

PERANCANGAN SISTEM KENDALI POSISI PANEL SURYA DUA DIMENSI

Control System Design For Two Dimention Solar Panel Position

Rinaldi Aditya Pratama¹, Porman Pangaribuan², Erwin Susanto³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹rinaldiap@student.telkomuniversity.com, ²porman@telkomuniversity.ac.id,

³erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Salah satu upaya untuk memaksimalkan sumber energi terbarukan adalah dengan menggunakan panel surya atau yang sering kita dengar dengan sebutan *solar cell*. Panel surya merupakan sebuah alat yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Itu sebabnya mengapa orang-orang mulai banyak menggunakan panel surya dirumahnya. Panel surya tidak hanya digunakan di rumah-rumah, namun juga digunakan di kendaraan-kendaraan masyarakat zaman sekarang seperti pada kapal laut dan mobil. Namun kebanyakan panel surya hanya terpasang begitu saja dan bersifat statis. Sedangkan arah cahaya matahari akan selalu berubah sudutnya setiap waktu, hal ini menyebabkan penyerapan energi matahari oleh panel surya kurang optimal.

Pada tugas akhir ini, sistem yang akan dirancang merupakan sebuah sistem kendali panel surya yang cara kerjanya selalu mengikuti arah cahaya matahari meskipun berada pada lokasi yang berubah-ubah dan arah cahaya matahari yang selalu berubah-ubah. Panel surya dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler dan dua buah motor servo untuk mengatur posisi panel surya agar selalu mengikuti arah cahaya matahari.

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah panel surya yang dipasang sistem kendali menghasilkan rata-rata daya 7.3% lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang bersifat statik.

Kata Kunci: Motor Servo, Panel Surya

Abstract

One effort to maximize the renewable energy sources is used solar panel or we often called solar cell. Solar panel is a tool that capable to converting solar light energy into electrical energy. That is the reason why people start using solar panel in their home. Solar panel is not only use in a building, but also used in vehicle nowadays like in the ship and the car. But most of solar panel just plugged in their home and the character is static or just stay in one direction. While the direction of sunlight will always change its angle every time, this causes the absorption of solar energy by solar panel less than optimal.

In this final project, the system that will design is control system design who works following light direction even the location and sunlight direction are changing. Solar cell controlled by one microcontroller and two servo motor to regulate the solar cell position to always follow the direction of the sunlight.

The result of this final project is solar panel with control system generate 7.3% more average power than static solar panel.

Key Word: Servo Motor, Solar Panel

1. Pendahuluan

Energi listrik saat ini merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Listrik dibutuhkan bukan hanya untuk penerangan, melainkan juga untuk melakukan kegiatan sehari-hari, untuk mencuci pakaian dibutuhkan energi listrik untuk menyalakan mesin cuci, untuk menyimpan bahan makanan dan sayur-sayuran dibutuhkan energi listrik untuk menyalakan kulkas.

Untuk pembangkitan energi listrik masih banyak digunakan bahan bakar fosil. Namun bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang bersifat tak terbarukan dan memerlukan waktu jutaan tahun dalam pembentukannya, sehingga jika digunakan terus menerus sumber energi pun akan menipis.

Pada zaman sekarang, energi alternatif merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus menerus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi, angin, air, ombak dan sumber alam lainnya. Sumber energi tersebut tidak akan habis dan dapat terus diperbarukan [4].

Salah satu upaya untuk memaksimalkan sumber energi terbarukan adalah dengan menggunakan panel surya atau yang sering kita dengar dengan sebutan *solar cell*. Panel surya merupakan sebuah alat yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Itu sebabnya mengapa orang-orang mulai banyak menggunakan panel surya dirumahnya. Panel surya tidak hanya digunakan di rumah-rumah, namun juga digunakan di kendaraan-kendaraan masyarakat zaman sekarang seperti pada kapal laut dan mobil. Namun kebanyakan panel surya hanya terpasang begitu saja dan bersifat statis. Sedangkan arah cahaya matahari akan selalu berubah sudut setiap waktunya, hal ini menyebabkan penyerapan energi matahari oleh panel surya kurang optimal [3].

