

Smart Solar Panel Tracking Dual Axis Menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino

Joni Eka Candra¹, Ririt Dwiputri Permatasari², Zainul Munir³, M. Ansyar Bora⁴
^{1,2,3,4}Institut Teknologi Batam, Indonesia

E-mail: Jonicandra82@gmail.com, ansyarbora@gmail.com, zainul@iteba.ac.id

Abstract

Renewable energy is the choice for several reasons, including: it is relatively cheap, carbon neutral, mostly non-polluting and has support from various NGOs to replace energy solutions based on non-renewable fuels. In addition, the application of this technology in rural communities can provide opportunities for rural communities to independently manage and meet their own energy needs and solutions. One form of renewable energy is solar energy. To be able to convert solar energy into electricity, solar panels are needed that can convert solar energy directly into electricity and store it in batteries. The use of solar panels has been widely used in Indonesia, but not optimal. So far, the solar panels used by the community are static, resulting in less than optimal use of solar energy. A statically placed solar panel can only receive a constant maximum of 3 hours of insolation. Therefore, we need a tool that can make dynamic solar panels that can follow the movement of sunlight so that the solar panels receive a constant maximum light for a longer period of time, thereby reducing the cost of purchasing the number of solar panels that can be used. To generate solar energy, dynamic panel movement when the sun moves requires an electronic device as a controller, an example of a controller that can be used is Arduino. From the test results, the design with a dynamic angle of 60° solar tracker shows the highest average power of 34.59 W/hour and an average efficiency value of 3.58%. This is compared to testing at an angle of 30° which averages 32.64 watts/hour with an efficiency of 3.33%, and at an angle of 90° which averages 13.03 watts/hour with an efficiency of 1.30%.

Keywords: Solar Panels, Arduino, Current Sensor, Voltage Sensor

Abstrak

Energi terbarukan menjadi pilihan karena beberapa alasan antara lain: relatif murah, netral karbon, sebagian besar tidak berpolusi dan mendapatkan dukungan dari berbagai LSM untuk menggantikan solusi energi berbasis bahan bakar yang tidak terbarukan. Selain itu, menerapkan teknologi ini di masyarakat pedesaan dapat memberikan peluang bagi masyarakat pedesaan untuk secara mandiri mengelola dan memenuhi kebutuhan dan solusi energi mereka sendiri. Salah satu bentuk energi terbarukan adalah energi surya. Untuk dapat mengubah energi matahari menjadi listrik, diperlukan panel surya yang dapat mengubah energi matahari langsung menjadi listrik dan menyimpannya dalam baterai. Penggunaan panel surya sudah banyak digunakan di Indonesia, namun belum optimal. Selama ini panel surya yang digunakan masyarakat bersifat statis, sehingga mengakibatkan pemanfaatan energi surya kurang optimal. Panel surya yang ditempatkan secara statis hanya dapat menerima insolasi maksimum konstan selama 3 jam. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang dapat membuat panel surya dinamis yang dapat mengikuti pergerakan cahaya matahari sehingga panel surya tersebut menerima cahaya maksimum yang konstan dalam jangka waktu yang lebih lama, sehingga dapat mengurangi biaya pembelian jumlah panel surya yang dapat digunakan. Untuk membuat energi matahari Gerakan panel yang dinamis saat matahari bergerak membutuhkan perangkat elektronik sebagai pengontrol, contoh pengontrol yang dapat digunakan adalah Arduino. Dari hasil pengujian, desain dengan sudut dinamis 60° solar tracker menunjukkan daya rata-rata tertinggi sebesar 34,59 W/jam dan nilai efisiensi

rata-rata sebesar 3,58%. Hal ini dibandingkan dengan pengujian pada sudut 30° yang rata-rata 32,64 watt/jam dengan efisiensi 3,33%, dan pada sudut 90° yang rata-rata 13,03 watt/jam dengan efisiensi 1,30%.

Kata kunci: Solar Panel, Arduino, Sensor Arus, Sensor Tegangan

1. Pendahuluan

Pada tahun 2010, banyak negara telah menyadari pentingnya memanfaatkan sumber-sumber Energi Terbarukan sebagai pengganti energi tidak terbarukan seperti minyak bumi, batubara dan gas yang telah menimbulkan dampak yang sangat merusak terhadap bumi. Dengan semakin menipisnya cadangan sumber energi tidak terbarukan, maka biaya untuk penambangannya akan meningkat, yang berdampak pada meningkatnya harga jual ke masyarakat. Pada saat yang bersamaan, energi tidak terbarukan akan melepaskan emisi karbon ke atmosfer, yang menjadi penyumbang besar terhadap pemanasan global[4].

