

## RANCANG BANGUN DAN ANALISA UNJUK KERJA SINGLE AXIS SOLARTRACKER BERBASIS LOGIKA FUZZY

<sup>1</sup> Musta'al Rahmatullah, <sup>2</sup> Awan Uji Krismanto <sup>3</sup> Widodo Pudji Muljanto

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang, Indonesia

<sup>1</sup> mustaalrahmatullah@gmail.com, <sup>2</sup> awan\_uji\_krismanto@lecturer.itn.ac.id, <sup>3</sup> widodo\_pm@lecturer.itn.ac.id

**Abstrak**— Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi listrik. Energi Surya dapat dimanfaatkan dengan mengubah energi listrik menggunakan panel surya. Pemanfaatan energi yang belum optimal dikarenakan posisi panel surya tidak tegak lurus dengan sinar matahari. Maka dari itu untuk memaksimalkan sinar matahari diperlukan sistem solar tracker agar sel surya dapat bergerak secara otomatis mengikuti arah pergerakan cahaya matahari agar energi listrik yang dihasilkan lebih optimal. Penelitian ini menggunakan sistem kendali fuzzy logic untuk mengatur posisi panel surya agar selalu tegak lurus menghadap cahaya matahari dengan menggunakan sensor LDR sebagai pendeteksi posisi cahaya matahari. Kendali logika fuzzy akan menggerakkan motor linier untuk melakukan aksi kendali terhadap posisi panel surya agar selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari.

**Kata Kunci:** Solar tracker, single axis, logika fuzzy

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan Zaman pada era global saat ini menyebabkan kebutuhan energi terus meningkat drastis, pada hal ini dikarenakan pertumbuhan jumlah penduduk terus meningkat sehingga dalam sektor ekonomi dan pola konsumsi itu sendiri terus mengalami peningkatan. Namun ketersediaan energi fosil semakin hari semakin menipis. Oleh sebab itu alternative lain yang digunakan yaitu menggunakan energi terbarukan (renewable energy). Kebutuhan akan pemanfaatan sumber energi listrik terbarukan semakin meningkat dengan adanya krisis energi dan juga adanya isu pemanasan global. Berbagai macam sumber energi terbarukan telah dikembangkan oleh para peneliti seperti pembangkit listrik tenaga surya, air, angin, biomassa, pasang surut air laut, panas bumi dan lain-lain. Pada Negara maju sudah banyak yang memakai renewable energi sebagai sumber dayanya.

Energi listrik dari sinar matahari melalui solar photovoltaic (PV) merupakan salah satu alternative yang

populer pengganti listrik dari pembangkit dengan bahan bakar fosil. Listrik dari tenaga matahari ini menarik karena ketersediaan sumber energinya terjamin dan biaya operasionalnya rendah, yaitu dibawah 1 USD per watt [1,2]. Panel surya statis umumnya menghasilkan listrik kurang lebih 4,5 kWh/hari/m<sup>2</sup> (tergantung pada lokasi di permukaan bumi) jumlah listrik yang dibangkitkan tersebut dapat ditingkatkan dengan membuat panel surya untuk bergerak mengikuti matahari. Beberapa penelitian tentang pelacakan panel surya dilakukan sejak tahun 2000. Misalnya paulek dkk memanfaatkan rotor dinamis untuk menggerakkan panel surya atas dasar panas yang diterima [3]. Akurasi sistem ini masih sangat rendah karena sangat tergantung pada panas yang didapatkan.

Radiasi matahari terdiri dari tiga jenis radiasi langsung, radiasi hambur radiasi total ketika cuaca mendung atau pada saat solar cell basah, solar cell tidak dapat menangkap radiasi matahari yang cukup untuk menghasilkan Listrik (M Helmi, 2019)

Panel surya digunakan secara umum hanya untuk kondisi tetap atau statis, sedangkan intensitas cahaya matahari selalu berubah berdasarkan sudut cahaya matahari terhadap panel surya. Tentu dengan kondisi statis tersebut intensitas cahaya matahari yang diserap panel surya menjadi tidak optimal. Intensitas cahaya matahari dapat diserap dengan optimal oleh panel surya jika posisi matahari berada tegak lurus terhadap panel surya. Agar cahaya matahari dapat diserap oleh panel surya secara optimal membutuhkan alat penjejak cahaya matahari.

