Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan

https://jurnal.unibrah.ac.id/index.php/JIWP

Vol. 7, No.2, April 2021

Optimasi Daya Pada Panel Surya Dengan *Solar Tracker System Dual Axis* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic Controller*

Rizqi Andika Prasetyo [1], Arnisa Stefanie[2], Wilma Nurrul Adzillah[3]

[1]Mahasiswa Universitas Singaperbangsa Karawang
[2,3] Dosen Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang,
Email: 1510631160103@student.unsika.ac.id, elektro@unsika.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima: 2 Maret 2021
Direvisi: 20 Maret 2021
Dipublikasikan: April 2021

e-ISSN: 2089-5364
p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.4657052

Abstract:

One of the alternative energies that almost includes the criteria for being safe for the environment is solar energy. Fuzzy logic mapping is carried out on the matlab using the sugeno fuzzy method with a system that has 4 inputs and 2 outputs. Fuzzy logic is a method used for solar trackers in order to optimize the power on solar panels. Membership function for LDR 1, LDR 2, LDR 3 and LDR 4 values are Low (0-400), Medium (100-900), and High (600-1023), respectively. Comparison between static solar panels and dual axis solar tracker solar panels results in power optimization obtained by 27.75%.

Keyword: *Solar Tracker, Dual Axis, Fuzzy Logic*

PENDAHULUAN

Masalah energi merupakan topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber enargi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas. Salah satunya energi alternatif yang hampir mencakup kriteria aman bagi lingkungan adalah energi matahari (Fishbane, Gasirowicz, & Thornton, 1996).

Matahari merupakan salah satu dari beberapa energi yang jumlahnya tidak terbatas, bahkan peran matahari adalah sebagai energi yang dapat diperbarui yang artinya kesedianannya di muka bumi ini sangat cukup melimpah, khususnya di wilayah Indonesia. Dalam pemanfaatannya sebagai energi listrik, energi matahari dikonversikan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panel surya (solar photovoltaic) (Utomo, Hardianto, & Kaloko, 2017). Produksi listrik terbesar untuk skenario BaU (*Business as Usual*) berasal dari PLTS, dikarenakan potensi

surya yang merata hampir di setiap wilayah Indonesia, semakin murahnya harga komponen listrik dari PLTS serta adanya program solar-rooftop pada rumah mewah dan Lampu Tenaga Surya Hemat Energi (LTSHE) (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2019).

Panel surya (*solar cell*) merupakan suatu komponen yang dapat digunakan dalam proses pengubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada kenyataannya, efisiensi sinar matahari pada *solar cell* saat ini masih rendah, hal ini disebabkan karena pemasangan yang statis dan kurangnya serapan sinar matahari pada pagi dan sore hari. Hal tersebut berdampak pada hasil keluaran tegangan sel surya (Salahudin, Prayitno, & Sari, 2014).

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, panel surya harus diatur agar permukaan panel surya tegak lurus dengan arah datang sinar matahari. Pengontrolan panel surya dapat dilakukan dengan penerapan solar tracking system (Tanaya, 2016). Sistem solar tracker diklasifikasikan menjadi dua, yaitu single-axis dan dual-axis. Dalam sistem dual-axis sudut yang dikendalikan yaitu sudut yaw dan sudut pitch, sedangkan pada sistem single-axis yang dikendalikan adalah salah satu dari kedua sudut tersebut (Hilman & Musyafa, 2014).

Untuk mengendalikan sistem dual axis pada solar tracker dibutuhkan suatu sistem kendali yang diharapkan dapat mengontrol panel surya agar selalu mendapatkan posisi tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Fuzzy Logic Control (FLC) merupakan salah satu aplikasi dari logika fuzzy di bidang sistem kendali. FLC telah digunakan di beberapa sistem dinamik dari mulai yang sederhana sampai yang kompleks. Kelebihan dari FLC salah satunya adalah tidak diperlukannya model matematis dari plant yang akan dikendalikan. Mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada pengendali sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung (Wahab, Sumardiono, Al Tahtawi, & Mulayari, 2017).

