

Optimasi Daya Keluaran Pada Solar Panel Dengan Metode Tracking Berbasis *Internet Of Things*

Chaerul Jalaludin^{1*}, Triyanto Pangaribowo²

¹PT. Prima Detailindo, Jakarta

²Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta
ujangerdin@gmail.com

Abstrak—Penggunaan panel surya yang terpasang pada umumnya kebanyakan masih bersifat *statis* yang menyebabkan penerimaan matahari tidak optimal karena posisi solar panel tidak berada dalam posisi yang tepat terhadap arah datangnya sinar matahari, maka untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan optimal maka panel surya harus mengikuti arah datangnya sinar matahari, penambahan lensa *fresnel* pada sistem *tracking* membantu untuk mendapatkan cahaya yang lebih maksimal, sehingga daya yang dihasilkan akan lebih maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah sistem yang dapat melakukan *tracking* terhadap posisi sinar matahari untuk meningkatkan efisiensi penerimaan cahaya oleh panel surya, serta melakukan *monitoring* dari daya yang dihasilkan oleh panel surya berbasis *internet of things*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Peningkatan daya solar panel dengan menggunakan sistem *solar tracking* terhadap solar panel statis mampu mengoptimalkan daya keluaran panel surya sebesar 27,4%, sedangkan peningkatan daya solar panel dengan menggunakan sistem *solar tracking* terhadap *solar tracking* dengan lensa *fresnel* mampu mengoptimalkan daya keluaran panel surya sebesar 14%.

Kata Kunci— *Dual Axis, Internet Of Things, Lensa Fresnel, Sistem Tracking, Monitoring, Sistem Tracking.*

DOI: 10.22441/jte.2021.v12i1.002

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan hal yang tidak bisa di lepaskan dari kehidupan sehari-hari setiap orang, hal ini dibuktikan dengan terus meningkatnya jumlah pelanggan listrik PLN setiap tahunnya [1]. Kebutuhan masyarakat akan energi listrik kian besar seiring dengan kemajuan teknologi dan jumlah penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat tersebut diperlukan pengembangan sumber daya energi, yang berupa fosil maupun terbarukan. Keadaan alam indonesia yang relatif sulit dijangkau oleh jaringan listrik terpusat menyebabkan pilihan terhadap energi surya merupakan suatu keharusan Listrik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir semua aktivitas manusia, baik di rumah tangga, perkantoran, maupun industry sangat bergantung pada listrik. Listrik dapat dibangkitkan dengan menggunakan generator listrik. Lebih dari 99% energi listrik yang digunakan sekarang dihasilkan oleh generator listrik dalam bentuk arus bolak-balik yang mudah disalurkan dalam rentang jarak yang jauh. Sekarang sumber daya energi untuk pembangkit listrik sebagian besar dipasok dari minyak bumi, gas bumi, dan batubara, namun sumber energi ini akan habis dalam kurun waktu sekitar 20 tahun kedepan karena memiliki keterbatasan jumlahnya, Karena sumber daya alam

seperti minyak bumi, gas bumi, dan batubara membutuhkan waktu jutaan tahun untuk proses pembentukannya. Dengan jumlah ketersediaan yang terbatas di alam dan dengan laju produksi yang besar serta skala waktu produksinya harian (jauh lebih kecil dari skala waktu jutaan tahun), maka tentu saja sumber daya alam ini makin lama makin tipis persediaannya hingga akhirnya habis [1].