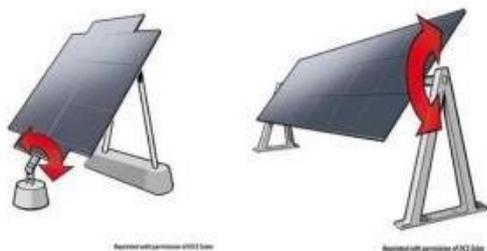
Selain itu masalah panel surya adalah memiliki efisiensi yang rendah dalam menghasilkan daya output maksimum dari matahari. Untuk mengatasi masalah ini banyak penelitian telah dilakukan efisiensi daya keluaran dengan menggunakan sistem pacak surya atau solar tracker. (suwanti, 2018)

Dengan demikian efisiensi energi matahari dapat ditingkatkan dengan menerapkan sistem pelacakan atau solar tracker agar mendapatkan titik daya maksimum untuk panel

surya. Dalam pengendalian sistem penjejak ini diperlukan suatu metode yang dapat mempermudah kita untuk pengontrolan alat. Yaitu dengan metode fuzzy logic (MFL) yang prinsip kerjanya menyerupai system kendali pada manusia. Maka diharapkan dapat mengedalikan penjejak matahari agar dapat beroperasi dengan maksimal.

## II. KAJIAN PUSTAKA

*Single Axis Tracking* adalah alat yang digunakan untuk memanfaatkan sinar matahari pada solar cell secara maksimal dengan mengikuti arah matahari dari timur ke barat. Bergerak mengikuti sumbu putar vertical. Sumbu putar vertical pada tracking matahari dimaksudkan untuk mengikuti sudut azimuth matahari yang di ukur dari timur ke barat. Secara umum penjejak matahari diklasifikasikan menjadi dua yaitu jejak matahari satu sumbu dan penjejak matahari dua sumbu. Penjejak matahari sumbu dibedakan menjadi dua yaitu penjejak matahari sumbu vertical dan penjejakan sumbu horizontal [9]. *Solar tracker single axis* ini dilengkapi dengan 2 sensor LDR sebagai pendeteksi Cahaya matahari yang berfungsi sebagai pennggerak panel surya untuk mengikuti dimana cahaya matahari berada. Sebagai penggeraknya alat ini dilengkapi dengan motorlinier.



Gambar 1. Vertical dan Inclined Rotating Axis

### ARDUINO NANO

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-

B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech



Gambar 2. Arduino Nano

### PANEL SURYA

Panel surya atau solar panel adalah suatu komponen yang terdiri dari sel surya yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Panel surya bekerja tidak hanya pada saat ada matahari saja, meskipun malam hari sistem panel surya tetap dapat menyuplai kebutuhan energi listrik. Pada penelitian ini, jenis panel surya yang digunakan ialah panel surya berjenis polycrystalline, karena panel surya jenis ini memiliki umur yang panjang, efisiensi yang baik, biaya instalasi yang lebih rendah, dan panel surya ini cocok digunakan pada saat cuaca tidak menentu. [16]



Gambar 3. Solar Charge Controller

### AKI/BATRAI

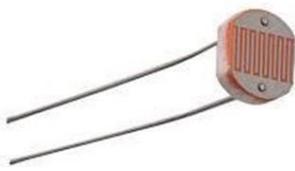
Baterai atau aki adalah suatu alat yang merubah besaran kimia menjadi besaran listrik. Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Pada penelitian ini baterai sangat berguna untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya pada siang hari dan kemudian energi listrik tersebut dapat digunakan oleh beban yang dibutuhkan waktu malam hari.



Gambar 4. Aki/Batrai

#### LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR)

*LDR (Light Dependent Resistor)* adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat berubah- ubah sesuai intensitas cahaya yang diterima oleh sensor ini. Maka dapat dikatakan semakin besar nilai intensitas cahaya yang diterima maka semakin kecil nilai resistansinya, begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai intensitas cahaya yang diterima maka semakin besar nilai resistansinya. [8] pada umumnya sensor ini memiliki nilai hambatan sebesar  $200\text{ K}\Omega$  dalam kondisi sedikit cahaya (gelap) dan nilai hambatan akan menurun menjadi  $500\ \Omega$  dalam kondisi terang. Pada penelitian ini sensor yang digunakan untuk menangkap sinar Cahaya matahari.



Gambar 5. Sensor LDR

#### SOLAR CHARGE CONTROLLER

Solar *Charge* Controller adalah suatu peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah dari panel surya yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller dapat mengatur overcharging dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Adapun beberapa fungsi detail dari solar charge controller ialah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging dan overvoltage
- Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge dan over loading
- Monitoring temperatur



Gambar 6. Solar Charge Controller

#### MOTOR LINIER

Sistem *tracking* ini menggunakan beberapa komponen utama mikrokontroler arduino nano, dua sensor LDR, driver motor, actuator linear sensor arus dan sensor tegangan. Metode Fuzzy diterapkan dalam sistem melalui arduino nano tujuannya digunakannya metode fuzzy ini adalah untuk meminimalkan konsumsi daya dan memaksimalkan energi matahari. Arduino mengontrol keseluruhan kinerja sistem kemudian fuzzy memberikan kesimpulan atau keputusan utama mengenai posisi mana panel surya harus memutar arah rotasinya. Sensor LDR yang telah terpasang digunakan untuk mendeteksi perubahan arah matahari, dengan itu pelacakan cahaya matahari dapat dilakukan. Output sensor diteruskan ke mikrokontroler arduino yang selanjutnya digunakan input fuzzy logic. Kemudian fuzzy memberikan keputusan ke driver motor untuk memutar actuator linear ke arah timur-barat ke posisi panel surya agar tegak lurus dengan cahaya matahari sehingga intensitas cahaya matahari dapat dimaksimalkan kemudian hasil dari intensitas matahari yang diterima panel surya akan dibaca oleh sensor arus dan sensor tegangan dan akan ditampilkan di serial monitor arduino maupun di GUI solar tracker

