

P-7

SISTEM PEMBANGKIT PANEL SURYA DENGAN SOLAR TRACKER DUAL AXIS

DUAL AXIS SOLAR TRACKING SYSTEM FOR POWER GENERATION

Qory Hidayati^{1*}, Nur Yanti², Nurwahidah Jamal³

¹²³Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta km.8, Balikpapan, Indonesia

*E-mail: qory.hidayati@poltekba.ac.id

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

ABSTRAK

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pendukung aktivitas manusia dan sudah menjadi bagian yang tidak terlepaskan dari manusia. Sehingga penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi menarik sebagai energi alternative menghasilkan listrik. Salah satu keunggulannya karna pengolahan listrik tenaga surya ramah akan lingkungan. Dalam hal ini kebanyakan sel surya yang terpasang kebanyakan bersifat statis atau diam, sehingga proses penyerapan energi matahari oleh sel surya kurang maksimal. Untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal, maka posisi cel surya tersebut harus mengikuti arah datangnya sinar matahari. Pada penelitian ini telah dirancang pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan metode yang dapat menggerakkan posisi sel surya agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari yaitu metode solar tracker dual axis yang dimana dengan menggunakan metode ini dalam penyerapan energi matahari lebih optimal. Solar tracker dual axis dimanfaatkan sebagai optimalisasi dari penerimaan energi matahari oleh panel surya, terdapat 4 buah sensor cahaya yang bekerja pada sistem ini yang fungsinya membaca pergeseran matahari yang ditempatkan dengan sudut berbeda pada sel surya. Kemudian output dari sensor cahaya dikirim ke mikrokontroler arduino dan arduino akan mengolah data dari sensor cahaya sehingga motor servo akan menggerakkan panel surya sesuai perintah. Dari hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan metode solar tracker dual axis, maka total jumlah energi matahari yang dihasilkan lebih besar dibandingkan panel surya statis yaitu hingga sebesar 30% lebih banyak ketimbang panel surya statis. Disimpulkan bahwa metode yang diusulkan dapat menambah daya energi matahari lebih banyak daripada tanpa menggunakan metode (statis).

Kata Kunci : *Sel Surya, Solar Tracker Dual Axis, Arduino, Sensor cahaya*

ABSTRACT

Electricity is one of the needs to support human activities and has become an inseparable part of humans. So that research on Solar Power Plants (PLTS) becomes interesting as an alternative energy to produce electricity. One of the advantages is that solar power processing is environmentally friendly. In this case, most of the installed solar cells are mostly static or stationary, so the process of absorption of solar energy by solar cells is not optimal. To get maximum solar energy, the position of the solar cell must follow the direction of the sun's rays. In this study, a solar power plant (PLTS) has been designed with a method that can move the position of the solar cells so that they always follow the direction of the sun's movement, namely the dual axis solar tracker method, which uses this method to optimize solar energy absorption. The dual axis solar tracker is used as an optimization of solar energy reception by solar panels. There are 4 light sensors that work in this system which functions to read the sun's shift positioned at different angles on the solar cell. Then the output from the light sensor is sent to the Arduino microcontroller and Arduino will process the data from the light sensor so that the servo motor will move the solar panels according to orders. The research results show that using the dual axis solar tracker method, the total amount of solar energy produced is greater than static solar panels, which is up to 30% more than static solar panels. It is concluded that the proposed method can add more solar energy power than without using the (static) method.

Keywords: *Solar Cell, Solar Tracker Dual Axis Solar Tracker, Arduino, Light Sensor*

PENDAHULUAN

Modul sel surya merupakan gabungan sel surya yang berfungsi merubah energi surya menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik dapat dihasilkan menggunakan panel *fotovoltaik* atau pemusatan sinar surya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi maksimum dari cahaya matahari, maka panel surya harus selalu dalam posisi menghadap arah cahaya matahari. Dengan pengetahuan rotasi bumi, maka letak matahari tidak selalu sama setiap waktu. Pada waktu tertentu, matahari berada di belahan bumi utara, terkadang pula berada di belahan bumi selatan ataupun di garis khatulistiwa. Sehingga mengakibatkan sel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari di setiap waktunya. Untuk mendapatkan efisiensi maksimum, maka panel surya harus mengikuti pergerakan matahari. Posisi sel surya terhadap matahari harus dikendalikan secara otomatis berdasarkan arah matahari dengan menggunakan penggerak modul sel surya menggunakan teknologi sistem instrumentasi mikrokontroler [1].