Untuk mengatasi masalah tersebut, dirancanglah sebuah inovasi baru berupa sistem kendali posisi panel surya yang cara kerjanya mengikuti arah cahaya matahari meskipun berada pada lokasi dan arah cahaya matahari yang selalu berubah-ubah, sehingga panel surya dapat menyerap energi cahaya matahari secara optimal.

2. Dasar Teori

2.1 Solar Cell

Sel Surya atau solar cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi foton dari cahaya matahari menjadi energi listrik dengan cara memanfaatkan prinsip efek fotovoltaiik. Solar sel terbuat dari bahan semikonduktor, dalam sebuah solar sel setidaknya terdapat dua lapisan semikonduktor, yaitu lapisan semikonduktor positif dan lapisan semikonduktor negatif. Konversi energi cahaya pada panel surya terjadi akibat adanya perpindahan elektron bebas di dalam suatu atom.

2.1.1. Struktur pemasangan panel surya

Panel surya harus terpasang dalam suatu struktur atau kerangka agar terlihat rapi, terlindungi dan juga menjaga agar tetap terarah ke posisi yang tepat. Pada umumnya terdapat dua jenis struktur pemasangan panel surya, panel surya dapat disimpan pada struktur yang tetap (*fixed*) atau pemasangan panel surya dengan sistem pelacak cahaya matahari (*tracking system*).

a. Sistem penyangga tetap (*fixed*)

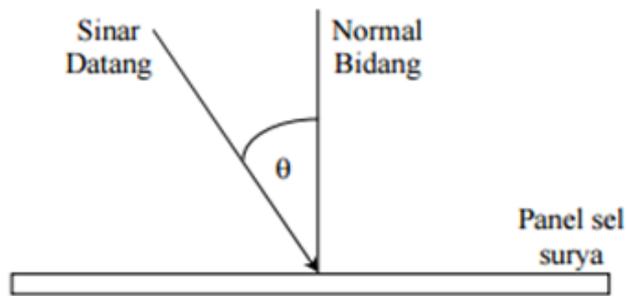
Sistem penyangga tetap dalam pemasangan panel surya, menjaga agar suatu panel surya tetap berada pada kemiringan yang tetap, menghadap ke suatu sudut tetap dari arah matahari yang sudah ditentukan. Sudut kemiringan biasanya disesuaikan berdasarkan letak panel surya tersebut dipasang. Keuntungan dari sistem penyangga tetap ini adalah sistem yang lebih sederhana, biaya perawatan yang murah dan lebih sedikit perawatan dibandingkan dengan *tracking system*.

b. Sistem pelacak cahaya (*tracking system*)

Sistem pelacak cahaya adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengarahkan panel surya agar selalu mengikuti arah cahaya matahari, sehingga dengan cara mengarahkan posisi panel surya secara tepat, panel surya tersebut dapat menyerap cahaya matahari secara optimal [2]. Sistem pelacak cahaya ini biasanya bergerak dua arah (ke arah timur atau barat). Pada zaman yang serba modern ini, dibuatlah sistem pelacak panel surya yang dapat bergerak ke berbagai arah, hal ini dilakukan agar penyerapan daya oleh panel surya lebih optimal.

2.1.2. Pengaruh sudut datang terhadap radiasi yang diterima

Besarnya radiasi yang diterima panel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan arah tegak lurus bidang panel surya. Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel surya [1].



