

Penerapan *Fuzzy Logic Control* Pada *Prototype Solar Tracker* Berbasis *Arduino*

Mochamad Miftah^{1*}, Nurjaya¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}mocham365@gmail.com, ²dosen00370@unpam.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak– Energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang bisa menjadi energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Dan energi matahari dapat dikonversikan menjadi bentuk energi listrik. Beberapa industri maupun rumah tangga sudah menggunakan panel surya sebagai pengkonversi energi matahari dan menjadikan energi listrik. Namun panel surya konvensional tersebut masih belum mendapatkan hasil yang optimal. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, dibutuhkan sebuah alat pengendali menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung didalam sebuah *chip*. Sistem dirancang dengan menggunakan kendali fuzzy metode mamdani. Metode mamdani merupakan salah satu metode inferensi *fuzzy*, Metode mamdani memiliki kelebihan lebih mudah direalisasikan ke dalam bahasa pemrograman dan lebih mudah dimengerti. Sistem pengendali yang telah dibangun terbukti dapat mengendalikan pergerakan panel surya terhadap cahaya matahari sehingga dapat meningkatkan daya listrik yang diperlukan.

Kata Kunci: Sistem Kendali *Fuzzy*, *Inference System* Metode Mamdani, *Solar Tracker*, *Arduino Uno*

Abstract– *Solar energy is a renewable energy that can be an alternative energy that can be used for industrial and household needs. And solar energy can be converted into electrical energy. Several industries and households already use solar panels to convert solar energy and make electrical energy. However, conventional solar panels still do not get optimal results. To get optimal results, a control device using a microcontroller is needed. A microcontroller is a complete microprocessor system contained in a chip. The system is designed using the Mamdani fuzzy control method. The Mamdani method is a fuzzy inference method. The Mamdani method has the advantage of being easier to implement in a programming language and easier to understand. The control system that has been built is proven to be able to control the movement of solar panels in relation to sunlight so that it can increase the required electrical power.*

Keywords: *Fuzzy Control System, Mamdani Method Inference System, Solar Tracker, Arduino Uno*

1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan yang banyak banyak dikembangkan saat ini adalah panel surya. Penggunaan cahaya matahari sebagai sumber energi sangat memungkinkan dalam pembangkitan energi listrik terutama pada daerah katulistiwa khususnya Indonesia. Energi panas matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang bisa menjadi energi alternatif berupa irradiasi. Energi ini tidak akan pernah habis walaupun digunakan terus – menerus. Energi tersebut merupakan sumber alternatif yang dapat dirubah menjadi energi listrik yang ramah lingkungan yang diolah menggunakan panel solar cell atau panel surya.

Panel surya adalah suatu alat yang terdiri dari sel surya untuk mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Panel Surya. Solar cell yang terpasang kebanyakan bersifat statis atau ditempatkan melekat pada salah satu bagian bangunan yang memungkinkan menerima cahaya seperti pada atap rumah atau dinding bangunan. Hal ini mengakibatkan penyerapan energi matahari oleh solar cell optimal pada jam tertentu saja. Agar penyerapan energi matahari dapat diterima dari lebih optimal, maka dibutuhkan sistem yang selalu mengikuti arah matahari yang disebut solar tracking atau solar tracker.

Solar tracker adalah alat penggerak solar cell yang dibuat secara otomatis bergerak pada sudut 0° - 180° dan sebaliknya. Dimana kerja penggerak tersebut dilakukan oleh motor dan sensor yang berfungsi untuk melacak penerimaan energi matahari oleh solar cell. Perancangan solar tracker yang dibuat merupakan prototype menggunakan sensor cahaya berupa LDR (*Light Dependent Resistor*) dan untuk modul yang mengeksekusi menggunakan system kerja *Arduino*. Metode –

metode yang sering digunakan dalam proses menjalankan prototype solar tracker, yaitu dengan menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy dan *Fuzzy Logic*.

Metode Fuzzy digunakan untuk melakukan Tracking pada sistem Panel Surya. Motor Servo akan digunakan sebagai penggerak Panel Surya. Dari penelitian diperoleh bahwa dengan rancangan yang dikembangkan dapat mengoptimalkan sistem Solar panel dengan menghasilkan Tegangan yang lebih besar dan arus yang lebih besar dibandingkan dengan solar panel yang sifatnya statis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Logika Fuzzy

Teori himpunan logika fuzzy di kembangkan oleh Professor Lofti A. Zadeh pada tahun 1965, ia berpendapat bahwa logika benar dan salah dari logika boolean konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti logika boolean, logika fuzzy mempunyai nilai yang kontinu. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Berdasarkan hal tersebut diatas logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan suatu permasalahan yang matematis, dimana konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.