Cahaya juga bisa dikonversi menjadi tenaga listrik dengan menggunakan modul *fotovoltaik* yang disebut dengan modul PV atau panel surya. Prinsip untuk mengkonversi cahaya menjadi energi (yang berguna) juga dilakukan oleh alam melalui proses yang disebut dengan fotosintesis, di mana dedaunan hijau pada tanaman mengkonversi sinar matahari menjadi energi yang diperlukan tanaman agar tumbuh. Modul PV akan menghasilkan *output* terbanyak jika diarahkan langsung kematahari. Prinsip untuk mengkonversi cahaya menjadi energi (yang berguna) juga dilakukan oleh alam melalui proses yang disebut dengan fotosintesis, di mana dedaunan hijau pada tanaman mengkonversi sinar matahari menjadi energi yang diperlukan tanaman agar tumbuh. Modul PV akan menghasilkan *output* terbanyak jika diarahkan langsung kematahari. Instalasi Modul PV di negara-negara yang jatuh dari aktuator dibangun menggunakan pelacak matahari untuk memastikan agar modul mengikuti cahaya matahari sehingga memastikan situasi yang optimal [2].

Penelitian [3] menerapkan Solar Tracker Cerdas dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit Atmega 8535 dimana penelitian ini hanya memfokuskan pada *solar tracker* dan daya yang dihasilkan oleh panel surya saja tidak membahas sudut derajat

matahari ataupun implementasi. Penelitian [4] membahas Sistem Kerja Solar Sell Dalam Penyerapan Energi Matahari dimana penelitian ini membahas nilai sudut pada tiap jam dalam 1 hari. Penelitian [5] meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe Polikristal yang dimana penelitian ini hanya sebatas mengukur hasil keluaran (V) pada panel surya dan tidak ada implementasinya jadi sifatnya masih prototipe. Sedangkan penelitian [6] Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu berbasis Arduino dengan LDR yang dimana penelitian ini memiliki fokus pada waktu pengambilan data dan membandingkannya yang menggunakan solar tracker dengan yang tidak menggunakannya, dan masih menggunakan metode satu sumbu (*single axis*).

Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan implementasi Sistem Pembangkit Panel Surya dengan *Solar Tracker Dual Axis* secara real plant untuk mengendalikan sudut yaw dan pitch panel surya.

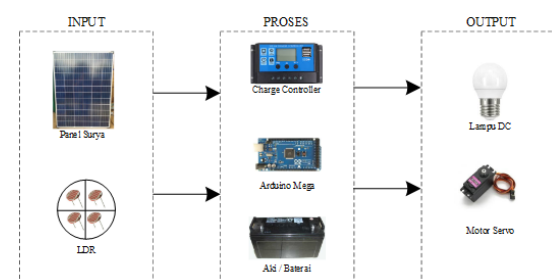
METODOLOGI

Metode dari sistem yang dilakukan yaitu dimulai dari perancangan sistem, pengujian sistem dan implementasi sistem.

Perancangan Sistem

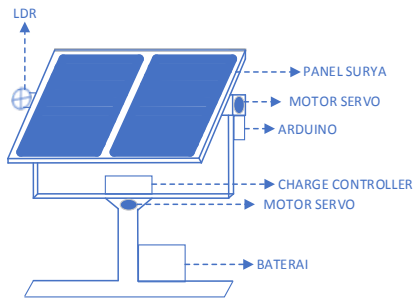
Perancangan Sistem dibagi menjadi 3 bagian, yaitu Blok Diagram Rancangan, Blok Diagram Keseluruhan Sistem, dan Diagram Alir Sistem.