Ada banyak alasan mengapa energi terbarukan menjadi pilihan, diantaranya; relatif tidak mahal, bersifat netral karbon, kebanyakan tidak menimbulkan polusi dan semakin mendapatkan dukungan dari berbagai LSM untuk menggantikan solusi energi tidak terbarukan berbasis bahan bakar minyak. Lebih lanjut, mengimplemantasikan teknologi ini dalam masyarakat perdesaan bisa memberikan peluang kemandirian kepada masyarakat perdesaan untuk mengelola dan mengupayakan kebutuhan energi mereka sendiri beserta solusinya [1],[4].

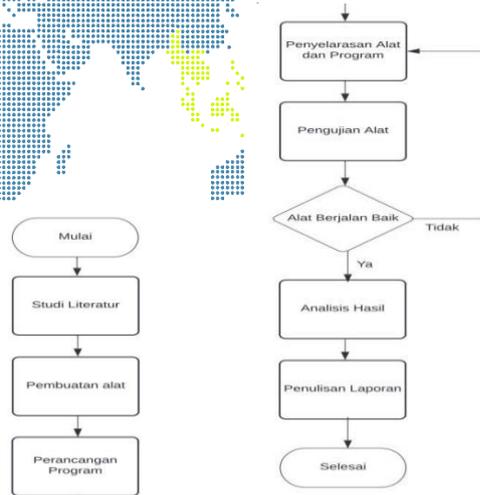
Salah satu bentuk energi terbarukan adalah energi surya. Untuk bisa memanfaatkan energi surya menjadi energi listrik kita membutuhkan solar panel yang bisa mengkonversi energi surya menjadi energi listrik secara langsung dan disimpan dalam baterai, pemanfaatan solar panel sudah banyak dilakukan di Indonesia tapi belum maksimal, selama ini solar panel yang digunakan oleh masyarakat bersifat statis sehingga menyebabkan pemanfaatan energi matahari tidak maksimal. Solar panel yang diletakkan statis hanya menerima sinar matahari maksimal konstan yaitu 3 jam [3], [5].

Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang bisa membuat solar panel bersifat dinamis yang dapat mengikuti pergerakan sinar matahari sehingga solar panel menerima paparan sinar maksimal secara konstan lebih lama sehingga dapat mengurangi biaya pengadaan jumlah solar panel yang dipakai, untuk bisa membuat solar panel bisa bergerak dinamis mengikuti pergerakan 2 sinar matahari diperlukan suatu perangkat elektronik sebagai kontrolernya salah satu contoh kontroler yang bisa dipakai adalah Arduino. Arduino adalah perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditujukan bagi siapapun yang tertarik untuk memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Bagi pemula dengan menggunakan Board ini akan mudah mempelajari pengendalian dengan menggunakan mikrokontroler, bagi desainer pengontrol menjadi lebih mudah dalam membuat prototipe ataupun implementasi, demikian juga bagi para hobi yang mengembangkan mikrokontroler [7], [8].

2. Metodologi Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian internal ini dilakukan dalam beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1 dibawah ini:

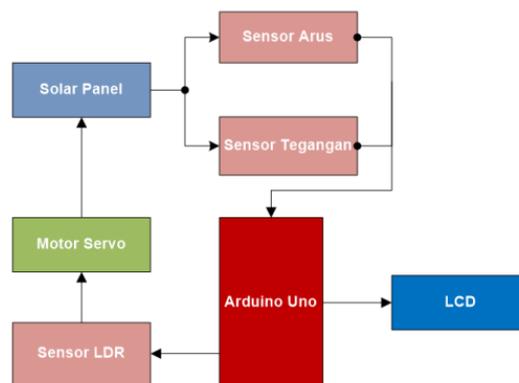


Gambar 1. Tahapan Tahapan Penelitian

1. Tahap Perancangan perangkat keras. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan membuat sebuah prototype alat smart sun solar panel tracking menggunakan sensor LDR berbasis arduino sesuai dengan rancangan perangkat keras yang telah dibuat.
2. Tahap perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan terlebih dahulu membuat diagram alir seperti pada Gambar 1, selanjutnya menuliskan program dalam Bahasa C Arduino.
3. Tahap implementasi dan pengujian, pada tahap implementasi ini dilakukan penggabungan komponen elektronik membentuk sebuah *prototype smart sun solar panel tracking* menggunakan sensor LDR Berbasis Arduino sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat seperti pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2, dan selanjut nya dilakukan pengujian setiap komponen elektronik penyusun perangkat keras elektronik apakah kinerja setiap komponen elektronik sudah sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan rancangan sistem, dan pada tahap akhir yaitu pengujian sistem secara keseluruhan