Gambar 1. Arah sinar datang terhadap normal bidang

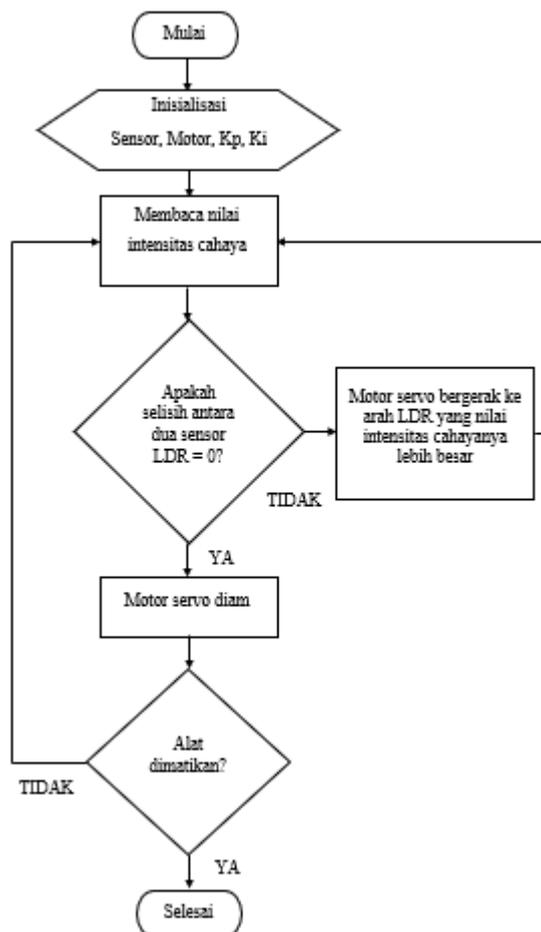
Pada saat arah cahaya matahari tidak tegak lurus dengan panel surya, maka arah cahaya datang matahari akan membentuk sudut θ seperti yang terlihat pada gambar 1 di atas, Sehingga panel akan menerima radiasi lebih kecil dibandingkan dengan arah cahaya matahari yang tegak lurus dengan panel surya.

$$I_r = I_{r_0} \cos \theta \tag{II-1}$$

- Dimana:
- I_r = Radiasi yang diserap panel
 - I_{r_0} = Radiasi yang mengenai panel
 - θ = Sudut antara sinar datang dengan normal bidang

2.2 Diagram Alir

Diagram alir sistem kendali yang dibuat pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:

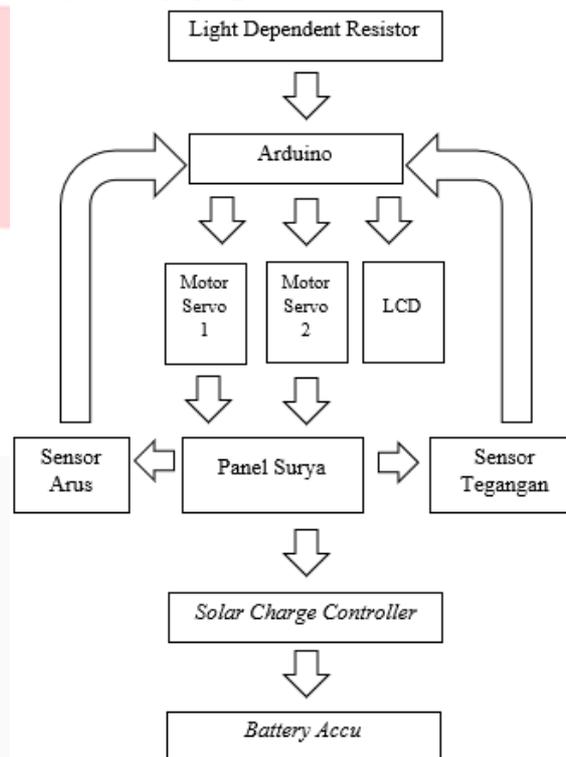


Gambar 2. Diagram alir sistem kendali posisi panel surya

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Perangkat Keras

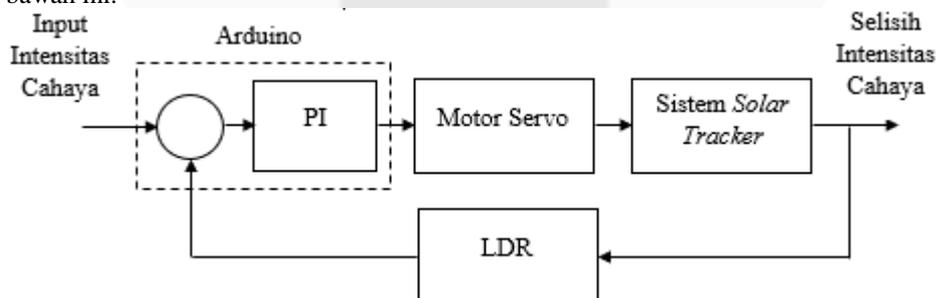
Sensor yang digunakan dalam perancangan sistem ini merupakan sensor cahaya jenis *photoconductive*, yaitu sensor LDR (*light Dependent Resistor*). Dalam perancangan sistem kendali posisi panel surya ini, LDR berfungsi untuk mendeteksi cahaya, hasil besaran analog yang terdeteksi oleh LDR selanjutnya dikirim ke Arduino melalui pin ADC (*Analog to Digital Converter*) Arduino untuk diolah. Pada perancangan sistem kendali posisi panel surya ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino, Arduino disini berfungsi sebagai otak dari sistem yang akan mengatur seluruh kerja sistem. Gambar 3 di bawah merupakan gambar diagram blok perangkat keras dari perancangan sistem kendali posisi panel surya yang akan dibuat.