Menurut berbagai penelitian kini diperlukan pengembangan sumber-sumber energi alternatif untuk menggantikan perannya dengan sumber daya energi terbarukan seperti energi nuklir, energi surya (solar energy), energi air, energi angin, energi biomassa, energi panas bumi, dan energi gelombang laut. Salah satu energi terbarukan yaitu energi matahari merupakan sumber daya alam yang berkelanjutan yang efektif karena faktor keberadaannya, ketersediaannya, dan keberlangsungannya yang memadai serta bebas polusi. Penggunaan panel surya yang terpasang pada umumnya kebanyakan masih bersifat *statis* yang menyebabkan penerimaan matahari tidak optimal karena posisi solar panel tidak berada dalam posisi yang tepat terhadap arah datangnya sinar matahari, maka untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan optimal maka panel surya harus mengikuti arah datangnya sinar matahari. Untuk dapat merealisasikan sistem tersebut dibutuhkan beberapa sensor yang peka terhadap cahaya yang membaca arah datangnya cahaya dari beberapa sudut lalu sensor tersebut mengirimkan data terhadap mikrokontroler sehingga mikrokontroler akan menentukan posisi yang tepat agar panel surya mendapatkan cahaya yang maksimal. Dengan menggunakan solar tracker system tersebut maka akan bertambah efisiensi panel surya untuk menyerap sinar matahari dan energi listrik yang dihasilkan semakin optimal. Serta diperlukan penambahan *Internet of Things (IoT)* [2] [3] [4] [5] pada sistem agar dapat dimonitoring [6] dari tempat yang jauh.

II. PENELITIAN TERKAIT

I. M. Benny P.W., Ida Bgs Alit Swamardika, I Wayan Arta Wijaya pada perancangannya yang berjudul, “Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino” Rancang bangun sistem tracking panel surya berbasis mikrokontroler arduino merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengikuti arah pergerakan matahari setiap jamnya, mulai dari terbit hingga terbenam. Sistem tracking panel surya ini akan mendeteksi setting waktu yang diinput oleh RTC (Real Time Clock). Pembuatan sistem ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pertama adalah perancangan perangkat keras (hardware) yang terdiri dari perancangan perangkat elektronika dan perancangan perangkat mekanik. Kedua adalah perancangan

perangkat lunak (software). Pemrograman sistem tracking menggunakan software arduino. Panel surya digerakkan dengan menggunakan motor servo yang bergerak sesuai input waktu yang diberikan oleh RTC. Pergerakan panel surya diatur setiap jam dengan sudut yang telah diuji, sehingga posisi panel surya selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari. Hasil dari rancang bangun sistem tracking panel surya berbasis mikrokontroler arduino menunjukkan bahwa alat yang dirancang sudah dapat mengikuti pergerakan matahari berdasarkan waktu [7]

Khalid, Fadhlullah (2017) pada perancangannya yang berjudul, “*Solar Tracking System Berbasis Arduino*” arah datangnya sinar matahari dideteksi oleh sensor cahaya yaitu LDR, *motor servo* untuk menggerakkan panel surya secara mekanik mengikuti arah datangnya cahaya matahari, dan mikrokontroler arduino uno sebagai pengendali utama panel surya dan pengolah data I/O dari komporator sehingga informasi energi yang diserap panel surya, kapasitas baterai yang diterima serta output dari energi yang digunakan dapat ditampilkan pada LCD [8].

Susanto, Heru (2019) pada perancangannya yang berjudul, “*Desain dan Implementasi Pemantau Tegangan dan Arus Motor DC Menggunakan Konsep IOT*” Penelitian ini bertujuan untuk melakukan desain dan implementasi alat untuk memantau tegangan dan arus pada motor DC dengan menggunakan konsep Internet of Things (IoT). Sistem dirancang menggunakan modul sensor tegangan dan arus DC yang dihubungkan ke sebuah multiplexer analog yang keluarannya akan dihubungkan ke I/O analog pada NodeMCU yang sudah dilengkapi dengan modul IoT berupa ESP8266. Data tegangan dan arus hasil pembacaan sensor ini, selanjutnya akan diolah oleh NodeMCU untuk di tampilkan pada sebuah LCD 2x16 dan juga di publikasi ke sebuah *broker Thingspeak* agar data tersebut dapat disimpan dan di unduh dalam format CSV. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa desain dan implementasi dari alat pemantau tegangan dan arus pada motor DC menggunakan konsep IoT ini sudah dapat menampilkan hasil berupa data tegangan dan arus yang sesuai antara yang tampil pada LCD dan juga yang terpublikasipada Thingspeak secara real time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat selisih sebesar 1% antara data tegangan dari voltmeter DC dengan hasil pembacaan tegangan pada alat, dan selisih sebesar 2% data arus amperemeter DC dengan hasil pembacaan arus pada alat. Hasil data yang ditampilkan pada thingspeak terdapat jeda waktu yang lebih lambat dari data yang ditampilkan pada LCD [9].