Blok diagram rancangan ini dibuat untuk membagi beberapa komponen sesuai dengan fungsi komponen tersebut yang dimana pembagian ini memiliki 3 bagian yang terdiri dari *Input*, *Output*, dan Proses. Untuk mengetahui keseluruhannya dapat dilihat pada Gambar 1 Blok Rancangan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis* :



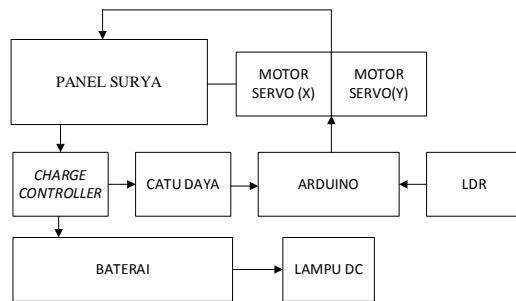
Gambar 1. Blok Rancangan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

Pada Gambar 2 adalah rancangan penelitian



Gambar 2. Rancangan Alat Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

Diagram blok keseluruhan sistem akan menjelaskan sistem kerja pembangkit panel surya dengan metode *solar tracker dual axis* yang dimana tiap komponen pada tugas akhir ini memiliki fungsi dan prinsip kerja yang berbeda – beda yang telah di sebutkan pada pembahasan sebelumnya. Jadi pada Gambar 3 dijelaskan alur sistem di setiap tahapan mulai dari Panel Surya dan sistem kontrol arduinonya adalah berikut ini:



Gambar 3. Diagram Blok Keseluruhan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor cahaya ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon sensor bekerja terhadap perubahan cahaya yang terjadi pada saat pengujian, pengukuran sensor LDR digunakan multimeter untuk mengukur output yang dihasilkan pada komponen tersebut. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui berapa keluaran pada masing masing LDR di jam tertentu. Berikut adalah hasil pengukuran sensor ldr yang didapat pada waktu pagi, siang, dan sore hari.

Tabel 1. Pengujian sensor ldr

Waktu	Ldr 0 (Timur)	Ldr 1 (Utara)	Ldr 2 (Barat)	Ldr 3 (Selatan)	Posisi Panel Surya
09.00	265 Ω	610 Ω	540 Ω	765 Ω	Timur (0°)
12.00	390 Ω	700 Ω	475 Ω	660 Ω	Tegak lurus (90°)
16.00	520 Ω	775 Ω	380 Ω	535 Ω	Barat (180°)

Hasil pengujian sensor pada Tabel 1 diatas dengan melakukan pengukuran nilai resistansi yang didapatkan menggunakan multimeter, yang dimana nilai tersebut didapatkan ketika diberi cahaya atau didekatkan sumber cahaya pada matahari. Nilai ini dapat berubah rubah tergantung intensitas cahaya yang diterima pada sensor LDR, dari hasil pengujian terlihat bahwa semakin jauh jarak antara sensor LDR dengan sumber cahaya maka resistansi yang terukur akan semakin besar. Dan semakin dekat sensor LDR dengan sumber cahaya maka resistansi yang dihasilkan akan semakin kecil. Dan untuk posisi panel surya dalam pengujian LDR ini posisi panel surya mengikuti arah matahari

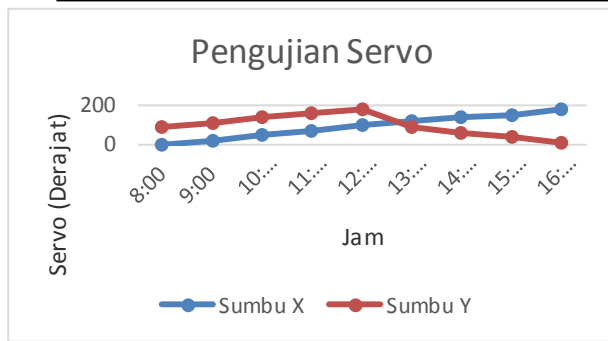
Pengujian Sensor LDR dan Servo Dengan Sinar Matahari