Penelitian ini akan membuat prototipe sistem kendali penjejak sinar matahari pada panel surya, sebagai salah satu pengembangan teknologi konservasi energi dengan memanfaatkan energi matahari. Sistem kendali berupa fuzzy logic dibuat untuk mendeteksi dan mengikuti arah matahari sehingga panel surya dapat menerima intensitas cahaya matahari yang optimal dan menghasilkan nilai tegangan, arus, dan daya yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya statis.

a. Sel Surya

Sel surya merupakan teknologi yang bekerja menggunakan prinsip p-n junction antara semikonduktor bertipe-p dan semikonduktor bertipe-n. Struktur semikonduktor bertipe-p memiliki kelebihan muatan positif (hole) sedangkan semikonduktor bertipe-n memiliki kelebihan muatan negatif (elektron). Sel surya mempunyai prinsip kerja dengan memanfaatkan efek photovoltaic (photo artinya cahaya dan voltaic artinya listrik) yang terbuat dari silikon berkristal tunggal. Cahaya matahari akan diterima dan diserap ke dalam semikonduktor dan energi foton yang dibawa oleh cahaya matahari tersebut akan mempengaruhi elektron yang ada di dalamnya. Energi tersebut akan menggerakkan elektron bebas sehingga elektron akan bergerak ke arah tertentu. Pergerakan elektron inilah yang disebut sebagai arus listrik (Fathurrahman, Nugraha, & Sumaryo, 2019).

b. Panel Surya

Photovoltaic atau solar panel atau juga disebut modul surya merupakan sebuah piranti yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. terdiri dari kumpulan sel surya yang dipasang secara seri (Tanaya, 2016).

c. Sistem Penggerak Dual Axis

Sistem penggerak sel surya merupakan sebuah penggerak yang dipasang pada sel surya untuk mengatur posisi sel surya agar dapat terarah sesuai arah datangnya sinar matahari. Posisi sistem penggerak sel surya yang paling besar menerima cahaya matahari adalah saat tegak lurus dengan arah datang cahaya matahari tersebut. Dalam sistem penggerak sel surya ini harus dapat menyesuaikan posisinya terhadap arah datang cahaya matahari agar mendapatkan intensitas cahaya yang maksimum. Saat intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sel surya menurun, maka sistem penggerak ini akan memposisikan diri secara otomatis menyesuaikan arah datang cahaya matahari tersebut (tegak lurus dengan arah datang cahaya matahari) (Fathurrahman, Nugraha, & Sumaryo, 2019).

d. Fuzzy Logic Controller

Metode kendali Fuzzy Logic dipilih karena memiliki logika pemrograman yang mengikuti logika berpikir manusia. Fuzzy Logic Controller (FLC) merupakan suatu metode kendali yang pada dasarnya menyerupai pola pikir manusia dalam mengambil suatu keputusan secara acak atau tidak pasti (samar) yaitu nilai yang terletak antara 0 dan 1. Sistem kendali ini memiliki himpunan tersendiri yaitu himpunan fuzzy yang memiliki derajat keanggotaan tertentu (Fathurrahman, Nugraha, & Sumaryo, 2019).

e. Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah komponen elektronik yang digunakan sebagai pengatur arus DC atau yang disebut arus searah yang masuk ke baterai, SCC juga mengatur tegangan yang masuk menuju ke baterai agar tegangan pada baterai tetap stabil agar tidak terjadi over charging atau over voltage. Hal ini mengingat karena energi yang dihasilkan oleh panel surya tidak stabil atau naik turun bergantung pada sinar matahari yang diterima oleh panel (Faizal & Setyaji, 2016).