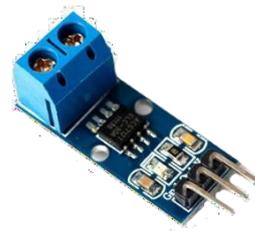


Gambar 7. Linier Actuator

#### SENSOR ARUS (ACS712)

Sensor ACS712 adalah salah satu komponen elektronika yang dapat mendeteksi adanya aliran arus listrik bolak-balik maupun searah. Sensor ACS712 memiliki ketepatan pembacaan yang tinggi, karena sensor ACS712 terdapat rangkaian low-offset linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari bahan tembaga.

Cara kerja dari sensor arus ACS712 adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalam sensor ACS712 kemudian menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.



Gambar 8. Sensor Arus ACS721

**SENSOR TEGANGAN DC**

Sensor tegangan DC adalah salah satu komponen elektronika yang dapat mendeteksi adanya tegangan listrik searah. Modul sensor tegangan terdapat 2 resistor, yaitu: 7,5kΩ dan 30kΩ yang digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga tegangan vcc menjadi 5 kali lebih kecil.



Gambar 9. Sensor Tegangan DC

**KENDALI LOGIKA FUZZY**

Perancangan yang dibangun pada makalah ini terkait sistem pengontrol Logika Fuzzy. Perlu diketahui terlebih dahulu bahwa model Logika Fuzzy merupakan hubungan input-output yang berisi Fuzzifier, mesin inference, defuzzifier dan sebuah basis aturan Fuzzy (*Fuzzy Rule Base*)

**A. Input dan Output**

Untuk menjalankan pengontrolan Logika Fuzzy dalam suatu program, langkah pertama adalah mengidentifikasi variable input dan output fuzzy. Dalam perencanaan ini terdapat 1 set input dan output dimana setiap output dikendalikan oleh satu input. setiap input berasal dari dari perbedaan nilai output antara dua sensor LDR untuk mengontrol output yang merupakan rotasi motor. Oleh karna itu setiap input akan mengontrol satu output pada arah Timur-Barat

**B. Fuzzification**

Fuzzyfication adalah proses mengubah nilai crisp menjadi variable linguistic (fuzzy) yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan satu fungsi keanggotaannya masing-masing. Misalnya ketika S1 mendeteksi intensitas cahaya lebih tinggi dari pada S2 maka himpunan fuzzy ditentukan negative.

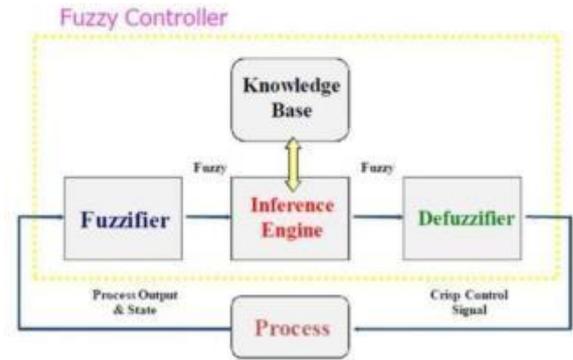
**C. Knowledge Base**

Pengontrolan Logika Fuzzy terdiri dari data base dan basis aturan. Aturan control fuzzy dalam perancangan solar tracker ini disasarkan pada proses model fuzzy, yang berarti bahwa aturan control fuzzy IF-THEN dibuat untuk melacak maksimum intensitas cahaya matahari. Metode ini sedikit rumit dari pada metode lain, tetapi menghasilkan kinerja dan keandalan yang lebih tinggi.