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pergerakan servo pada alat, yang dimana Bergeraknya servo di sesuaikan dengan perbandingan intensitas cahaya yang diterima pada masing masing sensor yang terdapat pada alat. Pengujiannya yaitu pengiriman data dari sensor LDR pada servo bergerak sesuai sumbu nya yaitu sumbu X dan sumbu Y, yang artinya berfungsi sebagaimana fungsinya. Berikut adalah hasil pengujian yang didapatkan.

Tabel 2. Pengujian sensor ldr dan servo

Jam	LDR				Servo	
	Ldr 0 (Timur)	Ldr 1 (Utara)	Ldr 2 (Barat)	Ldr 3 (Selatan)	X	Y
08.00	240 Ω	580 Ω	500 Ω	790 Ω	0°	90°
09.00	265 Ω	610 Ω	540 Ω	765 Ω	20°	110°
10.00	290 Ω	635 Ω	520 Ω	750 Ω	45°	135°
11.00	350 Ω	670 Ω	500 Ω	720 Ω	70°	160°
12.00	390 Ω	700 Ω	475 Ω	660 Ω	95°	180°
13.00	450 Ω	726 Ω	450 Ω	620 Ω	115°	85°
14.00	480 Ω	745 Ω	420 Ω	600 Ω	135°	60°
15.00	500 Ω	760 Ω	400 Ω	570 Ω	150°	35°
16.00	520 Ω	775 Ω	380 Ω	535 Ω	180°	10°

Berdasarkan Tabel 2 pada motor servo bergerak sesuai dengan perbandingan nilai resistansi sensor LDR, yang dimana jika salah satu sensor resistansinya lebih kecil maka motor akan bergerak kearah sensor yang menerima cahaya lebih sedikit. Misalnya pada jam 09.00, 12.00, dan 16.00.



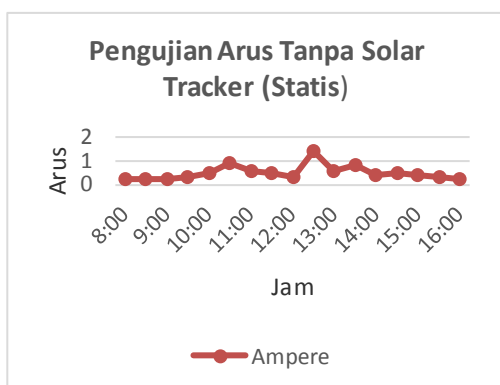
Gambar 4. Grafik Pengujian Motor Servo

Pengujian Alat Tanpa Solar Tracker (Statis)

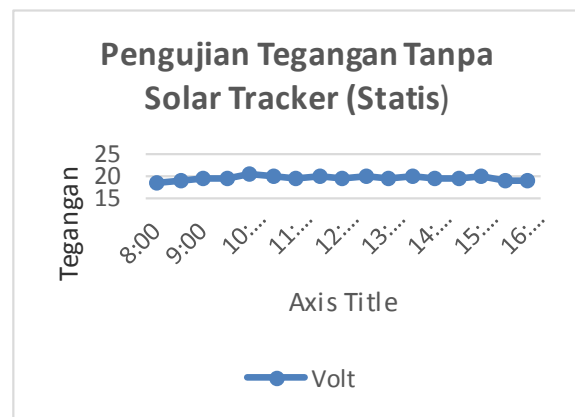
Dalam pengujian alat ini tanpa menggunakan metode, di peruntukan untuk membandingkan hasil yang didapatkan dengan sebuah metode dan tidak menggunakan metode dengan begitu berikut pengujian alat tanpa menggunakan metode solar tracker. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian panel surya tanpa menggunakan metode solar tracker

