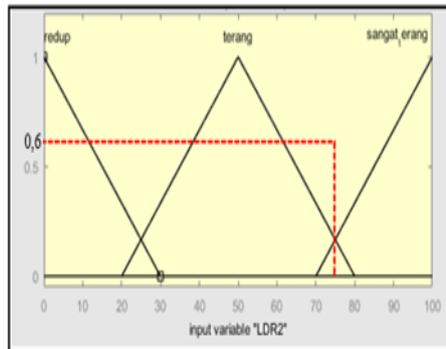
$$\begin{aligned} \mu_{\text{Terang}} [23] &= \frac{(x-a)}{(b-a)} \\ &= \frac{23-20}{30-20} \\ &= \frac{3}{10} = 0,3 \end{aligned}$$



Gambar 4. Derajat Keanggotaan Terang

3. Variabel sensor LDR2 cahaya TERANG
 Nilai keanggotaan dari TERANG, diketahui
 $c = 70$ $d = 80$ $x = 74$, dikarenakan : $c \leq x \leq d$
 Maka :

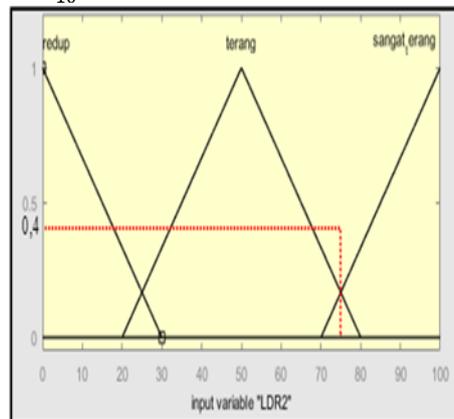
$$\begin{aligned} \mu_{\text{Terang}} [23] &= \frac{(d-x)}{(d-c)} \\ &= \frac{80-74}{80-70} \\ &= \frac{6}{10} \\ &= 0,6 \end{aligned}$$



Gambar 5. Derajat Keanggotaan Terang

4. Variabel sensor LDR2 cahaya SANGAT TERANG
 Nilai keanggotaan dari SANGAT TERANG, diketahui
 $c = 70$ $d = 80$ $x = 74$, dikarenakan : $c \leq x \leq d$
 Maka :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Sangat Terang}} [23] &= \frac{(x-c)}{(d-c)} \\ &= \frac{74-70}{80-70} \\ &= \frac{4}{10} = 0,4 \end{aligned}$$



Gambar 6. Derajat Keanggotaan Sangat Terang

3.1.2 Inference Rules

Tabel 2. Inference Rules

LDR1		LDR2		
		REDUP	TERANG	SANGAT TERANG
	REDUP	Tengah (90°)	Miring Kiri (130°)	Miring Kiri Kali (160°)
	TERANG	Miring Kanan (50°)	Tengah (90°)	Miring Kiri (130°)
	SANGAT TERANG	Miring Kanan Kali (20°)	Miring Kanan (50°)	Tengah (90°)

- [R1] *If (LDR1 is redup) and (LDR2 is redup) then (servo is t).*
- [R2] *If (LDR1 is redup) and (LDR2 is terang) then (servo is mki).*
- [R3] *If (LDR1 is redup) and (LDR2 is sangat terang) then (servo is mkki).*
- [R4] *If (LDR1 is terang) and (LDR2 is redup) then (servo is mk).*
- [R5] *If (LDR1 is terang) and (LDR2 is terang) then (servo is t).*
- [R6] *If (LDR1 is terang) and (LDR2 is sangat terang) then (servo is mki).*
- [R7] *If (LDR1 is sangat terang) and (LDR2 is redup) then (servo is mkk).*
- [R8] *If (LDR1 is sangat terang) and (LDR2 is terang) then (servo is mk).*
- [R9] *If (LDR1 is sangat terang) and (LDR2 is sangat terang) then (servo is t).*

Selanjutnya berdasarkan tabel diatas predikat keanggotaan akan berpasangan antara variabel LDR1 dan LDR2 sesuai dengan *fuzzy rules*

Tabel 3. Kombinasi Rules

LDR1		LDR2		
		REDUP	0,6	0,4
	0,7	t (90°)	mki (130°)	mkki (160°)
	0,3	mk (50°)	t (90°)	mki (130°)
	SANGAT TERANG	mkk (20°)	mk (50°)	t (90°)

Selanjutnya berdasarkan tabel diatas predikat keanggotaan akan berpasangan antara variabel LDR1 dan LDR2

- a. α redup (LDR1) & terang (LDR2) = (0,7) & (0,6) = 0,6
- b. α redup (LDR1) & sangat terang (LDR2) = (0,7) & (0,4) = 0,4
- d. α terang (LDR1) & terang (LDR2) = (0,3) & (0,6) = 0,3
- e. α redup (LDR1) & sangat terang (LDR2) = (0,3) & (0,4) = 0,3

Kemudian setelah didapat nilai minimum dari nilai derajat keanggotaan kemudian akan dicari pasangan predikat keanggotaan sesuai rules yang dibuat

Tabel 4. Penerapan Operator AND

LDR1		LDR2		
		REDUP	TERANG	REDUP
	0,7	Tengah (t)	(130°)	(160°)
	0,3	Miring Kanan (mk)	(90°)	(130°)
	SANGAT TERANG	Miring Kanan Kali (mki)	Miring kanan (mk)	Tengah (t)