Logika fuzzy merupakan generalisasi dari logika klasik (Crisp Set) yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika fuzzy nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah. Fuzzy logic berhubungan dengan ketidakpastian yang telah menjadi sifat alamiah manusia, mensimulasikan proses pertimbangan normal manusia dengan jalan memungkinkan komputer untuk berperilaku sedikit lebih seksama dan logis daripada yang dibutuhkan metode komputer konvensional.

Pada penelitian ini diusulkan implementasi solar tracker dengan menggunakan *fuzzy logic* yang memiliki kompleksitas rendah sehingga tidak membebani sistem. *Fuzzy* ini diimplementasikan pada mikrokontroler berbasis Arduino. Fuzzy yang digunakan akan memanfaatkan nilai tegangan dan arus yang timbul dari sensor cahaya sebagai acuan untuk mengubah posisi panel surya dinamis agar mendapatkan radiasi matahari yang lebih tinggi daripada panel surya statis.

2.2 Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki dua kemungkinan, yaitu: Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan atau Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x] = 0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x] = 1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . Kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas terkadang menimbulkan kerancuan, karena memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:

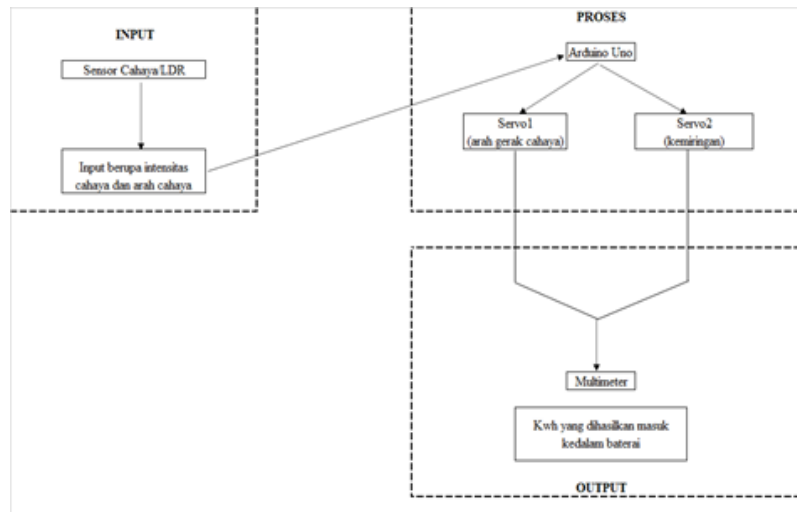
- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 25,40,60.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Perangkat

Implementasi adalah tahap penerapan sekaligus pengujian bagi sistem baru serta merupakan tahap dimana aplikasi siap dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, efektifitas sistem baru akan diketahui secara pasti, juga untuk semua kelebihan dan kekurangan sistem dan aplikasi program. Berdasarkan hasil analisa dan desain yang telah dilakukan, berikut ini gambar implementasi setiap perangkat dan rule yang dibuat.

a. Rule Prototype Solar Tracker

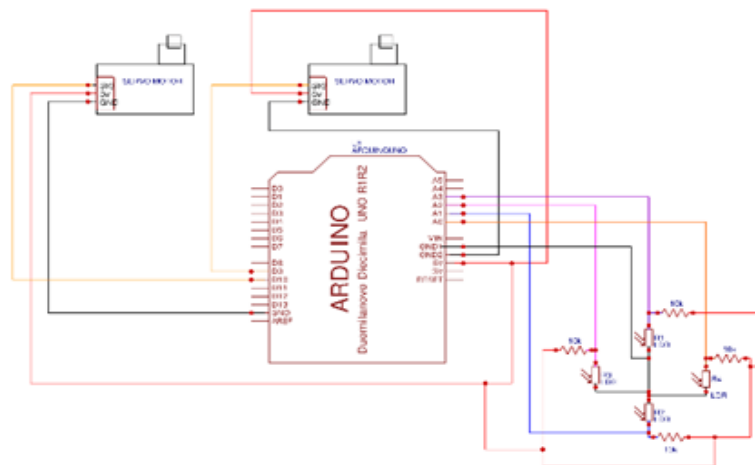


Gambar 1. Rule Prototype Solar Tracker

Gambar diatas merupakan rancangan rule prototype solar tracker, yang berfungsi sebagai jalannya proses perangkat.