Tabel 3. Pengujian alat tanpa solar tracker

No	Jam	Voltase (Volt)	I (Ampere)	Ket
1	08.00	18,7 V	0,18 A	Berawan
2	08.30	18,9 V	0,19 A	Berawan
3	09.00	19,3 V	0,24 A	Cerah Berawan
4	09.30	19,4 V	0,27 A	Cerah
5	10.00	20,3 V	0,48 A	Cerah
6	10.30	20 V	0,90 A	Cerah Berawan
7	11.00	19,3 V	0,60 A	Berawan
8	11.30	20 V	0,48 A	Berawan
9	12.00	19,4 V	0,31 A	Berawan
10	12.30	20,1 V	1,4 A	Cerah
11	13.00	19,4 V	0,58 A	Cerah Berawan
12	13.30	19,8 V	0,78 A	Cerah
13	14.00	19,4 V	0,42 A	Cerah Berawan
14	14.30	19,7 V	0,47 A	Cerah Berawan
15	15.00	19,8 V	0,43 A	Cerah Berawan
16	15.30	18,9 V	0,28 A	Cerah Berawan
17	16.00	19 V	0,23 A	Cerah Berawan



Gambar 5. Grafik Pengujian Arus Tanpa Solar Tracker



Gambar 6. Grafik Pengujian Tegangan Tanpa Solar Tracker

Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus mengukur menggunakan multimeter pada panel suryanya, yang dapat dilihat pada tabel IV.3. Sebagai contoh bentuk perhitungannya berdasarkan rumus mencari daya diatas sesuai tabel IV.3 pada jam 08.00 sebagai berikut :

$$P = I \times V \dots\dots\dots (1)$$

$$= 0,18 \times 18,7$$

$$= 3,36 \text{ Watt}$$

Jadi nilai daya yang didapat pada jam 08.00 sebesar 3,36Watt

Pengujian Alat Dengan Solar Tracker

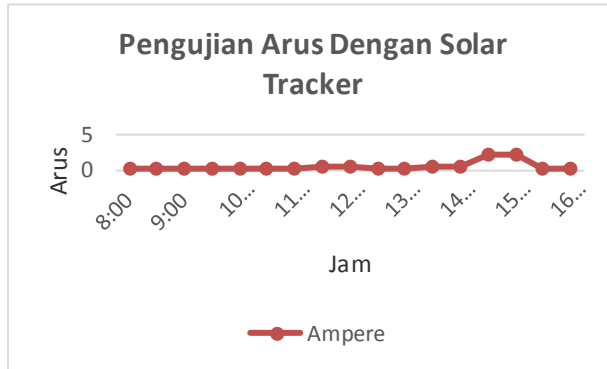
Dan berikut ini adalah pengujian alat dengan menggunakan metode Solar Tracker

Tabel 4. Pengujian alat dengan solar tracker

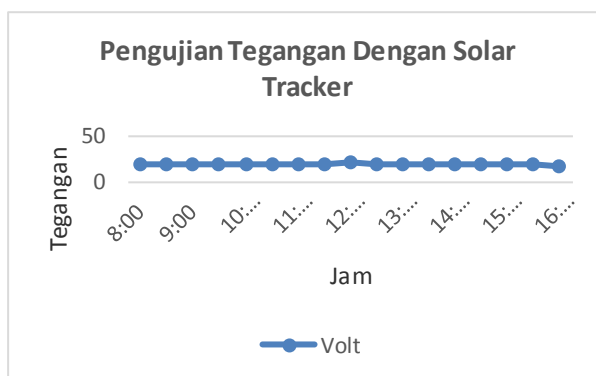
No	Jam	Voltase (volt)	I (Ampere)	Ket
1	08.00	18,5 V	0,16 A	H
2	08.30	18,8 V	0,19 A	G
3	09.00	19,0 V	0,22 A	G
4	09.30	19,5 V	0,29 A	CB
5	10.00	19,6 V	0,34 A	CB
6	10.30	18,9 V	0,31 A	CB
7	11.00	19,7 V	0,37 A	C
8	11.30	20,2 V	0,49 A	C
9	12.00	20,5 V	0,54 A	C
10	12.30	20 V	0,37 A	B
11	13.00	20,1 V	0,40 A	C
12	13.30	19,5 V	0,43 A	C
13	14.00	19,8 V	0,48 A	C
14	14.30	19,8 V	2,1 A	C
15	15.00	20,2 V	2,17 A	C
16	15.30	20 V	0,30 A	B
17	16.00	17 V	0,12	M