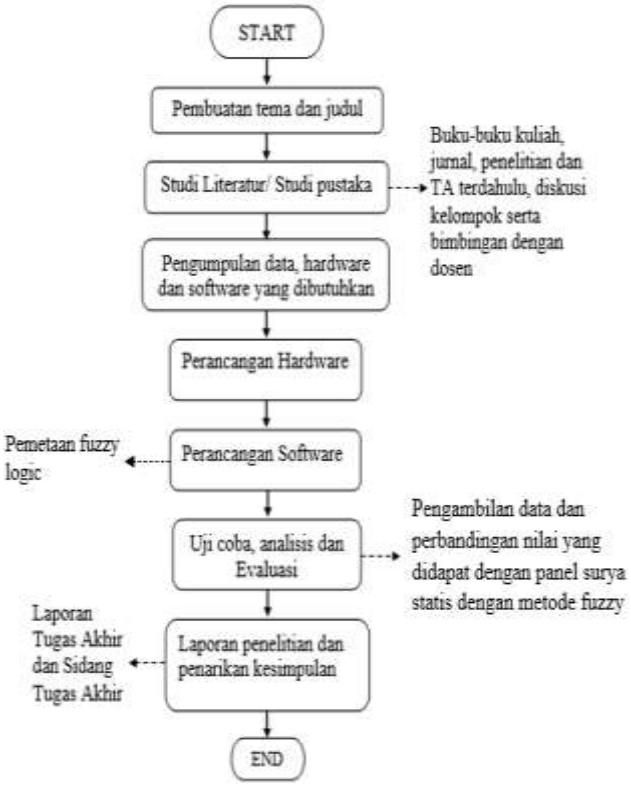
f. LDR

Prinsip kerja sensor LDR adalah semakin kuat intensitas cahaya maka akan semakin kecil nilai tahanannya dan sebaliknya, jika makin lemah intensitas cahaya maka makin besar nilai tahanannya.

g. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan untuk penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Software*nya memiliki bahasa program sendiri, sedangkan Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler. IC *(integrated circuit)* ini memiliki 4 input/output, Koneksi USB, soket adaptor, *pin header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel *power USB* atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga *battery*, sehingga Arduino Uno dipilih sebagai rangkaian pengontrol semua sistem. (arduino.cc, 2020).

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan alur yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Pengujian performa panel surya dilakukan pada beberapa sistem yang disajikan pada Tabel 1 dengan nilai yang akan diambil adalah Daya, Tegangan dan Arus yang dihasilkan. Pengujian dilakukan pada pukul 08.00 hingga pukul 15.00 di atap rumah blok B11 no. 25 Perum Kota Serang Baru, Kab. Bekasi dengan titik koordinat 6°23'43.1"S 107°06'30.1"E.

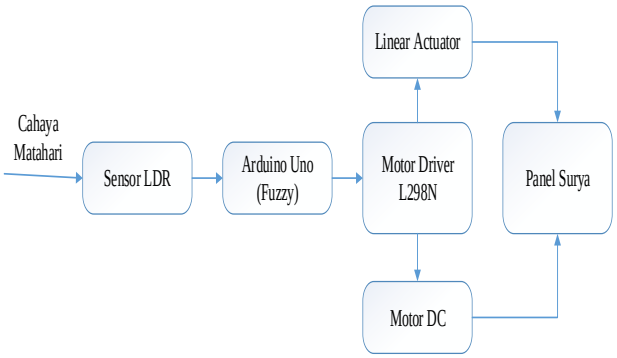
Tabel 1. Data dan sistem dalam pengujian panel surya

Panel Surya Statis	**Panel Surya *Tracker Dual Axis* dengan *Fuzzy Logic Controller***
Arus	Arus
Tegangan	Tegangan
Daya	Daya

Persentase kenaikan dari pengoptimalan panel surya akan dibandingkan dengan 3 sistem yang diuji berdasarkan 3 parameter nilai yang telah ditentukan sebagai output dari sistem tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Solar tracker dual axis merupakan rangkaian kontrol yang mampu mendeteksi dan mengikuti arah matahari agar panel surya selalu tegak lurus dengan matahari sehingga intensitas matahari yang diterima sel surya jauh lebih optimal. Input terhadap sistem ini berupa intensitas cahaya yang diperoleh dari sensor LDR. Pergerakan dari solar tracker ini berdasarkan dari selisih pembacaan sensor untuk memutuskan arah putaran dan kecepatan. Gambar 2 merupakan diagram blok yang menggambarkan skema kerja dari *solar tracker dual axis.*