2.2. Perancangan Sistem

Hasil rancangan sistem secara keseluruhan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu board arduino sebagai kontroler, Sensor LDR sebagai inputan data untuk *board arduino* sebagai kontroler dan motor servo sebagai output dari board arduino seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem.

Fungsi masing-masing blok dalam Gambar 2 adalah sebagai berikut:

- Blok sensor LDR berfungsi sebagai inputan pin analog dari *board arduino uno* untuk mendeteksi sudut datang sinar matahari.
- Blok *board arduino uno* yang berfungsi untuk mengolah data dari hasil pendeteksian dari sensor LDR, arduino uno merupakan kontroler yang mengendalikan seluruh kinerja dari seluruh sistem.
- Blok motor servo merupakan aktuator, yang berfungsi sebagai *output* dari *board arduino uno*, motor servo, merupakan aktualisasi dari hasil pendeteksian yang didapat dari sensor LDR.

2.3. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada perancangan perangkat keras seperti pada Gambar 3 terdiri dari tiga bagian yaitu bagian input terdapat modul sensor LDR yang berfungsi sebagai pendeteksi sudut datang sinar matahari untuk *board Arduino uno* sebagai kontroler. Pada bagian kontroler terdapat *board arduino uno* sebagai pengelolah data dari hasil inputan dari pendeteksian sensor LDR dari lingkungan luar. Sensor arus dan sensor tegangan untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar panel yang selanjutnya akan di olah oleh Arduino uno yang kemudian akan di tampilkan pada LCD besaran arus dan tegangan yang dihasilkan solar panel, sedangkan untuk motor servo merupakan bagian output hasil dari pedeteksian sensor LDR untuk mengatur posisi sudut solar panel agar optimal dalam menerima cahaya matahari.

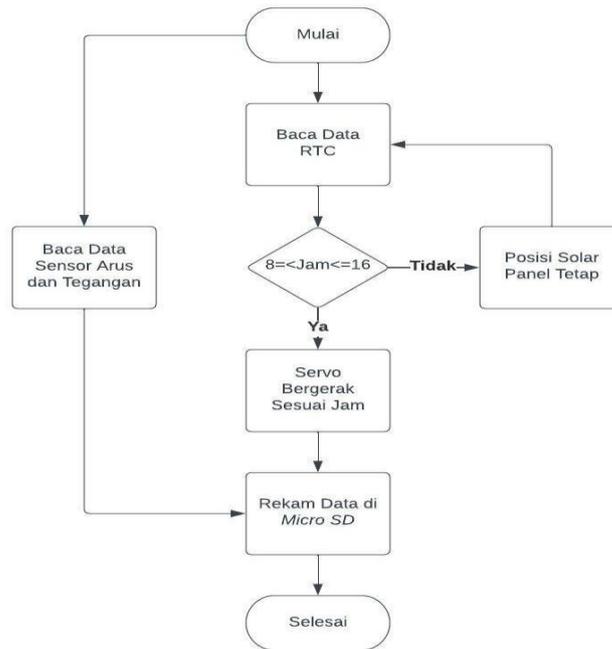


Gambar 3. Desain Sistem Elektronik

2.4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) yang menggunakan *board arduino uno* sebagai pengendali utama, tidak akan dapat bekerja jika tidak disertai dengan perangkat lunak (*software*) yang dirancang sebagai pengendali sistem secara keseluruhan. Perangkat lunak ini berfungsi sebagai pengendali dan penghubung yang mengatur tahapan-tahapan yang harus dilakukan oleh mikrokontroler *board arduino uno* pada keseluruhan sistem yang dibuat. Perangkat lunak ini dirancang menggunakan bahasa C yang sudah disederhanakan.