Lesamana, Ryzka Jaya Dio (2019) pada perancangannya yang berjudul, “*Rancang Bangun Solar Cell Tracking system dan Proteksi Beban Lebih Berbasis Mikrokontroler Arduino*” penelitian ini menghasilkan alat tracking solar cell system dan proteksi beban lebih berbasis arduino uno dan arduino nano. Alat ini juga dibekali sensor photodiode untuk mendeteksi datangnya cahaya matahari kemudian data dari photodiode dikirimkan ke arduino nano untuk memberikan sinyal ke motor. Apabila beban yang disupply oleh *battrey* melebihi kapasitas *battrey* maka sensor ina219 akan mendeteksi beban lebih, sinyal tersebut akan dikirim ke arduino uno untuk memerintahkan relay melepaskan beban. Penelitian dilakukan menggunakan

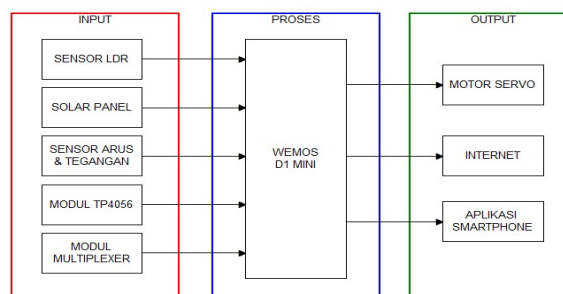
metode penelitian eksperimen dengan cara merekayasa dan memberi perlakuan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian dan untuk mencari pengaruh perlakuan yang telah diberikan secara terkendali [10].

Ardyanto, Bagus (2019) pada perancangannya yang berjudul, “*Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar*” Seiring perkembangan teknologi di bidang motor listrik dc, maka diperlukan beberapa pengujian untuk mencari data parameter. Parameter tersebut di dapatkan melalui *instrumentasi* yang digunakan untuk nilai hasil darimotor dc yang akan dibuat. Pada saat pengukuran harus mengetahui daya listrik. Pada pengukuran konsumsi energi tersebut didapat dari hasil pengukuran perkalian antara tegangan serta arus yang di serap oleh motor. Sensor yang di gunakan untuk menghitung arus dan tegangan yaitu INA219 dengan prinsip kerja perhitungan kuat arus pada medan elektro magnetik dengan nilai pengukuran maksimum 30 A dan menghitung tegangan dengan nilai perbandingan resistor dengan nilai maksimum pengukuran 25V. Parameter hasil tersebut akan di bandingkan melalui peralatan multimeter digital. Hasil dari pengukuran dari sensor akan di proses melalui NodeMCU dengan program yang sudah dibuat sebelumnya lalu di tampilkan pada LCD 16x2, hasil tersebut bisa di akses dengan mudah melalui *smartphone* dengan aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pengujian dari penugukuran tegangan, arus dan daya menggunakan sensor INA219 menghasilkan selisih tertinggi 0,4 volt pada pengukuran tegangan, 15,9mA pada pengukuran arus dan 0,15 watt pada pengukuran daya [11].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram

Pada perancangan dan pembuatan alat ini, yang pertama kali dirancang adalah diagram blok sistem karena blok diagram ini yang menjadi kerangka acuan dalam pembuatan alat tersebut dan dari blok diagram akan tampak mekanisme sistem kerja alat yang akan dirancang. Blok diagram sistem secara keseluruhan pada gambar 1 berikut.