3.1.3 Defuzzifikasi

Dari *inferensi rules* maka derajat keanggotaan servo untuk mencari nilai rata – rata nya yaitu:

$$Z^* = \frac{\sum_i^n \alpha_{predikat_i} * z_i}{\sum_i^n \alpha_{predikat_i}}$$

$$Z = \frac{0,6 (130) + 0,4 (160) + 0,3 (90) + 0,3 (130)}{0,6 + 0,4 + 0,3 + 0,3}$$

$$Z = \frac{78 + 64 + 72 + 39}{1,6} = \frac{208}{1,6}$$

$$Z = 130$$

3.2 Implementasi Sistem

3.2.1 Pengujian Motor Servo

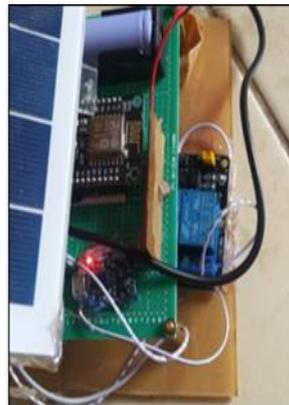
Gambar dibawah ini merupakan pengujian yang dilakukan terhadap motor servo yang bergerak kearah dimana terdapat cahaya yang di deteksi sensor LDR. Pengujian servo dapat bergerak otomatis apabila diantara kedua sensor mendeteksi adanya cahaya.



Gambar 8. Pengujian Motor Servo

3.2.2 Pengujian Pengecasan Baterai

Gambar dibawah ini merupakan pengujian dari sistem pengecasan baterai dengan menggunakan modul TP4056 pada sistem *monitoring* solar panel yang dilengkapi dengan sistem proteksi pada baterai apabila kondisi baterai sudah dalam kondisi penuh.



Gambar 9. Tampilan Pengujian Pengecasan Baterai

3.2.3 Pengujian Sistem Iot

Gambar dibawah ini merupakan pengujian dari sistem internet of things dengan menggunakan Microcontroller NodeMcu, fungsi dari NodeMcu tersebut sebagai komunikasi serial yang akan mengambil data – data sensor yang terdapat Arduino yang nantinya akan di tampilkan di Smart Phone dengan menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 7. Sistem IOT

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem yang dibangun yaitu untuk memonitoring arah solar panel untuk pengecasan baterai berbasis IOT yang juga dilengkapi dengan pengecasan baterai guna melindungi baterai disaat melakukan pengisian ulang. Dan juga dalam hal ini solar panel yang dirancang dapat maksimal untuk mendapat kan sinar matahari dikarenakan solar panel bergerak mengikuti dimana adanya pancaran sinar matahari. Sistem juga dilengkapi dengan internet of things guna memonitoring arah solar panel dan pengecasan baterai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Bapak Dedi Setiawan dan Jufri Halim atas segala waktu dan ilmunya yang telah memberikan bimbingan selama masa pengerjaan hingga menyelesaikan penelitian yang telah banyak membantu baik dari segi informasi ataupun dukungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Hakimah, "Analisis Kebutuhan Listrik dan Penambahan Pembangkit Listrik di Sumatra Selatan," *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 7, no. 2, pp. 130–137, 2019.
- [2] A. Khair and H. Ashari, "Kabupaten Enrekang Dengan Menggunakan Metode Moving Study of Electricity Use Prediction in Sanglepongan Village , Enrekang Regency Using the Moving Average (Ma) Method," vol. 18, no. 2, pp. 63–68, 2021.
- [3] H. A. S, "Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik Untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana Di Daerah Terpencil," *Al-Jazari J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 88–93, 2018, doi: 10.31602/al-jazari.v3i2.1624.
- [4] S. Samsurizal, C. Christiono, and H. Husada, "Studi Kelayakan Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Dusun Toalang," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 1, p. 75, 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i1.7494.
- [5] J. Cybertech *et al.*, "PERANCANGAN SISTEM SOLAR TRACKING PANEL UNTUK MENENTUKAN ARAH PANEL SURYA PADA MATAHARI DENGAN METODE FUZZY BERBASIS," no. x, pp. 1–11, 2021.
- [6] Roni Syafrialdi and Wildian, "RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DENGAN SENSOR LDR DAN PENAMPIL LCD," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 2, pp. 113–122, 2015.
- [7] A. Rahman, "Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Propeler berbasis IoT," *ITEJ (Information Technol. Eng. Journals)*, vol. 3, no. 2, pp. 20–27, 2018, doi: 10.24235/itej.v3i2.29.
- [8] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberri Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [9] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things dalam Kehidupan Sehari-Hari," *J. Imagine*, vol. 2, no. August 2017, pp. 2–3, 2020.
- [10] M. Fajri, R. R. M. Putri, and L. Muflikhah, "Implementasi Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) dalam Penentuan Peminatan di MAN 2 Kota Serang," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 5, pp. 2109–2117, 2018.
- [11] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2020.
- [12] A. Pranata, "Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Monitoring Penggunaan Komputer Untuk Kesehatan Mata Berbasis Arduino-Uno," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 17, no. 2, p. 211, 2018, doi: 10.53513/jis.v17i2.46.