Gambar 3. Diagram blok perangkat keras

3.2 Diagram Blok Sistem

Pada perancangan sistem kendali posisi panel surya ini, diagram blok dibuat seperti yang terlihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Diagram blok kontrol derajat

Keterangan gambar:

1. *Set point* (*Input Intensitas Cahaya*): Nilai dari *variable control* yang diinginkan.
2. *Error* : Selisih antara *set point* dengan sinyal *feedback*.
3. *Output* (*Selisih Intensitas Cahaya*): Nilai dari *variable control* yang terealisasi.
4. Kontroler (Arduino) : Otak dari sistem.

- 5. Aktuator (Motor) : Otot dari sistem.
- 6. Plant (Sistem Solar Tracker) : Proses yang dikontrol.
- 7. Feedback (sensor) : Output sensor dalam suatu sistem kontrol.

Mikrokontroler yang dipakai dalam perancangan sistem kendali panel surya ini adalah Arduino, Arduino bekerja sebagai otak dari sistem, Arduino akan menerima masukan dari sensor cahaya, sensor cahaya yang dipakai adalah sensor LDR (*light dependent resistor*), aktuator yang dipakai dalam perancangan sistem kendali posisi panel surya ini adalah motor servo, motor servo disini berfungsi sebagai otot dari sistem yang akan menggerakkan posisi panel surya, Arduino akan mengatur derajat dari motor servo agar posisi panel surya selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya.

4. Hasil Pengujian

4.1. Pengujian Sistem Hari Pertama

Pengujian terhadap sistem keseluruhan dilakukan dengan cara membandingkan panel surya yang sudah dipasang sistem kendali dengan panel surya yang hanya diam di tempat. Pengujian dilakukan ditempat terbuka yang terkena sinar cahaya matahari, Kedua panel surya diletakan bersebelahan, pengujian dilakukan pada hari, tempat, dan jam yang sama, sehingga dapat membandingkan kedua panel surya tersebut secara akurat.

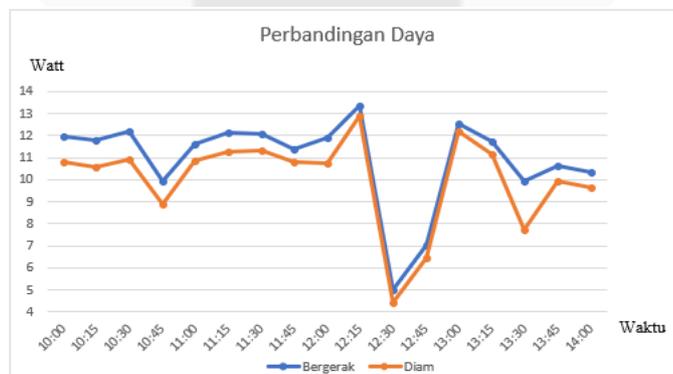
No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)	No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
1.	10.00	12.52	955	11.9566	1.	10.00	12.48	864.2	10.78522
2.	10.15	12.5	945.1	11.81375	2.	10.15	12.42	850.2	10.55948
3.	10.30	12.54	971.9	12.18763	3.	10.30	12.45	876.6	10.91367
4.	10.45	12.32	806.9	9.941008	4.	10.45	12.24	724.6	8.869104
5.	11.00	12.54	926.2	11.61455	5.	11.00	12.47	870.1	10.85015
6.	11.15	12.6	965.4	12.16404	6.	11.15	12.5	900.5	11.25625
7.	11.30	12.66	956.1	12.10296	7.	11.30	12.52	903.6	11.31307
8.	11.45	12.6	902.2	11.36772	8.	11.45	12.56	859.7	10.79783
9.	12.00	12.65	940.3	11.8948	9.	12.00	12.58	855.4	10.76093
10.	12.15	12.62	1058.1	13.35322	10.	12.15	12.6	1023	12.8898
11.	12.30	12.5	400.4	5.005	11.	12.30	12.49	353.1	4.40897
12.	12.45	12.44	565.4	7.0286	12.	12.45	12.43	518.2	6.441226
13.	13.00	12.53	1001.8	12.54629	13.	13.00	12.53	974.1	12.20547
14.	13.15	12.5	940.9	11.76125	14.	13.15	12.49	893	11.15357
15.	13.30	12.34	807	9.95838	15.	13.30	12.4	624	7.7376
16.	13.45	12.37	868	10.61346	16.	13.45	12.43	800	9.944
17.	14.00	12.36	839	10.37004	17.	14.00	12.4	779	9.6569
Rata – rata		12.5	873.5	10.922	Rata – rata		12.47	804.076	10.03195