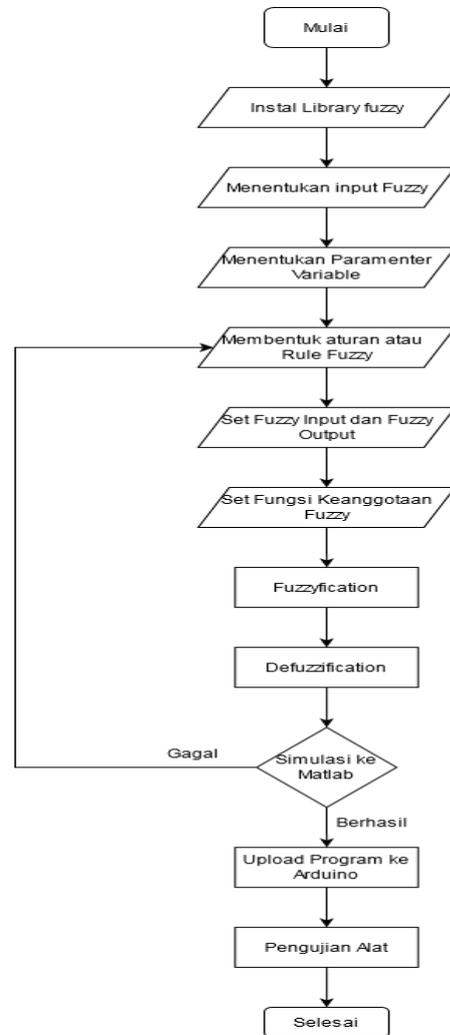
**D. Defuzzifikasi**

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam sistem fuzzy logic dimana tujuannya untuk mengkonversikan setiap hasil dari inference engine yang diekspresikan dalam

bentuk fuzzy set kesatuan bilangan real. Hasil konversi tersebut merupakan aksi yang diambil oleh sistem kendali fuzzy.



Gambar 10. Diagram Blok Fuzzy Logic Controller

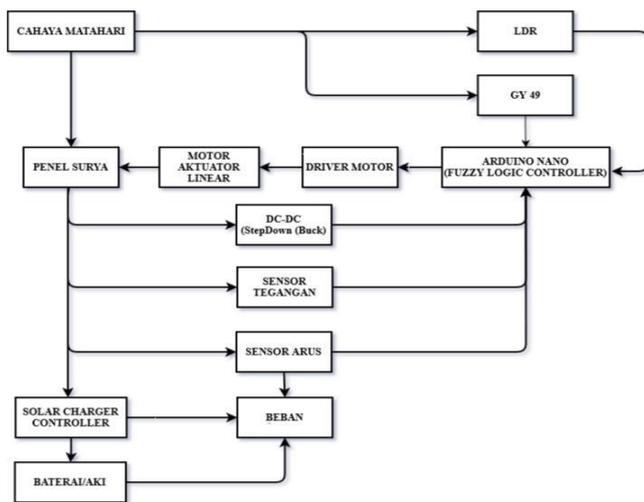


Gambar 11. Flowchart pembuatan sistem Fuzzy

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### PEPENELITIAN SISTEM

Dalam penelitian ini akan membahas mengenai tracking solar panel menggunakan metode Logika Fuzzy. Dimana Logika fuzzy berfungsi untuk melakukan prediksi sudut atau arah dari cahaya matahari dan mempelajari pola pergerakan dari intensitas cahaya matahari. Sehingga penggunaan aplikasi yang bekerja melalui sistem Logika Fuzzy akan menyimpan nilai intensitas yang diterima LDR yang nantinya dieksekusi oleh Logika Fuzzy untuk pergerakan actuator linear agar pola pergerakan dari matahari dengan langkah yang tepat dan bersifat efektif. Dimana sensor LDR (Light Dependent Resistor) berfungsi sebagai sensor sekaligus input dari Logika Fuzzy. Lalu pola yang telah dipelajari Logika Fuzzy akan disimpan kedalam Mikrokontroler Arduino. Dan output dari program tersebut akan menggerakkan motor actuator linear dan menggerakkan panel surya agar mengikuti arah pergerakan cahaya matahari. Kemudian hasil dari intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya akan dibaca oleh sensor arus dan tegangan akan ditampilkan di serial monitor Arduino dan GUI solar tracker



Gambar 12. Blok Diagram Rancangan Sistem

Berikut adalah penjelasan mengenai tiap-tiap komponen yang digunakan dalam perancangan alat tersebut:

1. Solar panel, berfungsi sebagai alat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic.
2. Sensor cahaya LDR, berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk menangkap sinar cahayamatahari dan sebagai input dari arduino.
3. Motor aktuator linear, berfungsi sebagai alat penggerak untuk menggerakkan panel surya menghadap matahari agar mendapatkan energi secara maksimal.
4. Driver motor, berfungsi untuk mengatur kerja pada motor akutuator linear
5. Arduino uno, berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh rangkaian, dimana arduino ini menerima data

dari sensor LDR kemudian datatersebut dikalibrasi dan ditraining oleh Logika Fuzzy. Lalu data hasil training akan menjadi output untuk menggerakkan motor motor actuator linear Arduino ini juga menghaislkan output berupa sensor tegangan, sensor arus,dan sensor cahaya GY49 yang di tampilkan pada serial monitor dan GUI solar tracker