Program yang dibuat untuk arduino uno ini mempunyai prinsip kerja ketika sensor LDR 1, 2, 3 dan 4 mendeteksi sudut datang sinar matahari maka motor servo 1 dan motor servo 2 akan bergerak untuk menggerakkan solar panel untuk membentuk sudut tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. *Flowcart* atau diagram alir yang dapat digunakan untuk menggambarkan algoritma dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Flowchart Sistem Smart Sun Solar Panel Tracking Dual Axis menggunakan sensor LDR Berbasis Arduino

2. 5. Validasi Pengujian Sensor

Validasi pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor yang tertanam pada alat dengan hasil pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur konvensional yang ada di pasaran. Dengan didapatkannya nilai eror dari sensor alat dengan alat ukur konvensional maka akan ditemukan eror yang dihasilkan oleh sensor. Perhitungan eror dari sensor dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{| \text{nilai percobaan} - \text{nilai teoritis} |}{\text{nilai teoritis}} \times 100 \quad (1)$$

2.6. Analisis Hasil

Analisis dilakukan dengan membandingkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dari ketiga pengujian sudut yang berbeda. Daya yang dihasilkan oleh panel surya dihitung menggunakan persamaan

$$P = I \times V \quad (2)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Pecancangan Solar Panel Tracker

Sistem solar tracker berhasil dibuat dengan menggunakan Arduino UNO sebagai pengontrolnya, beberapa modul sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor tegangan dan sensor arus ACS712 untuk mendeteksi besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya, dan sensor LDR untuk mengatur posisi motor servo MG995 Sebagai pengemudi panel surya sesuai sudut yang ditentukan oleh program.



Gambar 5. Hasil Rancang Solar Panel Tracker

3.2. Pengujian Validasi Komponen dan Sensor

Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh sensor dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur sesuai standar pasar. Hasil verifikasi mengenai komponen dan sensor dijelaskan lebih detail di bawah ini.

3.2.1. Pengujian Motor Servo MG995

Uji akurasi dilakukan pada motor servo MG995 untuk mengetahui apakah posisi sudut panel surya yang terpasang pada motor servo MG995 sudah sesuai. Pengujian ini dilakukan penulis dengan cara membandingkan sudut posisi motor servo dengan alat ukur radian. Posisi motor servo yang diprogram dan dihubungkan ke panel surya relatif terhadap garis sumbu x sejajar dengan busur lingkaran. Berikut tabel hasil perbandingan posisi motor servo dan sudut busur.

Tabel 1. Perbandingan Sudut Motor Servo Dengan Busur

No	Sudut Motor Servo	Sudut Busur	Error (%)
1	35	33	5,71
2	50	51	2,00
3	65	62	4,62
4	80	80	0
5	95	95	0
6	110	112	1,82
7	125	125	0
8	140	143	2,14
9	155	157	1,29

3.2.2. Pengujian Keakuratan Modul Sensor Tegangan dan ACS712

Akurasi modul sensor tegangan dan sensor arus ACS712 diuji untuk mengetahui tingkat akurasi kedua sensor tersebut. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran arus dari modul sensor ACS712 dengan hasil pengukuran arus pada multimeter digital. Hasil pengujian modul sensor tegangan dan sensor arus ACS712 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Error Sensor Arus Dan Tegangan Listrik

No	Tegangan Listrik (V)		Error (%)	Arus Listrik (A)		Error (%)
	Sensor	Multimeter		Sensor	Multimeter	
1	18,2	18,27	0,42	1,24	1,26	2,91
2	18,26	17,93		1,22	1,27	
3	21,70	21,73		1,41	1,47	
4	24,98	24,86		1,87	1,93	
5	20,29	20,13		1,81	1,84	

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai yang tidak terlalu signifikan. Hasil pengukuran tegangan dari modul sensor tegangan cukup akurat dengan

error 0,42%, sedangkan hasil pengukuran arus dari modul sensor ACS712 juga cukup akurat dengan error 2,91%.

3.3. Hasil dan Analisis Pengujian Solar Tracker

Pengujian dilakukan dengan menjalankan solar tracker pada 3 jenis sudut yang berbeda. Yang pertama adalah sun tracker dengan peningkatan sudut 30° setiap jam, yang kedua adalah sun tracker dengan peningkatan sudut 60° setiap dua jam, dan yang ketiga adalah sudut statis 90°. Pada pengujian sudut 30° dan 60°, posisi awal panel surya berada pada sudut 30°, sedangkan pengujian sudut 90° selalu berada pada sudut 90° dari awal hingga akhir pengambilan data. Perangkat telah diprogram untuk menyimpan data setiap menit. Data yang ditampilkan dalam tabel adalah hasil rata-rata per jam.