Gambar 2. Skema Kerja Solar Tracker Dual Axis

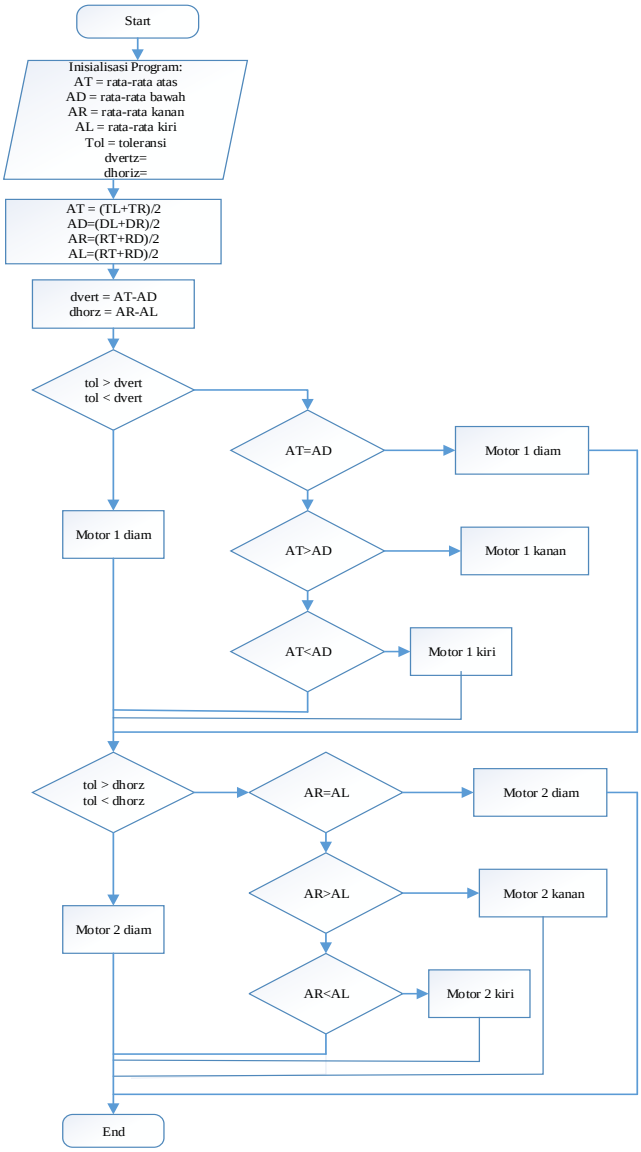
Flow Diagram yang digunakan pada system Solar Tracker Dual Axis ini ditunjukkan oleh Gambar 3.

Pemetaan Fuzzy yang dilakukan menggunakan MATLAB dengan parameter menggunakan 4 input berupa LDR dengan nilai Utara, Barat, Timur & Selatan. Masing-masing input fuzzy memiliki 3 membership function yaitu Ringan, Sedang dan Tinggi yang menerangkan situasi cuaca

yang diterima oleh LDR. Nilai output fuzzy terdiri dari 2 output yang berupa motor DC dan Linear Actuator.

Rules pada fuzzy menghasilkan 81 rules dengan metode sugeno dengan prinsip IF-THEN.

- If (LDR1 is Rendah) and (LDR2 is Rendah) and (LDR3 is Rendah) and (LDR4 is Rendah) then (MotorDC is Tengah)(LinearActuator is Tengah) (1)
- If (LDR1 is Rendah) and (LDR2 is Sedang) and (LDR3 is Rendah) and (LDR4 is Rendah) then (MotorDC is Kiri)(LinearActuator is Tengah) (1)
- If (LDR1 is Rendah) and (LDR2 is Tinggi) and (LDR3 is Rendah) and (LDR4 is Rendah) then (MotorDC is Kiri)(LinearActuator is Tengah) (1)
- If (LDR1 is Sedang) and (LDR2 is Rendah) and (LDR3 is Rendah) and (LDR4 is Rendah) then (MotorDC is Kanan)(LinearActuator is Tengah) (1)



Gambar 3. Flow Diagram Sistem Panel Surya dengan Tracker Dual Axis

1. Perancangan Panel Surya dengan Solar Tracker System Dual Axis

   Sistem dapat menggerakkan posisi panel surya agar tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Sistem ini terdiri terdiri beberapa komponen utama yaitu rangkaian sensor cahaya LDR, mikrokontroler, driver L298N, linear aktuator, dan motor dc.

Gambar 4. Rancangan hardware panel surya dengan solar tracker

2. Perancangan Panel Surya Statis
   Penempatan panel surya posisi tetap ini diletakkan pada posisi paling optimal dengan menyesuailan sudut azimuth dan sudut tilt. Untuk pemasangan daerah Pulau Jawa dimana solar panel diletakkan meghadap utara menghadap garis khatulistiwa seperti pada Gambar 5.