b. Rangkaian Komponen Sistem Solar Tracker

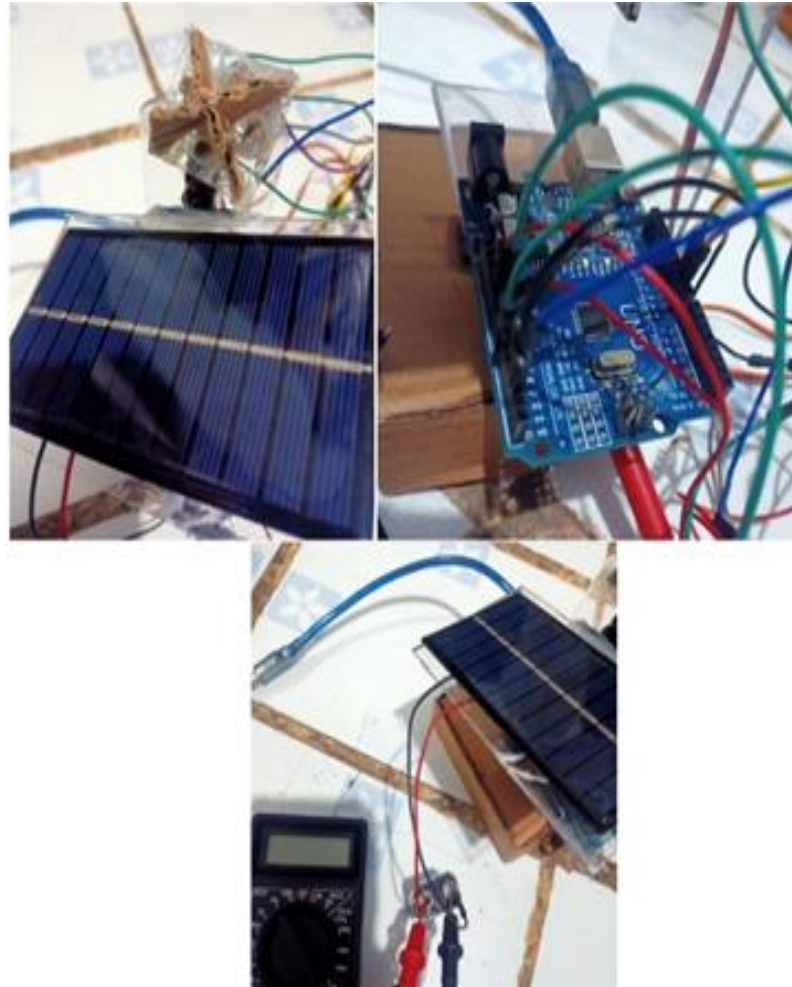
Rangkaian komponen sistem yang digunakan dalam implementasi sistem ini yaitu Arduino Uno, Sensor Cahaya atau LDR (*Light Dependent Resistor*), Motor Servo, dan Kabel Jumper.



Gambar 2. Rangkaian Komponen Sistem Solar Tracker

Gambar diatas merupakan rancangan komponen sistem solar tracker yang merupakan bagian utama pada sistem ini, dimana untuk menjalankan proses dari prototype solar tracker ini.

c. Rangkaian Prototype Solar Tracker



Gambar 3. Rangkaian *Prototype Solar Tracker*

Gambar diatas merupakan rangkaian solar tracker yang telah dibuat, dimana semua komponen disatukan dan dibuat sebuah alat untuk menjalankan solar tracker.

4. IMPLEMENTASI

4.1 Pengujian *Solar Tracker*

Pengujian ini dilakukan setelah semua komponen terpasang dengan baik dan program kontrol telah diunggah pada mikrokontroler arduino uno. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu dengan lampu pijar atau flash dan secara langsung. Pengujian dengan flash dilakukan didalam ruangan yaitu dengan menghidupkan rangkaian terlebih dahulu. Saat rangkaian aktif, kontroler mulai bekerja mendeteksi sensor cahaya, motor akan digerakkan untuk mengarahkan panel ke titik yang paling terang dalam ruangan. Karena ruangan menggunakan lampu yang dipasang di plafon akan tetapi untuk pengujian panel surya ini menggunakan flash agar solar tracker dapat bergerak ke arah flash yang digerakan dari timur ke barat dan kembali ketimur lagi. Tampak panel bergerak otomatis mengikuti gerak cahaya sampai cahaya dimatikan. Dengan percobaan ini hasil 50 sedemikian rupa maka dapat disimpulkan alat kontrol panel atau solar tracker telah bekerja dengan baik dan benar. Pengujian selanjutnya adalah menguji secara langsung diluar ruangan dengan sinar matahari. Berikut data hasil pengujian kemiringan dilakukan selama beberapa jam dan hasil pengukuran daya *solar tracker*.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kemiringan *Solar Tracker*

