



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS EFISIENSI DAYA PADA PANEL SURYA DINAMIS
BERBASIS IOT

Sub Judul:

“Implementasi *Fuzzy Logic Control* Pada Motor Servo Sebagai
Pengerak Panel Surya”

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Muhammad Riyan Aufar

2103433022

PROGRAM STUDI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS EFISIENSI DAYA PADA PANEL SURYA DINAMIS BERBASIS IOT

Sub Judul:

“Implementasi *Fuzzy Logic Control* Pada Motor Servo Sebagai Penggerak Panel Surya”

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Muhammad Riyan Aufar

2103433022

PROGRAM STUDI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.



Nama : Muhammad Riyan Aufar

NIM : 2103433022

Tandan Tangan : 

Tanggal : Senin, 30 Januari 2023



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Riyan Aufar
Nim : 2103433022
Program Studi : Instrumentasi Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Efisiensi Daya Pada Panel Surya Dinamis Berbasis IOT
Sub Judul Tugas Akhir : Implementasi *Fuzzy Logic Control* Pada Motor Servo sebagai Penggerak Panel Surya

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 24 Januari 2023 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Supomo, S.T.,M.T.
NIP. 196011101986011001


()

Depok, 30 Januari 2023

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.
NIP. 197011142008122001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul “**Analisis Efisiensi Daya pada Panel Surya Dinamis Berbasis IOT**” dengan subjudul penulis “**Implementasi Fuzzy Logic Control pada Motor Servo Sebagai Penggerak Panel Surya**”.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
2. Supomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Sahabat yang telah menemani penulis menyelesaikan studi dan tugas akhir ini; dan
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 23 Januari 2023

Muhammad Riyan Aufer



Abstrak

Solar Tracker merupakan suatu alat yang memiliki fungsi untuk mencari intensitas cahaya matahari yang lebih besar sehingga panel surya dapat memaksimalkan energi yang bisa didapatkan. Panel surya yang ada di Politeknik Negeri Jakarta masih statis atau tidak bergerak sesuai arah intensitas cahaya matahari, sehingga panel surya tidak dapat mengoptimalkan energi yang bisa diterima. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut, dibuatkan suatu alat solar tracker yang dapat dimonitoring tegangan dan arusnya serta data dan ditampilkan melalui aplikasi khusus, riset ini fokus pada implementasi fuzzy logic control pada motor servo sebagai penggerak panel surya. Sistem solar tracker ini dikontrol oleh Arduino nano yang akan menggerakkan motor servo dan panel surya ke arah intensitas cahaya matahari yang lebih besar melalui sensor LDR. Untuk memonitoring hasil dari tegangan dan arus, sistem ini memiliki aplikasi android khusus, media penghubung aplikasi android dan alat yaitu menggunakan wifi serta untuk komunikasi data antara mikrokontroler dalam hal ini Raspberry Pi yaitu dengan protocol komunikasi MQTT. Fuzzy logic diimplementasikan pada pemrograman Arduino dengan inputan 4 buah sensor LDR dan output fuzzy berupa derajat dari motor servo. Input cahaya dari masing-masing sensor LDR akan diolah oleh fuzzy logic yang ada pada program Arduino lalu akan diteruskan untuk menjadi output berupa derajat pada motor servo. Hasil derajat output yang dihasilkan melalui Arduino berjalan baik sesuai dengan perhitungan teori serta perancangan dimatlab.