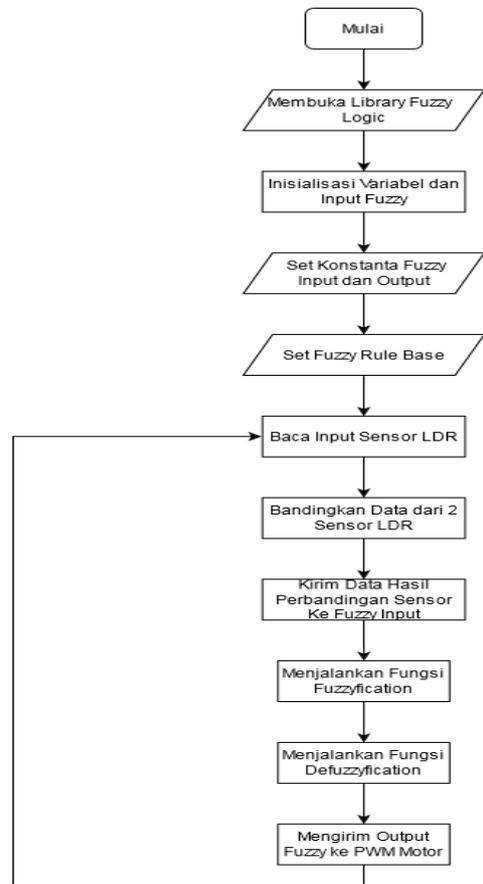
6. Sensor tegangan, berfungsi sebagai alat pembaca nilai tegangan yang dikeluarkan panel surya dan sebagai input Arduino
7. Sensor arus, berfungsi sebagai alat pembaca nilai arus yang dikeluarkan panel surya dan sebagai input arduino
8. Sensor Cahaya GY 49, berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk pendeteksi besaran nilai cahaya yang ditangkap dalam satuan lux.
9. DC-DC StepDown (Buck), berfungsi sebagai penurunan tegangan panel surya menjadi 5V agar dapat digunakan pada Arduino nano
10. Solar charge controller, berfungsi sebagai alat untuk mengatur arus searah dari panel surya yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.
11. Baterai, berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya pada siang hari dan kemudian energi listrik tersebut dapat digunakan oleh beban yang dibutuhkan waktu malam hari.

#### CARA KERJA SINGLE AXIS SOLAR TRACKER

Sistem tracking ini menggunakan beberapa komponen utama mikrokontroler arduino nano, duasensor LDR, driver motor, actuator linear sensor arus dan sensor tegangan. Metode Fuzzy diterapkan dalam sistem melalui arduino nano tujuannya digunakannya metode fuzzy ini adalah untuk meminimalkan konsumsi daya dan memaksimalkan energi matahari. Arduino mengontrol keseluruhan kinerja sistem kemudian fuzzy memberikan kesimpulan atau keputusan utama mengenai posisi mana panel surya harus memutar arah rotasinya. Sensor LDR yang telah terpasang digunakan untuk mendeteksi perubahan arah matahari, dengan itu pelacakan cahaya matahari dapat dilakukan. Output sensor diteruskan ke mikrokontroler arduino yang selanjutnya digunakan input fuzzy logic. Kemudian fuzzy memberikan keputusan ke driver motor untuk memutar actuator linear ke arah timur-barat ke posisi panel surya agar tegak lurus dengan cahaya matahari sehingga intensitas cahaya matahari dapat dimaksimalkan kemudian hasil dari intensitas matahari yang diterima panel surya akan dibaca oleh sensor arus dan sensor tegangan dan akan ditampilkan di serial monitor arduino maupun di GUI solar tracker



Gambar 13. Flowchart Cara Kerja Rangkaian



Gambar 15. Flowchart program Fuzzy

**PEMROGRAMAN ARDUINO**

Fungsi dari program disini antara lain yaitu, mengolah data yang diterima oleh sensor LDR dengan metode fuzzy selanjutnya akan memberikan output berupa lebar pulsa yang digunakan untuk menggerakkan linier actuator

```

solar_tracker_fuzzy (Arduino 1.8.10)
File Edit Shell Tools Help

solar_tracker_fuzzy
#include <Fuzzy.h> //library fuzzy
#include <Wire.h>

// inisialisasi library fuzzy
Fuzzy 'fuzzy = new Fuzzy();

#define pwm0 3 //pin pwm motor II
#define pwm1 9 //pin pwm motor II
#define dirPin0 A0 //pin dir 0
#define dirPin1 A2 //pin dir 1
#define volPin A6 //PIN SENSOR TEGANGAN
#define currentPin A7 //PIN SENSOR ARSIP
#define dir4 A4 //PINAKSI SENSOR 01-49 (DIREKTORIAS CHANGSI)

class offset1 { offset1 = 24; //variabel meluruskan solar tracker
class B=0, A=0, B=0, A=0; //inisialisasi variabel
int input = 0, input2 = 0;

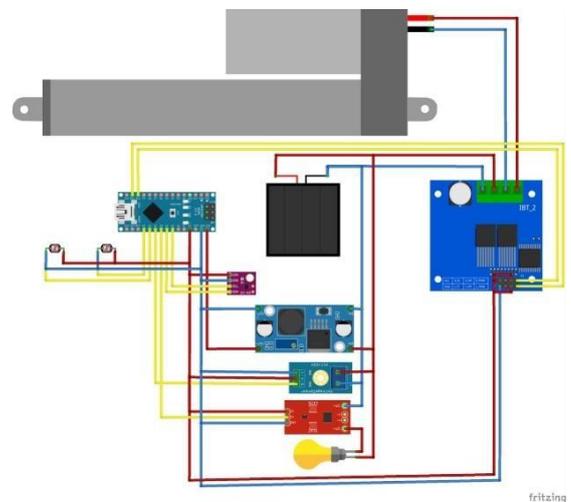
unsigned long dur; //FRASISIA 01-49
double vertDir; //FRASISIA 01-49
class volDir; //FRASISIA SENSOR TEGANGAN

class current;
class sensorVoltage = 44.0;
int addCurrent = 0;
int offsetCurrent = 2500;
double power;
unsigned long currentTime = 50;
unsigned long voltageTime = 50;
unsigned long kiraKiraTime = 200;
  