Keterangan :

- B : Berawan
- CB : Cerah Berawan
- C : Cerah
- H : Hujan
- G : Gerimis
- M : Mendung



Gambar 7. Grafik Pengujian Arus Dengan Solar Tracker



Gambar 8. Grafik Pengujian Tegangan Dengan Solar Tracker

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 8 yang menyajikan data dari tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya dengan menggunakan metode *solar tracker*. perhitungannya berdasarkan rumus mencari daya diatas sesuai tabel 4 pada jam 08.00 sebagai berikut :

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

$$= 0,16 \times 18,5$$

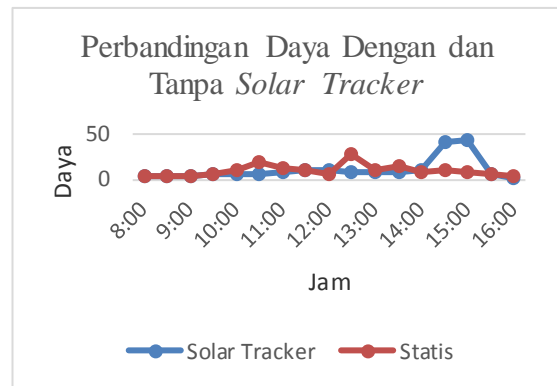
$$= 2,96 \text{ Watt}$$

Jadi nilai daya yang didapat pada jam 08.00 sebesar 2,96 Watt

Tabel 5. Perbandingan daya statis dan solar tracker

No	Jam	Solar Tracker	Statis
1	08.00	2,96 W	3,37 W
2	08.30	3,57 W	3,60 W
3	09.00	4,18 W	4,63 W
4	09.30	5,65 W	5,23 W
5	10.00	6,66 W	9,74 W
6	10.30	5,85 W	18 W
7	11.00	7,28 W	11,58 W
8	11.30	9,89 W	9,6 W
9	12.00	11,07 W	6,01 W
10	12.30	7,40 W	28,14 W

11	13.00	8,04 W	11,25 W
12	13.30	8,38 W	15,44 W
13	14.00	9,50 W	8,14 W
14	14.30	41,58 W	9,25 W
15	15.00	43,83 W	8,51 W
16	15.30	6 W	5,29 W
17	16.00	2,04 W	4,37 W
Rata – Rata		10,71 W	9,54 W



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya

Hasil Perhitungan Efisiensi Daya yang dihasilkan Dengan dan Tanpa Solar Tracker

Dengan didapatkannya data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan persentase peningkatan daya listrik yang dihasilkan antara panel surya menggunakan solar tracker dan panel surya statis atau diam (tanpa menggunakan solar tracker).

$$\text{Daya} = \frac{P_{\text{tracker}} - P_{\text{statis}}}{P_{\text{statis}}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$= \frac{10,71 - 9,54}{9,54} \times 100\%$$

$$= \frac{1,17}{9,54} \times 100\%$$

$$= 10\%$$

Dari hasil ini maka dapat di pastikan daya yang diperoleh dengan dan tanpa solar tracker memiliki perbedaan sebesar 10%, yang dimana menggunakan metode solar tracker lebih banyak menghasilkan daya ketimbang tidak memakai metode yaitu dengan perbedaan sebesar 10% dan metode ini baik dalam memanfaatkan sinar matahari.