Gambar 5. Rancangan hardware panel surya posisi tetap

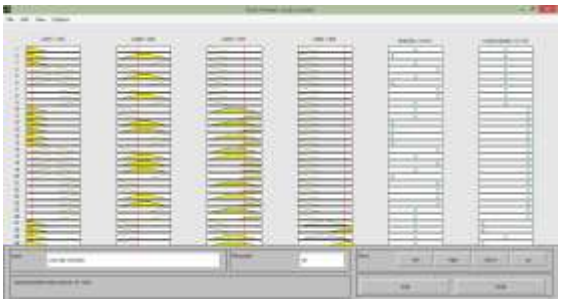
Hardware yang sudah rancang menggunakan system penjejak dual axis menggunakan metode *fuzzy logic*. Pada rule viewer fuzzy yang ditunjukkan Gambar 6, dapat dilakukan pengujian dengan nilai input sesuai dengan parameter yang telah ditentukan untuk melihat hasil fuzzy yang telah dipetakan. Nilai input dapat diubah dalam range 0-1023 sesuai nilai LDR yang diinput, sehingga dapat ditampilkan output yang dihasilkan oleh system fuzzy yang telah dibuat.

Tabel 2. Nilai membership function LDR pada Solar Tracker

Sensor LDR	**Membership Function**		
	Rendah	Sedang	Tinggi
LDR 1	0-400	100-900	600-1023
LDR 2	0-400	100-900	600-1023
LDR 3	0-400	100-900	600-1023
LDR 4	0-400	100-900	600-1023

Gambar 6. Rule viewer fuzzy

Pemodelan fuzzy dengan nilai parameter yang telah diinput untuk input dan output dapat dilihat untuk mendapatkan hasil output dengan parameter yang diinginkan seperti pemodelan yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. hasil pemodelan fuzzy pada Matlab

Contoh pemodelan rule IF LDR1 rendah AND LDR2 rendah AND LDR3 sedang AND LDR4 tinggi THEN POSISI IS Motor [100,400,700,900].

Pemodelan fuzzy dengan nilai parameter yang telah diinput untuk input dan output dapat dilihat untuk mendapatkan hasil output dengan parameter yang diinginkan seperti pemodelan yang ditunjukkan pada Gambar 7 Pemodelan Ini menggambarkan rule IF LDR1 Rendah and LDR2 Rendah and LDR3 Sedang and LDR4 Tinggi Then Motor DC is Kiri (0.015) and Linear Actuator is Bawah (0,174).

Data pemodelan fuzzy logic untuk system solar tracker dual axis dapat disajikan pada Tabel 2 untuk beberapa pemodelan berdasarkan 81 rules yang telah dibuat.

Tabel 3. Pemodelan fuzzy logic controller untuk solar tracker

LDR1	LDR2	LDR3	LDR4	Motor DC	Linear Actuator
100	400	700	900	0.015	0.174
100	100	300	900	0.5	0.0297
250	300	400	970	0,456	0
90	125	885	100	0,436	1

Analisis dilakukan dengan melakukan perbandingan daya yang dihasilkan panel surya dengan *solar tracker system dual axis* dengan panel surya yang diletakkan pada posisi tetap.

Tabel 4. Tegangan dan arus panel surya

Waktu	Tracker			Statis			Ket.
	V(V)	I(A)	P(W)	V(V)	I(A)	P(W)	
09.00	13,46	2,12	28,54	11,23	1,33	14,94	Cerah
10.00	15,23	1,32	20,10	14,42	1,41	20,33	Cerah
11.00	13,42	0,91	12,21	12,51	0,83	10,38	Cerah
12.00	16,67	0,73	12,17	15,38	0,77	11,84	Cerah
13.00	17,02	1,48	25,19	15,86	1,32	20,94	Cerah
14.00	16,29	1,41	22,97	15,65	1,34	20,97	Cerah
15.00	16,84	1,84	30,99	15,49	1,47	22,77	Cerah
16.00	14,63	1,55	22,68	12,14	1,21	14,69	Cerah
	Daya rata-rata		21,86	Daya rata-rata		17,11	