```

Gambar 14. Program Fuzzy

**SKEMA RANGKAIAN ALAT**

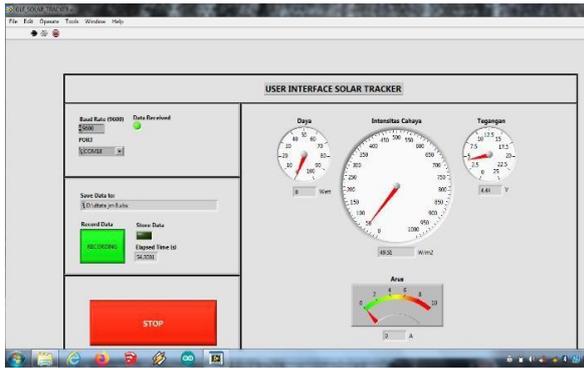
Dalam bagian ini adalah gambar dari skema rangkaian alat keseluruhan sistem dengan membuat rancangan agar memudahkan ketika pembuatan alat



Gambar 15. Rangkaian Alat Keseluruhan

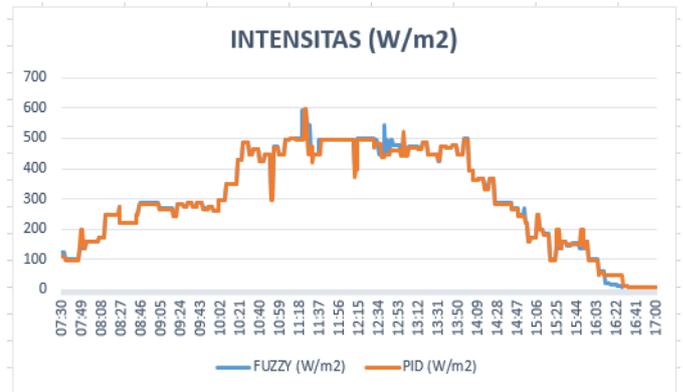
ALAT PENDUKUNG PENGAMBILAN DATA

GUI Solar Tracker



Gambar 16. tampilan GUI Solar Tacker

Berikut ini adalah data hasil pengujian solar panel 100Wp dengan metode tracker yang menggunakan kontrol Logika Fuzzy dan PID sebagai berikut



Gambar 17. Intensitas Cahaya (w/m2)

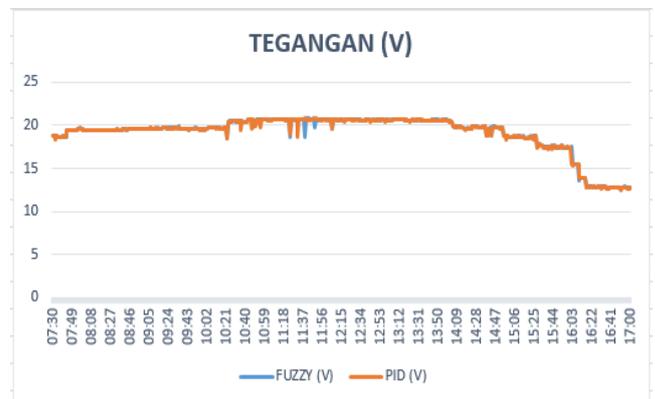
IV. SIMULASI DAN ANALISA

Pengujian solar panel dilakukan untuk mengetahui besaran daya yang dihasilkan oleh panel surya, sedangkan untuk pengujian kontrol Logika Fuzzy dilakukan untuk mengetahui bekerja atau tidaknya sistem tracker menggunakan kontrol Logika Fuzzy. Pengujian ini juga bertujuan untuk membandingkan daya keluaran dari solar panel yang menggunakan tracker single axis metode Logika Fuzzy dengan metode PID. Setelah melewati kontrol Logika Fuzzy, pengujian ini juga bertujuan untuk mengamati apakah solar tracker berfungsi dengan baik yaitu dengan Bergeraknya panel surya ke arah datangnya sumber cahaya, sehingga daya keluaran yang dihasilkan akan lebih maksimal. Adapun pengujian ini dilakukan dengan melihat berdasarkan besarnya nilai tegangna dan arus dari solar panel diwaktu yang berbeda pengujian solar panel ini dimulai pukul 07.30 WIB sampai dengan 17.00 WIB dengan tujuan untuk mengetahui daya yang dihasilkan dari solar panel metode tracker yang menggunakan kontrol Logika Fuzzy dengan PID.