3.3.1. Hasil dan Analisis Pengujian Sudut 90° Statis

Pengujian sudut 90° dilakukan pada tanggal 22 januari 2023 mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB

Tabel 3. Data Nilai Pengujian Sudut 90° Statis

Hasil Pengujian Sudut Statis 90 ⁰			
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
8	7,98	0,50	4,00
9	9,14	0,57	5,23
10	20,41	1,47	29,90
11	16,86	1,12	18,96
12	14,30	0,99	14,09
13	18,66	1,28	23,95
14	16,62	0,93	15,38
15	7,19	0,34	2,68
16	7,71	0,40	3,07

Tabel 3 menunjukkan bahwa intensitas sinar matahari sebanding dengan tenaga surya yang dihasilkan dan sebaliknya. Dapat dilihat pada tabel menunjukkan intensitas cahaya matahari mempengaruhi besar arus dan tegangan listrik. Nilai arus tertinggi yang tercantum adalah 1,47 A; nilai tegangan terendah adalah 20,41 V. Pada jam 10 Wib, panel surya menghasilkan arus 1,47 A, dan menghasilkan tegangan 20,41 V. Sebaliknya, pada jam 15 Wib hanya menghasilkan arus 0,37 A dan tegangan 7,19 V. Ini menunjukkan bahwa setiap kali matahari hadir, kekuatannya menyebabkan perubahan tegangan atau keluaran arus solar panel.

3.3.2. Hasil dan Analisis Pengujian Sudut 30° Dinamis

Pengujian sudut 30° dinamis dilakukan pada tanggal 23 januari 2022 mulai pukul 08.00 sampai dengan 16.00.

Tabel 4. Data Nilai Pengujian Sudut 30° Dinamis

Hasil Pengujian Sudut Dinamis 30 ⁰			
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
8	19,11	1,33	25,36
9	18,37	1,19	21,87
10	22,07	1,56	34,45
11	23,68	1,78	42,11
12	21,34	1,64	34,92
13	23,58	1,95	45,89
14	23,05	1,96	45,22
15	22,04	1,79	39,38
16	8,23	0,56	4,57

Dari Tabel 4 juga diketahui tegangan bervariasi terhadap waktu, tegangan tertinggi mencapai 23,68 V pada pukul 11.00 WIB, dan tegangan terendah mencapai 18,37 V pada pukul 09.00 WIB. Arus tertinggi mencapai 1,96 A pada pukul 14.00 WIB dan arus terendah sebesar 0,56 A pada pukul 16.00 WIB. Daya yang tercantum dalam tabel adalah hasil kali tegangan dan arus yang dihasilkan per jam.

3.3.3. Hasil dan Analisis Pengujian Sudut 60° Dinamis

Pengujian sudut 60° dinamis dilakukan pada tanggal 24 Januari 2023 mulai pukul 08.00 sampai dengan 16.00.

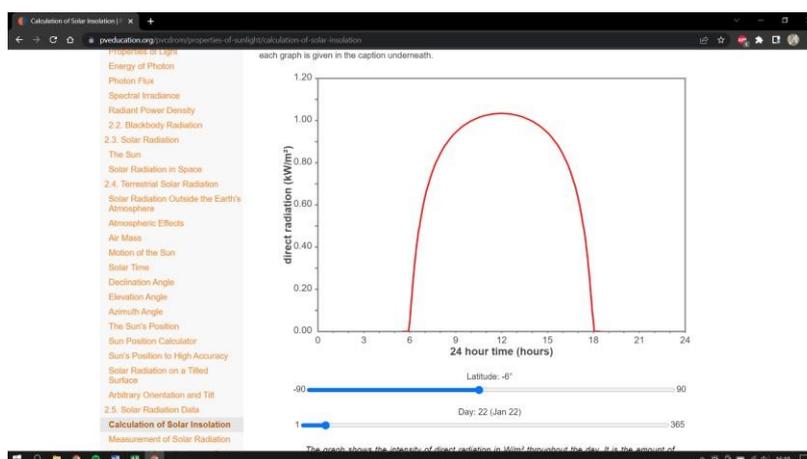
Tabel 5. Data Nilai Pengujian Sudut 60° Dinamis