Daya yang dihasilkan kedua panel surya, dapat dihitung peningkatan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang munggunakan *solar tracker system dual axis*. Peningkatan daya pada panel surya dapat dihitung seperti berikut

$$Peningkatan\ Daya = \frac{Daya\ Solar\ Tracker - Daya\ Solar\ Statis}{Daya\ Solar\ Statis}$$

$$Peningkatan\ Daya = \frac{21{,}8551 - 17{,}1075}{17{,}1075}$$

$$Peningkatan\ Daya = \frac{4{,}7476}{17{,}1075}$$

$$Peningkatan\ Daya = 0{,}2775$$

$$Peningkatan\ Daya = 27{,}75\%$$

Setelah melakukan perhitungan rata-rata daya listrik dari data yang dihasilkan setiap panel surya terlihat bahwa panel surya yang menggunakan *solar tracker system dual axis* menghasilkan daya 27,75% lebih besar dibandingkan panel surya yang diletakkan pada posisi tetap.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan perbandingan panel surya statis, panel surya dengan solar tracker dapat dirancang menggunakan system penjejak dual axis yang menggunakan 4 LDR sebagai input untuk penerima sinar matahari dan 2 output berupa Motor DC dan Linear Actuator sebagai penggerak panel surya. Solar tracker menggunakan pengendali fuzzy logic yang dilakukan pada Matlab dengan menggunakan window Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode sugeno. Fuzzy yang didesain menggunakan 4 input

yang berasal dari LDR dengan memetakan arah sinar matahari dating yaitu Utara, Timur, Barat dan Selatan serta masing-masing nilai parameter input berupa kondisi cuaca Rendah (mendung), Sedang (Panas) dan Tinggi (Panas Terik). Membership function dari nilai input berada pada range 0-1023 sesuai nilai LDR yang dihasilkan. Output fuzzy terdiri dari Motor DC dan Linear Actuator dengan masing-masing parameter menentukan arah pergerakan panel surya yaitu Kanan, Kiri dan Tengah. Membership function dari output diberikan range 0-254. Rule yang dihasilkan pada FIS 81 rules yang menggunakan metode IF-THEN.

Perbandingan daya panel surya yang dihasilkan setiap panel surya terlihat bahwa panel surya yang menggunakan *solar tracker system dual axis* menghasilkan daya 27,75% lebih besar dibandingkan panel surya yang diletakkan pada posisi *static*.

DAFTAR PUSTAKA

arduino.cc. (2020). *mega-2560-r3: store.arduino.cc*. Diambil kembali dari store.arduino.cc: https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3

Faizal, A., & Setyaji, B. (2016, Desember). Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya MenggunakanMetode Sliding Mode Control. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, XIV*(1), 22-31.

Fathurrahman, G., Nugraha, R., & Sumaryo, S. (2019, Agustus). SISTEM KENDALI POSISI SEL SURYA MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER. *e-Proceeding of Engineering, VI*(2), 3061-3067.

Fishbane, P. M., Gasirowicz, S., & Thornton, S. T. (1996). *Physics For Scientists and engineers* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-hall.

Hilman, C., & Musyafa, A. (2014). Rancang Bangun Dual-Axis PV Solar Tracker System Menggunakan Interval Type-2 Fuzzy Logic Controller. *Seminar Nasional Pascasarjana XIV – ITS*. doi:10.13140/RG.2.2.20646.42561

Salahudin, N. S., Prayitno, A. S., & Sari, S. P. (2014). Optimalisasi Sistem Kendali Panel Surya. *(SNTEK*.

Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. (2019). *Indonesia Energi Outlook.* Indonesia: ESDM.

Tanaya, N. M. (2016). *RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DUAL AXIS GUNA OPTIMALISASI PANEL SURYA UNTUK PENERANGAN PADA KAPAL*. SURABAYA: INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER.

Utomo, H. S., Hardianto, T., & Kaloko, B. S. (2017). Optimalisasi Daya dan Energi Listrik pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor. *BERKALA SAINSTEK, V*(1), 45-49.

Wahab, F., Sumardiono, A., Al Tahtawi, A. R., & Mulayari, A. F. (2017, Juni). Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan. *JTERA - Jurnal Teknologi Rekayasa, II*(1), 1-8. doi:10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8