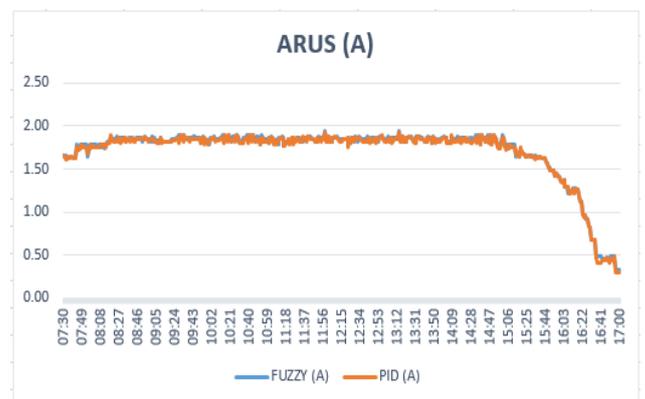
Untuk pengujian sistem kontrol Logika Fuzzy, perlu dilakukan kalibrasi untuk menentukan nilai error dari data perbandingan sensor LDR 1 dengan LDR 2. Kemudian dari hasil kalibrasi tersebut akan ditraining menggunakan software Matlab Logika Fuzzy. Data yang telah ditraining oleh software Matlab disebut nilai yang telah ditetapkan, kemudian nilai tersebut akan dimasukan ke dalam program arduino yang telah diberilibrary Fuzzy.

Untuk memperoleh data arus dan tegangan solar panel metode tracker yang menggunakan kontrol Logika Fuzzy dan PID, selanjutnya dapat diperoleh nilai daya teoritis dari solar panel tersebut yaitu dengan mengalikan nilai tegangan Open Circuit (Voc) dengan nilai arus Short Circuit (Isc) seperti pada persamaan 1 dibawah ini :

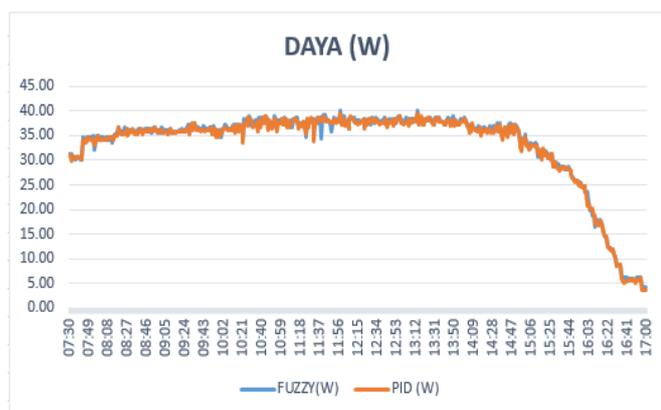
$$Voc \times Isc = \text{Daya Output}$$



Gambar 18. Grafik Tegangan Solar Cell



Gambar 19. Grafik Arus Solar Cell



Gambar 20. Grafik Daya Solar Cell

Dari data di atas dapat dihitung daya rata-rata dari pengujian dimulai dari 07.30 WIB sampai dengan 17.00 WIB dengan menggunakan solar tracker 100 watt dengan metode Fuzzy Logic tegangan dan arus yang didapat sebesar 19.12 Volt dan 1.71 Ampere. Sedangkan pada solar tracker 100 watt dengan metode PID tegangan dan arus yang didapat sebesar 19.10 Volt dan 1.69 Ampere. Dapat disimpulkan bahwa solar tracker dengan metode Fuzzy Logic dan PID memiliki nilai tegangan yang hampir sama, hal ini dikarenakan

solar tracker dengan metode Fuzzy Logic dan PID sama-sama mengikuti arah pergerakan matahari sehingga dapat menyerap energi matahari secara maksimal.