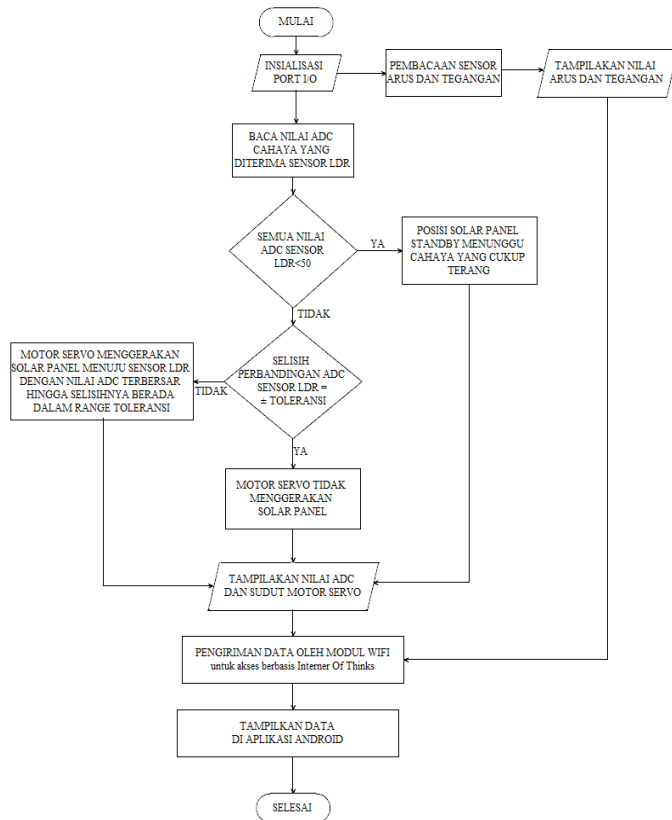
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Secara garis besar didalam blok diagram tersebut dapat kita bagi dalam tiga bagian yaitu masukan (*input*), proses data/pemrograman dan keluaran (*output*). Bagian masukan (*input*) yaitu *smartphone (Visual Button) myDevices Cayenne* untuk mengaktifkan motor servo secara manual dan otomatis, sensor cahaya (LDR), sensor arus dan tegangan, modul TP4056, modul multiplexer. Sementara untuk keluaran (*output*) terdiri

dari motor servo, dan smartphone untuk kontrol dan monitoring. Dan untuk proses yaitu mikrokontroler wemos digunakan sebagai kontrol utama untuk mengolah program data dan untuk menghubungkan motor servo, sensor LDR, sensor arus dan tegangan dengan *smartphone*. Sedangkan *Fire Base* digunakan sebagai pengirim data dari *mikrokontroler* wemos ke aplikasi *myDevices Cayenne* sebagai penghubung antara alat dan *Smartphone*.

B. Flowchart

Flowchart sistem keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Diawali dengan mulai kemudian membuka aplikasi pada android yang sudah di instal melalui aplikasi di *myDevices Cayenne*. Login aplikasi *myDevices Cayenne* kemudian wemos menerima data dari *cloud myDevices Cayenne*. Setelah itu pilih mode *tracking* yang sesuai. Setelah mode dipilih maka sistem aktif, dan saat program dimulai posisi motor servo diatur pada posisi 90° (servo vertikal) dan 90° (servo horizontal). Posisi ini diasumsikan sebagai posisi sudut matahari terbit terhadap perangkat, sehingga awal mula program dimulai solar panel menghadap kearah matahari terbit. Posisi ini akan bertahan hingga salah satu sensor LDR mendapat cahaya yang cukup terang dengan nilai ADC 50. Jika mode yang dipilih *tracking* maka ketika salah satu sensor LDR mendapat cahaya dengan nilai LDR lebih dari 50, maka mikrokontroler memerintahkan motor servo untuk menggerakkan solar panel.

Jika mode yang dipilih statis dengan beberapa pilihan sudut yaitu posisi 54° (servo vertikal) dan 0° (servo horizontal) solar panel menghadap kearah matahari terbit, posisi 90° (servo vertikal) dan 90° (servo horizontal) solar panel berada tegak