Kata kunci: Panel Surya, Solar Tracker, Arduino, IOT, Fuzzy Logic

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Abstract

Solar Tracker is a tool that has a function to search for greater light intensity so that solar panels can maximize the energy that can be obtained. The solar panels at the Jakarta State Polytechnic are still static or do not move according to the direction of light intensity, so solar panels cannot optimize the energy they can get. The solution to overcome this problem is to make a solar tracker device that can monitor voltage and current and data will be displayed through a special application. This research focuses on the implementation of fuzzy logic control on servo motors as solar panel drives. This solar tracker system is controlled by Arduino nano which will drive the servo motor and solar panels towards greater sunlight intensity through the LDR sensor. To monitor the results of voltage and current, this system has a special android application, media connecting android applications and tools, namely using wifi and for data communication between microcontrollers, in this case the Raspberry Pi namely the MQTT communication protocol. Fuzzy logic is implemented in Arduino programming with input of 4 LDR sensors and fuzzy output in the form of degrees from a servo motor. The light input from each LDR sensor will be processed by the fuzzy logic in the Arduino program and then will be forwarded to be output in the form of degrees on the servo motor. The results of the output degrees generated through Arduino work well according to theoretical calculations and design in Matlab.

Keywords: Solar Cell, Solar Tracker, Arduino, IOT, Fuzzy Logic

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUT.....	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN	II
KATA PENGANTAR.....	IV
Abstrak.....	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL	X
DAFTAR LAMPIRAN.....	XI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Panel Surya.....	4
2.2 Solar Tracker.....	4
2.3 <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	5
2.4 Motor Servo.....	5
2.5 <i>Fuzzy Logic Controller</i>	6
2.6 Arduino Nano	8
2.7 Arduino IDE.....	9
BAB III PERENCANGAN DAN REALISASI	10
3.1. Rancangan Sistem	10
3.1.1. Deskripsi Sistem	11
3.1.2. Cara Kerja Sistem	11
3.1.3. Spesifikasi Alat	14



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4.	Karakteristik Alat.....	15
1.5.	Blok Diagram.....	15
3.	Perancangan Program dan Fuzzy Logic Sistem.....	16
2.1.	Membentuk Himpunan Fuzzy Input dan Output	17
2.2.	Membuat Fungsi Keanggotaan Input dan Output Fuzzy	18
2.3.	Membuat Rule Fuzzy	22
2.4.	Implikasi Rule.....	24
2.5.	Defuzzyfikasi	26
3.	Perancangan Fuzzy Logic pada Matlab.....	27
3.1.	Membuat Variabel <i>Input</i> dan <i>output fuzzy</i>	27
3.2.	Membuat Fungsi Keanggotaan untuk 4 <i>Input Fuzzy</i>	28
3.3.	Membuat Fungsi Keanggotaan untuk 2 <i>Output Fuzzy</i>	28
3.4.	Pembentukan Aturan Fuzzy	29
3.3.5.	Kurva Input dan Output Defuzzyfikasi.....	30
3.4	Realisasi Alat	31
3.4.1.	<i>Wiring</i> Diagram Komponen dan Mikrokontroler	31
3.4.2.	Pemrograman Panel Surya Dinamis	32
BAB IV PEMBAHASAN		33
4.1.	Pengujian Panel Surya Dinamis dengan Fuzzy Logic	33
4.1.1.	Deskripsi Pengujian	33
4.1.2.	Prosedur Pengujian	33
4.1.3.	Data Hasil Pengujian Pergerakan Motor Servo	35
4.1.4.	Data Hasil Pengujian Panel Surya Dinamis dan Statis	42
BAB V PENUTUP.....		46
5.1.	Kesimpulan	46