(a)

(b)

Gambar 5 (a) Pengujian Sistem Kendali Hari Pertama (b) Pengujian Panel Statik Hari Pertama

Hasil dari pengujian pada panel surya yang dipasang sistem kendali pada hari pertama dapat dilihat pada gambar 5(a) di atas. Nilai rata-rata daya yang dihasilkan adalah sebesar 10.922 Watt. Sedangkan untuk pengujian terhadap panel surya yang bersifat statik dapat dilihat pada gambar 5(b) di atas. Nilai rata-rata daya yang dihasilkan adalah sebesar 10.03195 Watt.



Gambar 6. Perbandingan nilai daya pada pada hari pertama

Dari pengujian hari pertama, panel surya yang dipasang sistem kendali memiliki nilai rata-rata daya lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang bersifat statik, selisih daya antara dua panel tersebut adalah sebesar 0.89005 Watt. Grafik nilai daya yang dihasilkan pada pengujian pertama dapat dilihat pada gambar 6 di atas.

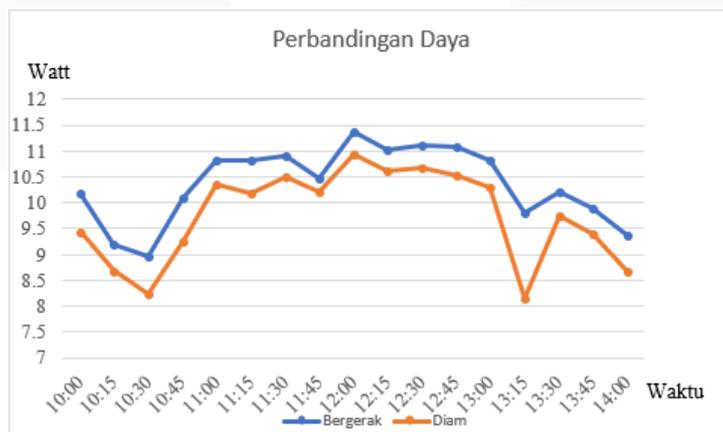
4.2 Pengujian Sistem Hari Kedua

Pengujian selanjutnya dilakukan pada hari kedua, pengujian dilakukan pada hari Minggu 15 Juli 2018, pengujian dilakukan ditempat dan waktu yang sama yaitu jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB dan berlokasi di balkon rumah yang terkena cahaya matahari selama waktu pengujian.

No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)	No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
1.	10.00	12.35	825	10.18875	1.	10.00	12.26	770	9.4402
2.	10.15	12.34	745	9.1933	2.	10.15	12.25	709	8.68525
3.	10.30	12.34	727	8.97118	3.	10.30	12.23	674	8.24302
4.	10.45	12.33	818	10.08594	4.	10.45	12.3	753	9.2619
5.	11.00	12.32	877.2	10.8071	5.	11.00	12.3	842.7	10.36521
6.	11.15	12.36	875	10.815	6.	11.15	12.29	829	10.18841
7.	11.30	12.52	870	10.8924	7.	11.30	12.49	841	10.50409
8.	11.45	12.56	834	10.47504	8.	11.45	12.52	816	10.21632
9.	12.00	12.49	910	11.3659	9.	12.00	12.47	878	10.94866
10.	12.15	12.43	887	11.02541	10.	12.15	12.42	855	10.6191
11.	12.30	12.4	897	11.1228	11.	12.30	12.4	861	10.6764
12.	12.45	12.37	895	11.07116	12.	12.45	12.35	853	10.53455
13.	13.00	12.35	876	10.8186	13.	13.00	12.32	836	10.29952
14.	13.15	12.2	803	9.7966	14.	13.15	12.22	666	8.13852
15.	13.30	12.24	834	10.20816	15.	13.30	12.24	796	9.74304
16.	13.45	12.12	816	9.88992	16.	13.45	12.14	775	9.4085
17.	14.00	12.2	767	9.3574	17.	14.00	12.19	712	8.67928
Rata - rata		12.348	838.6	10.3579	Rata - rata		12.317	792.158	9.7618