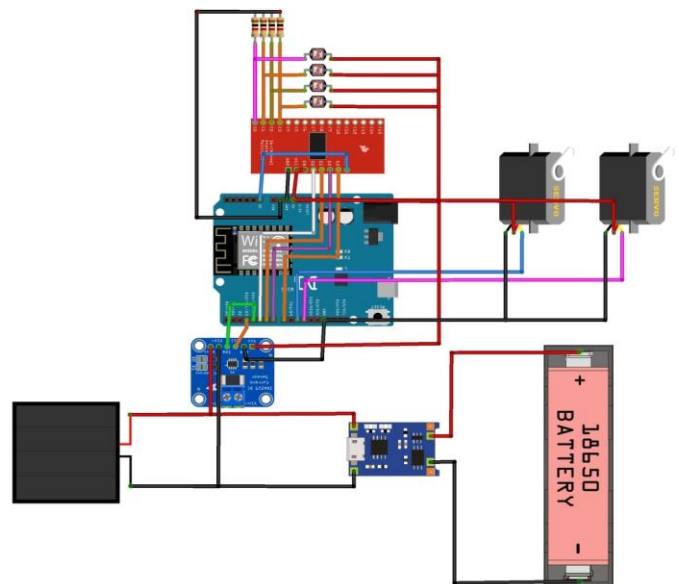
lurus dengan matahari, posisi 54° (servo vertikal) dan 180° (servo horizontal) solar panel menghadap kearah matahari terbenam.

Kemudian tahap selanjutnya yaitu data sudut motor servo dibaca sebagai data serial yang dapat ditampilkan pada serial monitor software IDE Arduino, kemudian data tersebut dapat dikirimkan ke modul ESP8266. Data yang diterima oleh ESP8266 ditampilkan pada smartphone dengan aplikasi android. Aplikasi android dibuat pada web *myDevices Cayenne*.

Setelah sistem aktif dan membaca sudut motor servo, selanjutnya mikrokontroler akan bekerja untuk membaca nilai arus dan tegangan dari sensor INA219. Output dari mikrokontroler berupa pembacaan sensor INA219 akan dikirim ke web *myDevices Cayenne* dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Jika sistem tidak dapat membaca sensor maka proses akan kembali ke tahap awal dan berulang secara kontinu sampai sistem dimatikan.

C. Perancangan Wiring Hardware

Perancangan wiring hardware meliputi perancangan pada sistem input dan sistem output, selanjutnya menyatukan semua perancangan elektrik kedalam sebuah sistem yang saling berkaitan antara sistem input, proses, dan output. Rangkaian sistem elektrik secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Perancangan wiring hardware

IV. HASIL DAN ANALISA

Perangkat yang menjadi beban motor servo berbahan yang memiliki berat ringan. Karena meskipun motor servo memiliki maksimum torsi sebesar 13kg/cm tidak mampu mengangkat beban lebih dari 0,24 kg karena *bracket* (penampang) tempat penyangga motor servo vertikal memiliki panjang total 5cm. Actuator solar tracker (motor servo) hanya dapat mengangkat beban 1 solar panel karena meskipun motor servo memiliki maksimum torsi sebesar 13kg/cm tidak mampu mengangkat 2 solar panel yang hanya memiliki beban 50 g saat pengujian. Karena berat total dari beban motor servo vertikal tersebut

berupa 1 solar panel, sekat, sensor LDR serta penampang solar panel lebih besar dari 0,24 kg. Informasi posisi motor servo dapat diketahui berupa data serial besar sudut motor servo, besar arus dan tegangan yang dihasilkan solar panel. Data tersebut dapat dikirim melalui internet dan ditampilkan pada *smartphone*

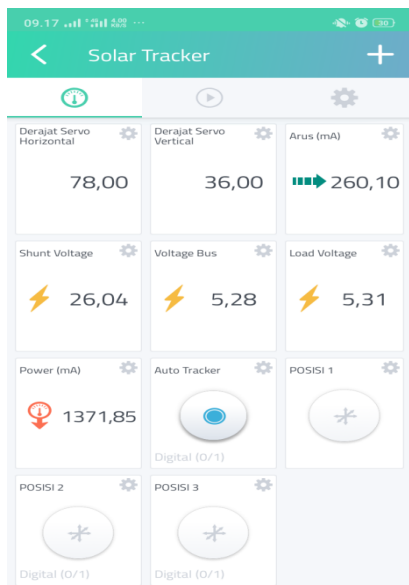


dengan aplikasi Android.