## V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengamatan dan pengujian alat, adapun kesimpulan yang diperoleh ialah:

1. Pengujian solar tracker dengan metode Logika Fuzzy pada jam 07.30 sampai 17.00 menghasilkan rata-rata nilai tegangan 19.12 V dan daya 33.30 W.
2. Pengujian solar tracker dengan metode PID pada jam 07.30 sampai 17.00 menghasilkan rata-rata nilai tegangan
3. 19.10 V dan daya 33.05 W.
4. Pengujian solar tracker dengan metode fuzzy logic pada jam 07.30 sampai 17.00 menghasilkan rata-rata nilai Arus 1.71 A dan metode PID menghasilkan rata-rata nilai Arus 1.69 A
5. Solar tracker dengan metode Logika Fuzzy dan PID memiliki nilai tegangan dan arus yang hampir sama, hal ini dikarenakan solar tracker dengan metode Logika Fuzzy dan PID sama-sama mengikuti arah pergerakan matahari sehingga dapat menyerap energi matahari secara maksimal.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Sumathi, R. Jayapragash, A. Bakshi, and P. Kumar Akella, "Solar tracking methods to maximize PV system output – A review of the methods adopted in recent decade", *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 74, no. July, pp. 130–138, 2017.
- [2] C. J. Yang, "Reconsidering solar grid parity," *Energy Policy*, vol. 38, no. 7, pp. 3270–3273, 2010.
- [3] V. Poulek and M. Libra, "New solar tracker," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 51, no. 2, pp. 113–120, 1998.
- [4] K. K. Tse, M. T. Ho, H. S. H. Chung, and S. Y. R. Hui, "A novel maximum power point tracker for PV panels using switching frequency modulation," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 17, no. 6, pp. 980–989, 2002.
- [5] H. S. H. Chung, K. K. Tse, S. Y. Ron Hui, C. M. Mok, and M. T. Ho, "A novel maximum power point tracking technique for solar panels using a SEPIC or Cuk converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 18, no. 3, pp. 717–724, 2003.
- [6] A. Pandey, N. Dasgupta, and A. K. Mukerjee, "High-performance algorithms for drift avoidance and fast tracking in solar MPPT system," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 23, no. 2, pp. 681–689, 2008
- [7] M. Helmi, D. (2019). *Optimasi Radiasi Sinar Matahari Terhadap Solar Cell*. Volume 7, Nomor 2 Juli 2019, 86.
- [8] Suwarti, W. B. (2018). *Analisa Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya*. Vol 14, No. 3 september 2018; 78-85, 78.
- [9] S. Ray and A. K. Tripathi, "Design and development of Tilted Single Axis and Azimuth- Altitude Dual Axis Solar Tracking systems," in *1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems, ICPEICES 2016*, 2017.
- [10] ETAP. (2016). Retrieved from <http://etap.com/renewableenergy/photovoltaic-101.htm>
- [11] Azwaan Zakariah, Mahdi Faramarzi, Jasrul Jamani Jamiah, Mohd Amri Md Yunus, "Medium Size Dual-Axis Solar Tracking System With Sunlight Intensity Comparison Method And Fuzzy Logic Implementation," *Sciences & Engineering*, pp. 148-149, 2015.
- [12] Dunlop, James P. "Battery and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic System". Florida Solar Energy Center, USA, 1997.
- [13] Fadhil Firdaus, Muhammad. 2017. "Kajian Potensi Energi Surya di Indonesia". <https://icare-indonesia.org/kajian-potensi-energi-surya-di-indonesia-2/>. (Diakses pada 24 September 2020).
- [14] Mubarak, Syahrin; Impron; June, Tania. 2018. "Efisiensi Penggunaan Radiasi Matahari dan Respon Tanaman Kedelai terhadap Penggunaan Mulsa Reflektif".

- [15] Panjaitan, A. L. 2011, "Estimasi Energi Radiasi Matahari Bulanan dan Tahunan dengan Model Solar Energy-Air Temperature".
- [16] Jamian, J. J; Amri Md Yunus, Mohd. 2015. "Dual-Axis Solar Tracking System Based On Fuzzy Logic Control And Light Dependent Resistors As Feedback Path Elements".
- [17] Mardjun, Izran. 2018. "Rancang Bangun Solar Tracking Berbasis Arduino Uno".
- [18] Enggar Alfianto, K Damianus Kowa. 2016. "Rancang Bangun Rumah Budidaya Burung Walet Dengan Sistem Pengendalian Suhu Otomatis Sederhana Menggunakan Arduino UNO".
- [19] Kumar, N. Sathish; Vijayalakshmi, B; Prarthana, R. Jenifer; Shankar, A. 2016. "IOT Based Smart Garbage alert System using arduino UNO".
- [20] Ginting, Filemon. J; Allo, Elia. K; Mamahit, Dringhuzen. J; Tulung, Novi. M. 2013. "Perancangan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535".
- [21] Nasution, Darmeli; Harumy, T. Henny F.; Haryanto, Eko; Fachrizal, Ferry; Julham; Turnip, Arjon (2015). "A classification method for prediction of qualitative properties of multivariate EEG-P300 signals".
- [22] Amato, Filippo; Lopez, Alberto; Pena-menez, Eladia Maria; Vanhara, Petr; Hampl, Ales. 2013. "Artificial Neural Networks In Medical Diagnosis".
- [23] Octavia, Yuan; Afandi, A. N; Putranto, Hari. 2018. "Studi Perkiraan beban Listrik Menggunakan metode Artificial Neural Network".