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya	4
Gambar 2. 2 Sensor LDR.....	5
Gambar 2. 3 Motor Servo	6
Gambar 2. 4 Konfigurasi Pin Arduino Nano	9
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem.....	12
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Lanjutan	13
Gambar 3. 3 Blok Diagram.....	15
Gambar 3. 4 Membership Input LDR	17
Gambar 3. 5 Membership Output Motor Servo	18
Gambar 3. 6 Fungsi Linear Turun Input Fuzzy	19
Gambar 3. 7 Fungsi Kurva Segitiga Input Fuzzy	19
Gambar 3. 8 Fungsi Linear Naik Input Fuzzy	20
Gambar 3. 9 Fungsi Linear Naik Output Fuzzy.....	21
Gambar 3. 10 Fungsi Kurva Segitiga Output Fuzzy	21
Gambar 3. 11 Fungsi Linear Turun Output Fuzzy.....	22
Gambar 3. 12 Hasil Implikasi Rule.....	25
Gambar 3. 13 Variabel Input dan Output Fuzzy	27
Gambar 3. 14 Model Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy	28
Gambar 3. 15 Model Fungsi Keanggotaan Output Fuzzy	29
Gambar 3. 16 Pembentukan Rule Fuzzy pada Matlab.....	29
Gambar 3. 17 Kurva Input dan Output Defuzzifikasi.....	30
Gambar 3. 18 Wiring Diagram Komponen dan Mikrokontroler	31
Gambar 4. 1 Grafik Sudut Motor Servo Sumbu Horizontal Jam 08:00 – 18:00	37
Gambar 4. 2 Grafik Rata-rata Servo Sumbu Horizontal.....	38
Gambar 4. 3 Grafik Sudut Motor Servo Sumbu Horizontal Jam 08:00 – 08:00	39
Gambar 4. 4 Grafik Sudut Motor Servo pada Sumbu Vertikal Jam 08:00 – 18:00....	40
Gambar 4. 5 Grafik Rata-rata Servo Sumbu Vertikal.....	40
Gambar 4. 6 Grafik Sudut Motor Servo Sumbu Vertikal Jam 08:00 – 08:00	41
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Daya antara Panel Surya Statis dan Dinamis.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Modul/Komponen Lainnya	14
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian.....	33
Tabel 4. 2 Pengujian Nilai Output Fuzzy Horizontal pada Panel Dinamis	35
Tabel 4. 3 Pengujian Nilai Output Fuzzy Vertikal pada Panel Dinamis	36
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Produksi Panel Surya Statis.....	42
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Produksi Panel Surya Dinamis	43

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	1
Lampiran 2 Program Panel Surya Dinamis	2
Lampiran 3 Foto Alat.....	12
Lampiran 4 Anggaran Biaya Tugas Akhir.....	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Matahari merupakan energi terbarukan yang berlimpah dan memiliki peran penting sebagai pengganti energi listrik yang konsumsinya semakin meningkat tiap tahunnya. Energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan, salah satu cara untuk memanfaatkan energi tersebut yaitu menggunakan media panel surya. Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic. [1]

Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), Jurusan Teknik Elektro (JTE), Program Studi (Prodi), Instrumentasi Kontrol Industri (IKI) saat ini memiliki konsumsi energi listrik yang cukup besar, penggunaan energi listrik ini tidak hanya digunakan untuk kepentingan penerangan pada setiap ruangan yang ada, tetapi energi listrik juga digunakan sebagai sumber tegangan pada alat-alat elektronik yang digunakan sebagai media pembelajaran. Selain itu, karena konsumsi listrik yang cukup besar memungkinkan terjadinya arus berlebih. Untuk mengatasi permasalahan di atas, selama ini sudah ada panel surya sebagai alternatif sumber energi selain dari PLN, tetapi penggunaannya masih belum maksimal, panel surya belum dapat memaksimalkan energi matahari yang ada karena panel hanya diam atau statis, serta kita tidak tahu berapa banyak energi yang dihasilkan dari panel surya tersebut. Oleh karena itu, panel surya dinamis perlu dibuat.

Panel surya dinamis berfungsi untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari. Sudah banyak panel surya dinamis yang pernah dibuat namun yang menggunakan metode *fuzzy logic* mamdani sebagai kontrolnya serta dapat memonitor efisiensi daya yang dihasilkan dengan aplikasi android masih sangat terbatas, seperti yang dibuat oleh Evan Dwi Septiawan, Ramdhan Nugraha dan Sony Sumaryo berjudul “Sistem Kendali Posisi Sel Surya Menggunakan PID Kontrol” tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya tidak dapat diketahui datanya,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

oleh karena itu akan dikembangkan dengan merubah metode kontrol dengan *fuzzy logic* mamdani dan menambahkan sistem monitoring daya agar dapat dilihat efisiensi yang dihasilkan menggunakan aplikasi android.