Hasil Dari Proses Penyimpanan dan Pemakaian Daya pada Panel Surya

Daya yang dapat di simpan pada baterai (aki) sebesar 384wh (watt/hour), nilai ini didapatkan karena aki yang digunakan

sebesar 32ah (ampere/hour) dikalikan tegangan yang digunakan pada aki yaitu 12v, yang didapatkan dari rumus untuk mencari daya yaitu $P=I \times V$ (I =Arus, V =Tegangan, P =Daya)

Lalu panel surya yang digunakan sebesar 50Wp (watt/peak) yang artinya dalam waktu puncak (panas terik) panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 50Watt. jadi ketika dalam sehari cuaca panas anggap saja selama 5 jam panas terik berarti panel surya dalam 1 hari menghasilkan daya sebesar 250watt, yang didapatkan dari nilai Wp panel surya dikalikan waktu (jam), $50Wp \times 5 \text{ Jam} = 250 \text{ Watt}$

Dalam penggunaan sehari pada rumah kumpang di km.15 daya yang dibutuhkan sebesar 234Watt. Untuk mengetahui secara rinci penggunaan dapat dilihat dibawah ini :

- Lampu 7Watt x 12Jam : 84Watt
- Pompa 75Watt x 2 Jam : 150 Watt

Jadi total keseluruhan yaitu $84Watt + 150Watt = 234Watt$ dan apabila dalam sehari panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 250Watt, maka untuk kebutuhan sehari – hari dapat terpenuhi.

Untuk tambahan penggunaan pompa digunakan petani untuk menyiram jamur, jadi sistem panel surya ini tidak serta merta untuk penerangan sebuah lampu saja tetapi bisa juga digunakan untuk pompa, dan tegangan yang digunakan pun tegangan DC (*Direct Current*) jadi lampu dan pompa yang digunakan adalah pompa dc dan lampu dc.

KESIMPULAN

Sensor cahaya pada sistem ini digunakan untuk mengorientasikan arah suatu obyek pergerakan sinar matahari dengan menggunakan kendali Arduino Mega dan dua motor servo sebagai penggerak pada dua sumbu (x dan y) sehingga menghasilkan akurasi yang cukup baik. *Solar tracker* dapat berfungsi optimal pada saat matahari tidak tertutupi awan/mendung. Perbedaan daya yang dihasilkan sebesar 10% yang dimana menggunakan metode *solar tracker* ini lebih banyak menerima cahaya matahari ketimbang yang tidak menggunakan metode.

SARAN

Peletakkan sensor cahaya dilakukan disetiap sudut modul sel surya sehingga dapat presisi pada arah pergerakan arah matahari. Dan ditambah dengan teknologi IOT terkait monitoring daya yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Balikpapan dan petani jamur tiram di km.15 Karang Joang Balikpapan atas dukungan dalam kegiatan penelitian ini hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syahab, Alfin Syarifuddin, Hanif Cahyo Romadhon, and M. Luqman Hakim. “Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Bebas Internet of Things.” *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 6(2) (2019): 21–29.
- [2] Situngkir, Haposan, and Muhammad Fadlan Siregar. “Panel Surya Berjalan Dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari.” *Journal of Electrical Technology* 3(3) (2018) : 128–31.
- [3] Sutaya, I Wayan, and Ketut Udy Ariawan. “Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATmega8535.” *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* 5(1) (2016) : 673–82.
- [4] Rezkyanzah, Jeneiro, and Chrystia Aji Putra. “Perancangan Solar Tracker Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Sistem Kerja Solar Cell Dalam Penyerapan Energi Matahari.” (2016), XI.
- [5] Wendryanto, Gede Widayana, dan I Wayan Sutaya. “Pengembangan Penggerak Solar Panel Dua Sumbu Untuk Meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe Polikristal.” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* 5(3) (2019): 62–70.
- [6] Putra, Alfis Mandala, and Universitas Negeri Padang. “Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu Berbasis Arduino Dengan Sensor LDR.” 06(01) (2020) : 322–27.