Gambar 7 (a) Pengujian Sistem Kendali Hari Kedua (b) Pengujian Panel Statik Hari Kedua

Pada Gambar 7(a) di atas, dapat dilihat nilai rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali adalah sebesar 10.3579 Watt, sedikit berbeda dengan panel surya yang bersifat statik, nilai rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel tersebut dapat dilihat pada Gambar 7(b) di atas, nilai rata-rata yang dihasilkan oleh panel tersebut adalah sebesar 9.7618 Watt.



Gambar 8 Perbandingan nilai daya pada hari kedua

Pada gambar 8 di atas, terlihat grafik daya yang dihasilkan pada pengujian hari kedua. Pada pengujian hari kedua, selisih daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali dengan panel surya yang bersifat statik adalah sebesar 0.5961 Watt. Panel surya yang dipasang sistem kendali memiliki nilai yang lebih besar, itu terjadi karena posisi panel surya dari sistem tersebut selalu bergerak mencari arah datangnya cahaya matahari. Nilai rata-rata daya yang dihasilkan pada pengujian kedua lebih kecil dibandingkan dengan pengujian hari pertama karena pada pengujian kedua arus yang dihasilkan oleh panel surya lebih kecil dibandingkan

pengujian hari pertama, itu karena cahaya matahari pada pengujian pertama relatif lebih terik dibandingkan dengan pengujian hari kedua.

4.3 Pengujian Sistem Hari Ketiga

Pengujian selanjutnya dilakukan pada hari ketiga, pengujian dilakukan pada hari Senin 16 Juli 2018, pengujian dilakukan ditempat dan waktu yang sama yaitu jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB dan berlokasi di balkon rumah yang terkena cahaya matahari selama waktu pengujian. Nilai rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali dapat dilihat pada gambar 9(a) dibawah ini.

No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
1.	10.00	13.12	865	11.3488
2.	10.15	13.15	878	11.5457
3.	10.30	13.16	834	10.97544
4.	10.45	13.12	817	10.71904
5.	11.00	13.15	822	10.8093
6.	11.15	13.11	754	9.88494
7.	11.30	13.04	678	8.84112
8.	11.45	13.15	808	10.6525
9.	12.00	13.12	764	10.02368
10.	12.15	13.12	766	10.04992
11.	12.30	13.1	788	10.3228
12.	12.45	13.16	807	10.62012
13.	13.00	13.18	828	10.91304
14.	13.15	13.21	834	11.01714
15.	13.30	13.22	848	11.21056
16.	13.45	13.18	750	9.885
17.	14.00	13.19	692	8.46798
Rata-rata		13.14588	796.0588	10.42865

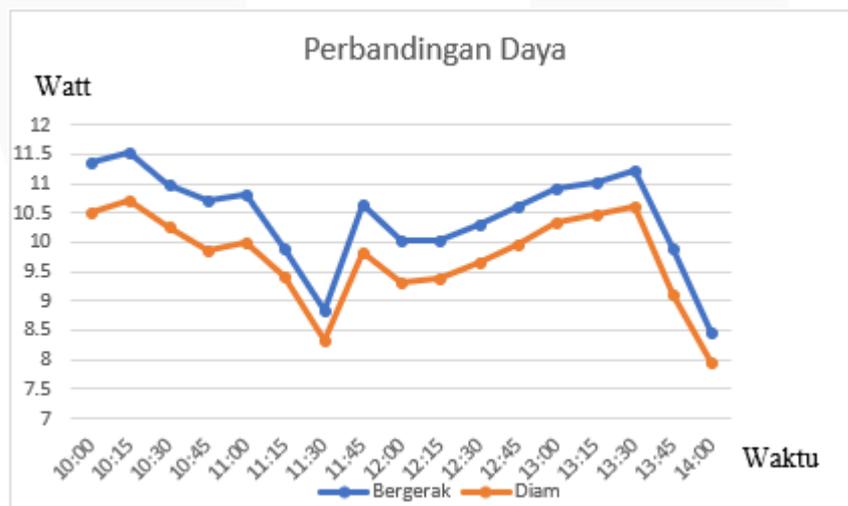
(a)