Desain alat panel surya dinamis menggunakan RaspberryPi sebagai kontrolernya. RaspberryPi dan Arduino digunakan untuk pengontrol sensor LDR, sensor INA219, dan dua buah motor servo. Input dan output tersebut akan diproses dengan fuzzy logic control yang sudah diimplementasikan didalam Arduino. Selain itu, RaspberryPi juga dapat mengirim data daya yang didapat melalui protocol komunikasi MQTT ke aplikasi android khusus untuk memonitoring panel surya dinamis.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, timbul permasalahan:

1. Bagaimana cara mengontrol motor servo dengan input sensor LDR?
2. Bagaimana mengimplementasikan fuzzy logic pada Arduino Nano?
3. Bagaimana cara mendapatkan data dari sensor INA219?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Metode kontrol yang digunakan yaitu *Fuzzy Logic* mamdani.
2. Aktuator yang digunakan yaitu motor servo.
3. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan efisiensi daya yang diserap oleh panel surya statis dan dinamis.
4. Sensor yang digunakan ada 4 buah LDR sebagai input dari *fuzzy logic*.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat program, mengimplementasikan *fuzzy logic* serta *wiring* pada mikrokontroler untuk sensor LDR, sensor INA219, sebagai inputan dan motor servo sebagai output penggerak panel surya.

1.5. Luaran

1. Bagi lembaga pendidikan
 - Rancang bangun panel surya dinamis berbasis IOT sebagai alat analisis efisiensi daya yang diserap oleh panel surya.
2. Bagi mahasiswa
 - Laporan tugas akhir
 - Draft Artikel Ilmiah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis ambil dari proses perancangan, pembuatan, hingga pengujian alat Analisis Efisiensi Daya pada Panel Surya Dinamis Berbasis IOT, dengan subjudul “Implementasi Fuzzy Logic Control pada Motor Servo sebagai Penggerak Panel Surya” adalah sebagai berikut:

1. Logika fuzzy mamdani yang diterapkan pada program sistem ini sudah sesuai dengan perhitungan yang dilakukan penulis secara teori dan menggunakan matlab. Perhitungan secara teori didapatkan nilai *output fuzzy* sebesar 127.34, sedangkan dengan pemodelan diMatlab didapatkan sebesar 127 jika *input fuzzy* pada LDR sebesar 50.
2. Program pada Arduino dengan input LDR dan motor servo sebagai aktuator berhasil menggerakkan panel surya untuk mengikuti intensitas cahaya paling besar yang diterima oleh sensor LDR.
3. Berdasarkan hasil pengujian motor servo pada sumbu horizontal. Didapatkan bahwa Ketika pagi hari servo sumbu horizontal berada pada posisi 48 derajat ke arah timur dan akan terus bergerak searah jarum jam sampai pada siang hari servo berada pada titik sekitar 94 derajat, pada saat siang hari menuju sore servo perlahan bergerak ke arah barat dan data yang didapatkan yaitu 166 derajat.
4. Presentase optimasi yang diperoleh dari penerapan sistem panel surya dinamis dengan *Fuzzy Logic Control* yaitu sebesar 36.71%