Waktu	Derajat Sudut Panel
09.00 – 10.00	45°
12.00 – 13.00	90°
15.00 – 16.00	135°

Data diatas adalah menunjukkan bahwa 15 derajat batas gerak maksimal arah timur dan pada jam 09.00 – 10.00 panel bergerak miring 45°, sedangkan batas maksimal arah gerak barat adalah 180 derajat. Untuk arah vertikal keatas adalah 90 derajat arah ini diperoleh saat jam 12.00 – 13.00 siang, dimana posisi matahari tepat diatas kepala dengan intensitas paling tinggi. Dan pada jam 15.00 – 16.00 panel surya bergerak 135° ke arah barat sesuai dengan arah gerak matahari.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran *Solar Tracker*

Jam	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
09.00 – 10.00	6,05	1,53	9,25
12.00 – 13.00	6,23	1,73	10,77
15.00 – 14.00	6,16	1,21	7,45

Berikut pengujian validasi hasil pengujian akurasi sistem, untuk mengetahui keakuratan fuzzy logic control dengan melakukan pengambilan data satu hari full daya yang dihasilkan pada panel surya statis dan membandingkannya dengan solar tracker menggunakan fuzzy logic control. Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Pengujian Validasi Hasil Akurasi Sistem

Jam	Daya		Selisih
	Static	Solar Tracker <i>Fuzzy Logic</i>	
09.00 – 10.00	7,54	9,25	1,72
12.00 – 13.00	9,71	10,77	1,06
15.00 – 16.00	7,29	7,45	0,16
Daya rata - rata	8,18	9,15	0,98

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil ujicoba solar tracker menggunakan *fuzzy logic* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Telah berhasil dirancang prototype solar tracker menggunakan *fuzzy logic* berbasis arduino uno.
- Daya rata – rata yang dihasilkan oleh panel surya *static* yaitu sebesar 8,18 watt.
- Daya rata – rata yang dihasilkan oleh solar tracker menggunakan *fuzzy logic* berbasis arduino uno yaitu 9,15 watt.
- Peningkatan daya dari panel surya dengan solar tracker menggunakan *fuzzy logic* berbasis arduino uno yaitu 11%.

5.2 Saran

Mengingat berbagai keterbatasan yang dialami peneliti terutama masalah pemikiran dan waktu, maka peneliti menyarankan untuk pengembangan penelitian dimasa yang akan datang sebagai berikut:



- a. Diharapkan prototype solar tracker ini dapat dikembangkan dengan metode – metode kendali *fuzzy* yang lain dan metode pengembangan yang lain.
- b. Diharapkan dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan konsep *Internet Of Things*.
- c. Diharapkan dapat dikembangkan lagi dengan mengimplementasikan aplikasi pemantauan dan alat pendukung lain yang lebih baik.

REFERENCES

- Yandi, W., Syafii, & Pulungan, A. B. (2017). TRACKERTIGA POSISI PANEL SURYA UNTUK PENINGKATANKONVERSI ENERGI DENGAN CATU DAYA RENDAH. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 160-167.
- Rezkyanzah, J., Purba, L. P., & Putra, C. A. (2016). PERANCANGAN SOLAR TRACKER BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PENUNJANG SISTEM KERJA SOLAR CELL DALAM PENYERAPAN ENERGI MATAHARI. *E-Journal UPN "Veteran" Jatim*, 55-60.
- Lubis, M. N. (2021). PERANCANGAN PROTOTYPE PEMANFAATAN PANEL SURYA PADA SISTEM PENGAMANAN PORTAL KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR GERAK. *Electrical Engineering*.
- Wikipedia. (2022, December 20). *Photovoltaics*. Retrieved from Wiki Article: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaics>
- Winarno, I., & Wulandari, F. (2017). SOLAR TRACKING SYSTEM SINGLE AXIS PADA SOLAR SEL UNTUK MENGOPTIMALKAN DAYA DENGAN METODE ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-10.
- Achadiyah, A. N., & Sari, S. M. (2019). PERANCANGAN SOLAR TRACKER PHOTOVOLTAIC CELLS DENGAN METODE FUZZY LOGIC. *G Tech Journal Teknologi Terapan*, 37-41.
- Saputra, A. J., Erfianto, B., Saputra, M. A., Prabowo, S., & Swastika, N. A. (2019). IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC CONTROL PADA PELACAKAN PANEL SURYA. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, 25-31.