Gambar 4. Hasil Perancangan Alat

A. *Tampilan Aplikasi*

Dengan aplikasi android pada *smartphone* ini, pengguna dapat mengetahui posisi *solar panel* yang digerakkan oleh *solar tracker* dan mengetahui besaran arus, tegangan, daya tanpa harus melihat dan mengukur perangkat secara langsung. Karena aplikasi ini terhubung melalui internet, maka perangkat solar tracker harus selalu terhubung dengan internet selama percobaan. Tampilan aplikasi android.



Gambar 5. Tampilan *widget* aplikasi android

B. *Pengujian Sistem Secara Keseluruhan*

Proses pengambilan parameter output dilakukan dengan mengaktifkan solar tracker pada jam yang telah ditentukan selama 1-10 menit dengan kondisi tegangan baterai sekitar 3,7 V, hal ini dilakukan karena jika solar tracker terus diaktifkan

maka baterai akan terus terisi yang menyebabkan nilai tegangan baterai naik, jika tegangan baterai hampir mendekati range tegangan normalnya maka arus yang masuk akan dibatasi secara otomatis oleh SCC. Pengambilan data parameter output masing-masing akan diambil sebanyak dua kali, yaitu untuk pengambilan data sistem panel surya dengan *solar tracker* dan tanpa *solar tracker*. Pengujian dilakukan dari pukul 07.00 sampai pukul 17.00. Selanjutnya pengambilan data tegangan, arus, dan daya dari *solar panel* dilakukan secara *realtime* menggunakan sensor INA219 melalui aplikasi pada *smartphone* dan komputer. Didalam percobaan ini Selain melakukan pengukuran data tegangan dan arus menggunakan sensor juga dilakukan pengukuran secara manual menggunakan multimeter digital untuk mengetahui persentase *error* data pengukuran.

Tabel 1. Hasil Pengujian Panel Surya Dengan Sistem *Solar Tracker* Terhadap Waktu

Pukul (WIB)	Sudut (°)		Tegangan (VA)	Arus (mA)	Daya (mW)
	Servo Vertikal	Servo Horizontal			
07.00	67	44	3,81	98,3	374
08.00	64	81	4,36	62,2	266
09.00	70	63	4,23	204,2	858
10.00	70	81	5,99	141,88	848
11.00	70	96	6,18	113,3	698
12.00	70	106	6,14	115,6	708
13.00	70	129	5,99	129,8	776
14.00	70	129	4,57	129,7	593,2
15.00	60	129	4,76	88,3	356
16.00	56	130	4,25	41,47	181,71
17.00	62	157	4,59	52,1	232

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai maksimum daya yang dihasilkan panel surya dengan sistem *solar tracker* didapat pada pukul 09.00 WIB sebesar 858 mW dengan sudut kemiringan panel surya sebesar 70° servo vertikal dan 63° servo horizontal, serta nilai arus dan tegangannya sebesar 204,2 VA dan 4,23 mA. Sedangkan untuk nilai minimum daya yang dihasilkan sebesar 232 mW pada pukul 17.00 WIB sudut kemiringan panel surya sebesar 62° servo vertikal dan 157°, serta nilai arus dan tegangannya sebesar 232 VA dan 4,59 mA. hasil pengujian tanpa *solar tracker* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 4. Hasil Pengujian Panel Surya Dengan Sistem *Statis* Terhadap Waktu

Pukul (WIB)	Sudut (°)		Tegangan (VA)	Arus (mA)	Daya (mW)
	Servo Vertikal	Servo Horizontal			
07.00	54	0	3,76	131,7	492
	30	90	3,86	145,6	560
	54	180	3,76	52,1	206
08.00	54	0	4,03	135,4	544
	30	90	4,06	160	646
	54	180	4	66,94	268
09.00	54	0	4,08	130,8	534
	30	90	4,08	134,5	548
	54	180	4,06	96,3	394