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- B. H. Purwoto, J. M. A. F and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18 No. 01, pp. 10-14, 2018.
- D. T. D. Raj, V. G. Patil, S. B. Kulkrani, S. P. Kulkrani and S. B. Patil, “Raspberry-Pi Based Dual Axis Solar Tracking System,” *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 9, no. 6, pp. 1345-1346, 2020.
- L. Aziz, D. Wahiddin and S. A. Puspita Lestari, “Penerapan Dual Axis Solar Tracking dengan Fuzzy Logic Controller untuk Optimalisasi Output pada Solar Cell,” *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. II, pp. 203-213, 2021.
- [4] Y. Away, S. A. Rahman, T. R. A. Isma and M. Firdaus, “Penerapan Logika Fuzzy pada Sun Tracker Dual Axis Berbasis Sensor Tetrahedron Geometri,” in *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*, Banda Aceh, 2017.
- [5] C. R. Aritonang, A. and E. Zondra, “ Analisis Putaran Motor Pada Electrical Submersible Pump (ESP) Menggunakan Fuzzy Logic Controler Berbasis Python,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. IV, pp. 34-35, 2019.
- [6] N. Siddique, “A Hybrid Approach Based on Fuzzy Logic, Neural Network, and Genetic Algorithms, Springer,” *Intelligent Control*, 2014.
- [7] S. Widianingsih, “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Drive) Cianjur,” *Jurnal Informatika dan Manajemen STMIK*, vol. 11, p. 57, 2017.
- [8] M. Husnibes and A. Hidayat, “IMPLEMENTASI WAVECOM DALAM MONITORING BEBAN LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLWE,” *Jurnal Teknologi*, vol. 9 No.1, pp. 2-5, 2017.
- [9] A. S. Nataprawira, A. Rizal and A. S. Wibowo, “Perancangan Display Led Dot Matrix Via Wi-Fi Menggunakan Aplikasi Mobile Android,” *INTECH, Vol.1, No.1*, p. 3, 2020.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- [10] S. BETA and S. Astuti, “Modul Timbangan Benda Digital Dilengkapi LED RGB dan DFPlayer Mini,” *ORBITH VOL. 15 NO. 1*, pp. 10-15, 2019.
- [11] R. Hasrul, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi dan Industri*, pp. 79 - 87, 2021.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

MUHAMMAD RIYAN AUFAR

Merupakan anak tunggal, lahir di Kota Jakarta, 28 September 2000. Lulus dari SD Generasi Rabbani tahun 2012, SMP Islam Al-Fajar tahun 2015, SMAN 3 Bekasi tahun 2018. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2021. Dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PROGRAM SYSTEM PANEL SURYA DINAMIS DENGAN FUZZY LOGIC

```
#include <Fuzzy.h>
#include <Servo.h>

int ldr_left = A0; //kiri atas
int ldr_right = A1; //kanan atas
int ldr_up = A2;
int ldr_down = A3;

int servoAtas = 3;
int servoBawah = 9;

int out_servoupMap;
int out_servodownMap;
int LeftMap;
int rightMap;
int upMap;
int downMap;
float prevServoUpValue = 0;
float prevServoDownValue = 0;

Servo servoUp;
Servo servoDown;

Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();

//FUZZY INPUT 1 ldrLeft
FuzzySet *gelap1 = new FuzzySet(0, 0, 10, 100); //0,0,250,300 || 0, 0, 10, 100
FuzzySet *sedang1 = new FuzzySet(50, 150, 150, 250); //200,500,500,800 || 50 150
250
FuzzySet *terang1 = new FuzzySet(200, 290, 300, 300); //600,800,1023,1023 ||
200, 290, 300, 300

//FUZZY INPUT 2 ldrRight
FuzzySet *gelap2 = new FuzzySet(0, 0, 10, 100);
FuzzySet *sedang2 = new FuzzySet(50, 150, 150, 250);
FuzzySet *terang2 = new FuzzySet(200, 290, 300, 300);

//FUZZY INPUT 3 ldrUp
FuzzySet *gelap3 = new FuzzySet(0, 0, 10, 100);
FuzzySet *sedang3 = new FuzzySet(50, 150, 150, 250);
```




- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FuzzySet *terang3 = new FuzzySet(200, 290, 300, 300);

//FUZZY INPUT 3 ldrDown
FuzzySet *gelap4 = new FuzzySet(0, 0, 10, 100);
FuzzySet *sedang4 = new FuzzySet(50, 150, 150, 250);
FuzzySet *terang4 = new FuzzySet(200, 290, 300, 300);

//FUZZY OUTPUT servoUp
FuzzySet *CCW1 = new FuzzySet(0, 0, 60, 100); //0,0,60,100
FuzzySet *C1 = new FuzzySet(70, 140, 140, 180); //70,140,140,180
FuzzySet *CW1 = new FuzzySet(130, 180, 255, 255); //130,180,255,255