Hasil Pengujian Sudut Dinamis 60°			
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
8	24,71	1,74	42,89
9	23,80	1,37	32,60
10	24,98	1,78	44,33
11	23,30	1,68	39,04
12	23,49	1,82	42,65
13	23,72	1,79	42,50
14	20,63	1,67	34,44
15	13,32	1,23	16,36
16	12,94	1,28	16,54

Dari Tabel 5 juga diketahui tegangan berubah sewaktu-waktu, tegangan tertinggi mencapai 24.98 V pada jam 10.00 WIB, dan tegangan terendah mencapai 12.94 V pada jam 16.00 WIB. Arus maksimum mencapai 1.82 A pada jam 12.00 WIB dan arus terendah 1.23 A pada jam 15.00 WIB. Daya yang tercantum dalam tabel adalah hasil kali tegangan dan arus yang dihasilkan per jam

3.4. Perbandingan Efisiensi

Efisiensi panel surya dihitung sebagai rasio input daya ke panel surya dengan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Listrik yang masuk ke panel surya dihasilkan oleh energi matahari, atau insolasi, yang diterima oleh permukaan bumi. Nilai insolasi didapatkan dari simulasi yang tersedia pada website <https://www.pveducation.org/> yang menunjukkan besarnya insolasi menurut waktu dan lokasi suatu tempat.



Gambar 6. Tampilan website

Lamanya sinar matahari yang terpancar secara sederhana ditentukan berdasarkan waktu matahari terbit dan terbenam dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sunrise = 12 - \frac{1}{15} \cos^{-1} \left(\frac{-\sin \varphi \sin \delta}{-\cos \varphi \cos \delta} \right) \quad (3)$$

$$Sunset = 12 + \frac{1}{15} \cos^{-1} \left(\frac{-\sin \varphi \sin \delta}{-\cos \varphi \cos \delta} \right) \quad (4)$$

Besaran insolasi terhadap suatu wilayah di dalam *website* tersebut ditentukan oleh *Air Mass* dengan persamaan sebagai berikut:

$$ID = 1.353 \times 0.7^{(AM^{0.678})} \quad (5)$$

Dengan nilai *Air Mass* yang didapat dari persamaan berikut:

$$AM = \frac{1}{\cos \theta} \quad (6)$$

Tabel 6 Nilai Insolasi

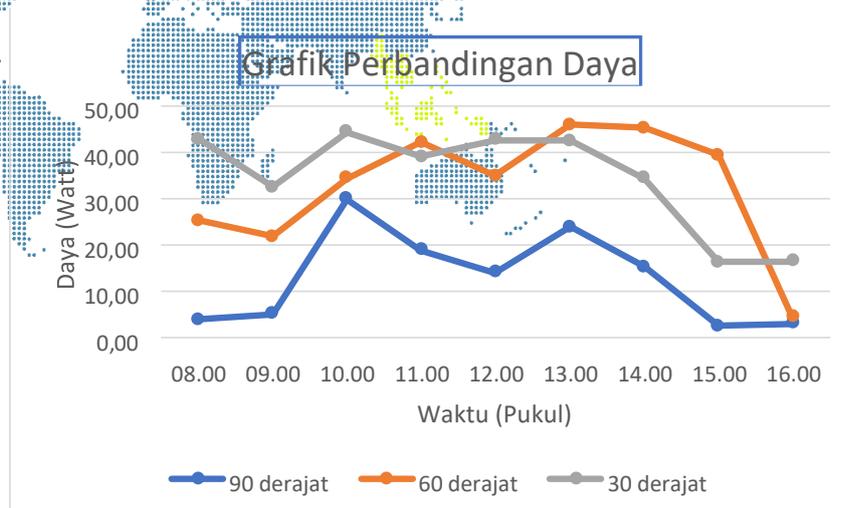
Jam	Insolation (W/m2)		
	90 Derajat	60 Derajat	30 Derajat
8	844,87	843,30	843,43
9	943,23	943,80	944,00
10	999,33	998,13	998,40
11	1027,77	1026,33	1026,33
12	1030,96	1034,00	1035,00
13	1037,33	1026,33	1026,33
14	1005,75	998,13	998,40
15	952,97	943,80	944,00
16	858,05	843,30	843,43