10.00	54	0	4,1	141,88	569
	30	90	4,1	149,44	392,63
	54	180	4,11	93,52	388,84
11.00	54	0	5,36	81,76	169,31
	30	90	5,24	82,77	293,5
	54	180	5,11	52,76	234,8
12.00	54	0	5,58	195,3	1088
	30	90	6,12	155,9	954
	54	180	6,1	121,4	738
13.00	54	0	4,23	199,7	842
	30	90	5,89	202,1	1182
	54	180	5,75	189,1	1088
14.00	54	0	4,35	51,9	206
	30	90	3,99	150,2	596
	54	180	3,98	125	498
15.00	54	0	4,39	40,8	176
	30	90	3,99	105,3	420
	54	180	4,01	114	456
16.00	54	0	4,44	31,5	140
	30	90	4,01	92,3	268
	54	180	4,47	72,4	322
17.00	54	0	4,5	4,45	21,47
	30	90	4,4	10,3	46
	54	180	4,21	5,9	30

Dari tabel 4 menunjukkan hasil pengujian panel surya statis yang tidak bergerak dapat dilihat pada tabel tersebut menggunakan 3 pilihan sudut dalam percobaan yaitu sudut pertama dengan kemiringan panel surya sebesar 54° servo vertikal dan 0° servo horizontal nilai maksimum daya, arus dan tegangan yang dihasilkan sebesar 1088 mW, 199.7 mA, 5.58 VA didapat pada pukul 12.00. Pada pilihan kedua dengan sudut kemiringan panel surya sebesar 30° servo vertikal dan 90° servo horizontal nilai maksimum daya, arus dan tegangan yang dihasilkan sebesar 1182 mW, 202.1 mA, 6.12 VA didapat pada pukul 13.00. Pada pilihan ketiga dengan sudut kemiringan panel surya sebesar 54° servo vertikal dan 180° servo horizontal nilai maksimum daya, arus dan tegangan yang dihasilkan sebesar 1088 mW, 189.1 mA, 6.1 VA didapat pada pukul 12.00.

Untuk lebih maksimalnya intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya dengan sistem *solar tracker* ditambahkan sebuah lensa fresnel yang berfungsi untuk mengkonsentrasikan cahaya dengan petern radial yang membentuk sudut sejajar sumbu utama. Dengan ukuran luas 24,5x17 cm dengan titik fokus lensa 34 cm. Kemudian menentukan posisi jarak sel surya terhadap lensa fresnel, karena ini merupakan hal yang penting dan sangat berpengaruh terhadap titik fokus, sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengujian dan pengukuran *focal length* (jarak fokus). Berikut dibawah ini skema jarak lensa dengan panel surya, dapat kita hitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\tan A = \tan B \tag{2}$$

$$\frac{12}{34} = \frac{8,5}{y}$$

$$12y = 289$$

$$y = \frac{289}{12}$$

$$y = 34 - 24 = 10\text{cm}$$

Dari perhitungan (pers. 2) agar seluruh permukaan panel surya mendapatkan iridasi matahari sebesar luasan lensa fresnel bahwa jarak dari lensa permukaan solar panel berjarak 10 cm. Data hasil pengujian sistem panel surya dengan gabungan solar tracker dan lensa fresnel yang dilakukan pada pukul 07.00 samapu pukul 17.00 WIB dengan sumber cahaya penyinaran dari matahari langsung dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Panel Surya Dengan *Sistem Solar Tracker* Dan Lensa Fresnel Terhadap Waktu

Pukul (WIB)	Sudut (°)		Tegangan (VA)	Arus (mA)	Daya (mW)
	Servo Vertikal	Servo Horizontal			
07.00	67	44	4,3	59,4	255
08.00	64	81	4,28	98,9	432
09.00	70	63	4,17	175,6	732
10.00	70	81	4,21	177,8	748,5
11.00	70	96	4,01	188,3	750
12.00	70	106	6,16	158,1	974
13.00	70	129	6,14	122,4	750
14.00	70	129	5,95	122,6	782
15.00	60	129	5,17	115,8	682
16.00	56	130	5,44	53	282
17.00	62	157	5,42	43,2	242

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwa data yang dihasilkan terlihat penggunaan komponen gabungan *tracker* dan lensa fresnel masih dibawah daya luaran solar panel dengan *tracker*. Intensitas daya luaran menyebar hampir merata dari jam 08:00 WIB hingga 15:00 WIB, ini menunjukkan pemanfaatan dua komponen *tracker* dan lensa fresnel dapat menghasilkan daya yang konstan. Penggunaan solar panel tanpa *tracker* hanya menghasilkan satu titik puncak daya luaran maka pada penggunaan solar panel dengan *tracker* dan gabungan *tracker* dan lensa fresnel menghasilkan puncak yang banyak dan hampir merata.