//FUZZY OUTPUT servoUp
FuzzySet *CCW2 = new FuzzySet(0, 0, 60, 100); //0,0,60,100
FuzzySet *C2 = new FuzzySet(70, 140, 140, 180); //70,140,140,180
FuzzySet *CW2 = new FuzzySet(130,180,255,255); //130,180,255,255

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ldr_left, INPUT);
  pinMode(ldr_right, INPUT);
  pinMode(ldr_up, INPUT);
  pinMode(ldr_down, INPUT);
  servoUp.attach(servoAtas);
  servoDown.attach(servoBawah);
  pinMode(servoAtas, OUTPUT);
  pinMode(servoBawah, OUTPUT);
  servoUp.write(80); //80
  servoDown.write(100); //100
  delay(2000);

  //Fuzzy Input
  FuzzyInput *ldr_left1 = new FuzzyInput(1);

  ldr_left1->addFuzzySet(gelap1);
  ldr_left1->addFuzzySet(sedang1);
  ldr_left1->addFuzzySet(terang1);
  fuzzy->addFuzzyInput(ldr_left1);

  //Fuzzy Input
  FuzzyInput *ldr_right1 = new FuzzyInput(2);
```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
ldr_right1->addFuzzySet(gelap2);
ldr_right1->addFuzzySet(sedang2);
ldr_right1->addFuzzySet(terang2);
fuzzy->addFuzzyInput(ldr_right1);

//Fuzzy Input
FuzzyInput *ldr_up1 = new FuzzyInput(3);

ldr_up1->addFuzzySet(gelap3);
ldr_up1->addFuzzySet(sedang3);
ldr_up1->addFuzzySet(terang3);
fuzzy->addFuzzyInput(ldr_up1);

//Fuzzy Input
FuzzyInput *ldr_down1 = new FuzzyInput(4);

ldr_down1->addFuzzySet(gelap4);
ldr_down1->addFuzzySet(sedang4);
ldr_down1->addFuzzySet(terang4);
fuzzy->addFuzzyInput(ldr_down1);

//Fuzzy Output
FuzzyOutput *servoUpp = new FuzzyOutput(1);

servoUpp->addFuzzySet(CCW1);
servoUpp->addFuzzySet(C1);
servoUpp->addFuzzySet(CW1);
fuzzy->addFuzzyOutput(servoUpp);

//Fuzzy Output
FuzzyOutput *servoDownn = new FuzzyOutput(2);

servoDownn->addFuzzySet(CCW2);
servoDownn->addFuzzySet(C2);
servoDownn->addFuzzySet(CW2);
fuzzy->addFuzzyOutput(servoDownn);

//FUZZY RULES
1=====

FuzzyRuleAntecedent *gelap1_gelap2 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap1_gelap2->joinWithAND(gelap1, gelap2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down1 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down1->addOutput(C2);
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FuzzyRule *fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, gelap1_gelap2, servo_down1);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01);

//FUZZY RULES
=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang1_gelap2 = new FuzzyRuleAntecedent();
sedang1_gelap2->joinWithAND(sedang1, gelap2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down2 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down2->addOutput(CCW2);

FuzzyRule *fuzzyRule02 = new FuzzyRule(2, sedang1_gelap2, servo_down2);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02);

//FUZZY RULES
3=====

FuzzyRuleAntecedent *terang1_gelap2 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang1_gelap2->joinWithAND(terang1, gelap2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down3 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down3->addOutput(CCW2);

FuzzyRule *fuzzyRule03 = new FuzzyRule(3, terang1_gelap2, servo_down3);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03);

//FUZZY RULES
4=====

FuzzyRuleAntecedent *gelap1_sedang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap1_sedang2->joinWithAND(gelap1, sedang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down4 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down4->addOutput(CW2);

FuzzyRule *fuzzyRule04 = new FuzzyRule(4, gelap1_sedang2, servo_down4);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule04);

//FUZZY RULES
5=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang1_sedang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
```


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
sedang1_sedang2->joinWithAND(sedang1, sedang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down5 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down5->addOutput(C2);