Dengan mencari besaran sinar matahari, juga dapat mengetahui besaran daya masukan, yang kemudian dihitung dengan membandingkannya dengan daya keluaran panel surya. Nilai perbandingan ini menghasilkan nilai efisiensi yang dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 7. Nilai Daya Dan Efisiensi

Jam	90 Derajat			60 Derajat			30 Derajat		
	P _{in} (W)	P _{out} (W)	Efisiensi (%)	P _{in} (W)	P _{out} (W)	Efisiensi (%)	P _{in} (W)	P _{out} (W)	Efisiensi (%)
8	147,85	4,00	0,47	147,60	42,89	5,09	147,58	25,36	3,01
9	165,07	5,23	0,55	165,20	32,60	3,45	165,17	21,87	2,32
10	174,88	29,90	2,99	174,72	44,33	4,44	174,67	34,45	3,45
11	179,86	18,96	1,84	179,61	39,04	3,80	179,61	42,11	4,10
12	181,53	14,09	1,36	181,13	42,65	4,12	180,95	34,92	3,38
13	180,42	23,95	2,32	179,61	42,50	4,14	179,61	45,89	4,47
14	176,01	15,38	1,53	174,72	34,44	3,45	174,67	45,22	4,53
15	166,77	2,68	0,28	165,20	16,36	1,73	165,17	39,38	4,17
16	150,16	3,07	0,36	147,60	16,54	1,96	147,58	4,57	0,54

Beberapa tes mengkonfirmasi keefektifan alat secara keseluruhan. Lihat Tabel 3.7 untuk hasilnya. Alat yang diuji pada sudut 90 derajat menghasilkan daya paling kecil sebesar 13,03 Watt/jam dengan efisiensi rata-rata 1,3%. Pengujian sudut dinamis 30° menghasilkan daya rata-rata 32,64 Watt per jam dengan efisiensi rata-rata 3,33%. Ini lebih tinggi dari daya rata-rata yang dihasilkan oleh pengujian sudut dinamis 60°, yaitu 34,59 Watt per jam dengan efisiensi rata-rata 3,58%. Berikut ini adalah representasi grafis dari ketiga tes tersebut:



Gambar 7. Grafik Perbandingan Daya yang Dihasilkan Tiap Jam pada Ketiga Pengujian Sudut

Karena pengujian dilakukan dalam kondisi cuaca dan siang hari yang berbeda, hasilnya tidak konsisten. Uji dinamis 60 derajat menghasilkan daya dan efisiensi paling besar dibandingkan dengan uji statis 30 derajat. Juga, uji panel surya dinamis menghasilkan lebih banyak daya daripada solar panel statis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode Real Time Clock, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Pengujian solar tracker sudut dinamis 60° menunjukkan daya rata-rata tertinggi sebesar 34,59 Watt/jam dengan nilai efisiensi rata-rata sebesar 3,58%. Ini dibandingkan dengan pengujian untuk sudut 30° memiliki daya rata-rata 32,64 Watt/jam dengan efisiensi 3,33% dan sudut 90° memiliki daya rata-rata 13,03 Watt/jam dengan efisiensi 1,30%.

Daftar Pustaka

- [1] Simatupang, Sandos dkk. 2013. Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATMega16. Malang: Universitas Brawijaya
- [2] Nelson Jenny. 2003. The Physics Of Solar Cell. UK: Imperial College Press.
- [3] Saputra, Wasana dkk. 2008. Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari pada Solar Cell. Jakarta: Universitas Indonesia
- [4] Primbodo, Teguh. "Pembangkit listrik tenaga surya memecah kebutuhan energi nasional dan dampak pencemaran lingkungan." tenaga matahari (15 januari 2016). xiii
- [5] Saputra, wasana. 2008. Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell. Depok. Jurusan Elektro Fakultas Teknik universitas indonesia.
- [6] H. E. Hardianto and R. S. Rinaldi, "Perancangan Prototype Penjejak Cahaya Matahari Pada Aplikasi Pembangkit Listrik," vol. 2, no. 2, pp. 208–215, 2012. 48
- [7] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712," Pengukuran Daya List. Real Time Dengan Menggunakan Sens., vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [8] T. Ratnasari and A. Senen, "Perancangan prototipe alat ukur arus listrik Ac dan Dc berbasis mikrokontroler arduino dengan sensor arus Acs-712 30 ampere," J. Sutet, vol. 7, no. 2, pp. 28–33, 2017.