V. KESIMPULAN

Penggunaan solar panel dengan metode *tracker* masih dibawah daya luaran solar panel dengan statis (diam). Tetapi intensitas daya luaran yang dihasilkan sistem solar panel dengan *tracker* menyebar hampir merata dari jam 09:00 WIB hingga menunjukkan pemanfaatan *tracker* dapat menghasilkan daya yang hampir konstan dan hampir merata.

Penggunaan solar panel dengan metode *track* dan lensa fresnel didapatkan daya keluaran lebih rendah dibandingkan penggunaan statis dan *tracker* masih dibawah daya luaran solar panel dengan statis (diam). Tetapi intensitas daya luaran yang dihasilkan sistem solar panel dengan *tracker* menyebar hampir merata dari jam 08:00 WIB hingga 15:00 WIB ini menunjukkan pemanfaatan *tracker* dapat menghasilkan daya yang hampir konstan dan merata.

Peningkatan daya solar panel dengan menggunakan sistem solar tracking terhadap solar panel statis mampu mengoptimalkan daya panel surya sebesar 27,4%, sedangkan peningkatan daya solar panel dengan menggunakan sistem solar tracking terhadap solar tracking dengan lensa fresnel mampu mengoptimalkan daya panel surya sebesar 14%.

Berdasarkan hasil pengujian penggunaan solar panel dengan metode statis dengan sudut 54° servo vertikal dan 0° servo horizontal menghasilkan 4781,78 mW, pada sudut 30° servo vertikal dan 90° servo horizontal menghasilkan 5906,13 mW, dan sudut 180° servo vertikal dan 54° servo horizontal menghasilkan 4623,64 mW. Jadi agar solar panel menghasilkan daya yang optimal maka diletakan pada sudut 30° servo vertikal dan 90° servo horizontal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. Statistik Ketenagalistrikan 2016. Jakarta : Kementrian ESDM.
- [2] J. Andika, F. D. Atmaja, M. H. I. Hajar, K. S. Salamah and G. Febrilia, "Pocket DC Earth Fault Locator (P-DEL) for Alarm Interference of DC Power Supply using the Internet of Things," 2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP), Yogyakarta, Indonesia, 2020, pp. 173-177, doi: 10.1109/BCWSP50066.2020.9249459.
- [3] A. Adriansyah, S. Budiyanto, J. Andika, A. Romadlan, and N. Nurdin, "Public street lighting control and monitoring system using the internet of things," in AIP Conference Proceedings, 2020, vol. 2217, doi: 10.1063/5.0000594
- [4] A. S. Spanias, "Solar energy management as an Internet of Things (IoT) application", In 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (pp. 1-4). IEEE, 2017
- [5] O. Chieochan, A. Saokaew and E. Boonchieng, "Internet of things (IOT) for smart solar energy: A case study of the smart farm at Maejo University", In 2017 International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS) (pp. 262-267), IEEE, 2017.
- [6] S. Patil, M. Vijayalashmi, and R. Tapaskar, "Solar energy monitoring system using IOT", Indian Journal of Scientific Research, 149-156, 2017
- [7] I. M Benny P.W., I. B. A. Swamardika and I. W. A. Wijaya, "Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis *Mikrokontroler* arduino", *Jurnal Spektrum*, Volume 2 (2), 2015.
- [8] F. Khalid. *Solar Tracking System* Berbasis Arduino. S1. Universitas Islam Negri Alauddin Makassar. 2017
- [9] H. Susanto. Desain dan Implementasi Pemantau Tegangan dan Arus Motor DC Menggunakan Konsep IOT. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, Volume 5 (1), 2018.
- [10] R. J. D. Lesmana. Rancang Bangun *Solar Cell Tracking System* dan Proteksi Lebih Berbasis Mikrokontroler Arduino *Jurnal Teknik Elektro*, Volume 8 (1), 2019.
- [11] B. Adyanto. Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar, *Jurnal Teknik Elektro*, 2019.