FuzzyRule *fuzzyRule05 = new FuzzyRule(5, sedang1_sedang2, servo_down5);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule05);

//FUZZY RULES
=====

FuzzyRuleAntecedent *terang1_sedang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang1_sedang2->joinWithAND(terang1, sedang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down6 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down6->addOutput(CCW2);

FuzzyRule *fuzzyRule06 = new FuzzyRule(6, terang1_sedang2, servo_down6);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule06);

//FUZZY RULES
=====

FuzzyRuleAntecedent *gelap1_terang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap1_terang2->joinWithAND(gelap1, terang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down7 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down7->addOutput(CW2);

FuzzyRule *fuzzyRule07 = new FuzzyRule(7, gelap1_terang2, servo_down7);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule07);

//FUZZY RULES
=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang1_terang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
sedang1_terang2->joinWithAND(sedang1, terang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down8 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down8->addOutput(CW2);

FuzzyRule *fuzzyRule08 = new FuzzyRule(8, sedang1_terang2, servo_down8);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule08);
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
//FUZZY RULES
=====
FuzzyRuleAntecedent *terang1_terang2 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang1_terang2->joinWithAND(terang1, terang2);

FuzzyRuleConsequent *servo_down9 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_down9->addOutput(C2);

FuzzyRule *fuzzyRule09 = new FuzzyRule(9, terang1_terang2, servo_down9);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule09);

//FUZZY RULES
0=====
FuzzyRuleAntecedent *gelap3_gelap4 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap3_gelap4->joinWithAND(gelap3, gelap4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up1 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up1->addOutput(C1);

FuzzyRule *fuzzyRule10 = new FuzzyRule(10, gelap3_gelap4, servo_up1);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule10);

//FUZZY RULES
11=====
FuzzyRuleAntecedent *gelap3_sedang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap3_sedang4->joinWithAND(gelap3, sedang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up2 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up2->addOutput(CCW1);

FuzzyRule *fuzzyRule11 = new FuzzyRule(11, gelap3_sedang4, servo_up2);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule11);

//FUZZY RULES
12=====
FuzzyRuleAntecedent *gelap3_terang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
gelap3_terang4->joinWithAND(gelap3, terang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up3 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up3->addOutput(CCW1);
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FuzzyRule *fuzzyRule12 = new FuzzyRule(12, gelap3_terang4, servo_up3);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule12);

//FUZZY RULES
3=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang3_gelap4 = new FuzzyRuleAntecedent();
sedang3_gelap4->joinWithAND(sedang3, gelap4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up4 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up4->addOutput(CW1);

FuzzyRule *fuzzyRule13 = new FuzzyRule(13, sedang3_gelap4, servo_up4);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule13);

//FUZZY RULES
14=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang3_sedang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
sedang3_sedang4->joinWithAND(sedang3, sedang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up5 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up5->addOutput(C1);

FuzzyRule *fuzzyRule14 = new FuzzyRule(14, sedang3_sedang4, servo_up5);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule14);

//FUZZY RULES
15=====

FuzzyRuleAntecedent *sedang3_terang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
sedang3_terang4->joinWithAND(sedang3, terang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up6 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up6->addOutput(CCW1);

FuzzyRule *fuzzyRule15 = new FuzzyRule(15, sedang3_terang4, servo_up6);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule15);

//FUZZY RULES
16=====

FuzzyRuleAntecedent *terang3_gelap4 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang3_gelap4->joinWithAND(terang3, gelap4);
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FuzzyRuleConsequent *servo_up7 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up7->addOutput(CW1);

FuzzyRule *fuzzyRule16 = new FuzzyRule(16, terang3_gelap4, servo_up7);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule16);

//FUZZY RULES
7=====

FuzzyRuleAntecedent *terang3_sedang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang3_sedang4->joinWithAND(terang3, sedang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up8 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up8->addOutput(CW1);

FuzzyRule *fuzzyRule17 = new FuzzyRule(17, terang3_sedang4, servo_up8);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule17);