No.	Pukul	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
1.	10.00	13.1	802	10.5062
2.	10.15	13.12	816	10.70592
3.	10.30	13.1	785	10.2835
4.	10.45	13.07	754	9.85478
5.	11.00	13.08	765	10.0062
6.	11.15	13.05	722	9.4221
7.	11.30	13	642	8.346
8.	11.45	13.04	753	9.81912
9.	12.00	12.98	719	9.33262
10.	12.15	12.99	723	9.39177
11.	12.30	13.05	740	9.657
12.	12.45	13.08	762	9.96696
13.	13.00	13.1	790	10.349
14.	13.15	13.2	793	10.4674
15.	13.30	13.22	803	10.61566
16.	13.45	13.18	692	9.12056
17.	14.00	13.2	602	7.9464
Rata-rata		13.09176	744.8824	9.752423

(b)

Gambar 9 (a) Pengujian Sistem Kendali Hari Ketiga (b) Pengujian Panel Statik Hari Ketiga

Nilai rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali adalah sebesar 10.42865 Watt. Sedangkan untuk panel surya yang bersifat statik dapat dilihat pada gambar 9(b) di atas. Nilai rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel tersebut adalah sebesar 9.752423 Watt.



Gambar 10. Perbandingan nilai daya pada hari ketiga

Pada gambar 10 di atas, terlihat grafik daya yang dihasilkan pada pengujian hari ketiga. Nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali selalu lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang bersifat statik. Hal tersebut terjadi karena panel surya yang dipasang sistem kendali selalu bergerak ke arah intensitas cahaya matahari terbesar, sehingga arus yang dihasilkan pun lebih besar dibandingkan dengan panel

surya yang bersifat statik. Pada pengujian hari ketiga, selisih daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali dengan panel surya yang bersifat statik adalah sebesar 0.676227 Watt.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan sistem dan pengolahan analisis data yang telah dilakukan pada pengujian Tugas Akhir berjudul “Perancangan Sistem Kendali Posisi Panel Surya Dua Dimensi”, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem kendali posisi panel surya sudah berhasil dilaksanakan, sistem memanfaatkan empat buah sensor LDR dan dua buah motor servo untuk menggerakkan mekanik sistem sehingga posisi panel surya selalu mengarah ke arah datangnya cahaya matahari. Hal tersebut membuat daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali lebih besar dan optimal sebesar 7,3 % dibandingkan dengan panel surya yang hanya diam ditempat.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan selama 3 hari, panel surya yang dipasang sistem kendali menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya yang hanya diam ditempat. Rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang sistem kendali adalah sebesar 10.57 Watt, sedangkan untuk panel surya yang hanya diam ditempat hanya menghasilkan daya sebesar 9.85 Watt.
3. Pemilihan motor servo dengan torsi yang besar, semakin besar torsi maka sistem mekanik akan semakin kuat dalam menahan beban panel surya.

Daftar Pustaka

- [1] Dewanto Harjunowibowo, “Model Panel Surya Cerdas dengan Sensor Pelacak Cahaya Matahari Otomatis Berbasis Mikrokontroler”, Berkala Fisika, Volume 13, No.2, Edisi khusus April 2010, Hal B7-B14.
- [2] Giripunje, Lokesh M., “Solar Tracking for Maximum Utilization of Solar Energy”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume 04, Issue 02, February-2017.
- [3] Lokhande, Mayank Kumar.”Automatic Solar Tracking System”, International Journal of Core Engineering & Management (IJCEM) Volume 1, Issue 7, October 2014.
- [4] Roni Syafrialdi., Wildian., “Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrontroler ATmega8535 dengan Sensor LDR dan penampil LCD”, Jurnal Fisika Unand, Volume 4, No.2, April 2015.