//FUZZY RULES
18=====

FuzzyRuleAntecedent *terang3_terang4 = new FuzzyRuleAntecedent();
terang3_terang4->joinWithAND(terang3, terang4);

FuzzyRuleConsequent *servo_up9 = new FuzzyRuleConsequent();
servo_up9->addOutput(C1);

FuzzyRule *fuzzyRule18 = new FuzzyRule(18, terang3_terang4, servo_up9);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule18);
}

void loop()
{

int in_ldrLeft = analogRead(ldr_left);
int in_ldrRight = analogRead(ldr_right);
int in_ldrUp = analogRead(ldr_up);
int in_ldrDown = analogRead(ldr_down);

LeftMap = map(in_ldrLeft, 0, 1023, 300, 0); //390 600
rightMap = map(in_ldrRight, 0, 1023, 300, 0); //600
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

upMap = map(in_ldrUp, 0, 1023, 300, 0); //350
downMap = map(in_ldrDown, 0, 1023, 300, 0); //300

//-----
fuzzy->setInput(1, LeftMap);
fuzzy->setInput(2, rightMap);
fuzzy->setInput(3, upMap);
fuzzy->setInput(4, downMap);
fuzzy->fuzzify();
SERVO
//-----
float out_servoUp = fuzzy->defuzzify(1);
float x;
delay(50);
float out_servoupMap = map(out_servoUp, 0, 255, 220, 60); //0, 255, 180, 0
Serial.println(out_servoUp);
Serial.print(prevServoUpValue);

if (prevServoUpValue > 0) {
  Serial.print("hit");
  if (prevServoUpValue < out_servoupMap) {
    for (x = prevServoUpValue; x <= out_servoupMap; x++){
      Serial.println("\nServoAtas ");
      Serial.println(x);
      delay(50);
      servoUp.write(x);
    }
  } else {
    for (x = prevServoUpValue; x >= out_servoupMap; x--){
      Serial.println("\n ServoAtas  ");
      Serial.println(x);
      delay(50);
      servoUp.write(x);
    }
  }
  prevServoUpValue = out_servoupMap;
} else {
  prevServoUpValue = out_servoupMap;
}

//delay(500);

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
=====SERVO
=====
float out_servoDown = fuzzy->defuzzify(2);
float c;
delay(50);
float out_servodownMap = map(out_servoDown, 0, 255, 180, 0);
Serial.println("\n value");
Serial.println(out_servoDown);
Serial.println(prevServoDownValue);
Serial.println(out_servodownMap);
if(prevServoDownValue > 0){
  if (prevServoDownValue < out_servodownMap){
    for (c = prevServoDownValue; c <= out_servodownMap; c++){
      Serial.println("\nServoBawah ");
      delay(50);
      Serial.println(c);
      servoDown.write(c);
    }
  } else if (prevServoDownValue == out_servodownMap) {
    delay(50);
  } else {
    for (c = prevServoDownValue; c >= out_servodownMap; c--){
      Serial.println("\nServoBawah ");
      delay(50);
      Serial.println(c);
      servoDown.write(c);
    }
  }
}

prevServoDownValue = out_servodownMap;

//delay(500);

delay(1000);

}
```


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FOTO ALAT



Gambar L-1. Tampak Depan Alat



Gambar L-2. Tampak Atas Alat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Material	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Panel Surya 30 wp	1	290.000	290.000
Sensor LDR	4	3.000	12.000
Motor Servo <i>TD-8120MG</i>	2	200.000	400.000
Raspberry Pi 3 Model B+	1	1.000.000	1.000.000
Accu UPS SMT 12V 7.5ah	1	147.000	147.000
Solar Panel Charger Controller	1	70.000	70.000
Mounting Bracket Panel Surya	1	450.000	450.000
Box Project	2	15.000	30.000
<i>Power Supply</i> 12 V 5 A	1	70.000	70.000
Paket Data Internet	50GB	100.000	100.000
Biaya <i>Hosting</i>	3 Bulan	200.000	200.000
Total			2.769.000