

Optimasi Daya Penggabungan Panel Surya Dan Kincir Angin Menggunakan Metode Switching

Ahmad Ayib Sandzali¹, Sukarno Budi Utomo², dan Agus Suprajitno³

^{1,2,3} Universitas Islam Sultan Agung Semarang

^{1,2,3} J. Raya Kaligawe KM.4 Semarang

¹Ahmadayib@srd.unissula.ac.id

Abstrak – Salah satu potensi energi baru terbarukan (EBT) yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat kota Semarang adalah energi cahaya matahari dan energi kinetik angin. Energi cahaya matahari dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panel surya (PV), sedangkan energi kinetik angin dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin. Menurut Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Arcandra Tahar ada sejumlah hal yang harus benar-benar dipersiapkan oleh Indonesia untuk mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT).

Pada penelitian ini dalam pemanfaatan energi baru terbarukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber energi matahari dan energi angin. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga matahari (Panel surya) merupakan fungsi dari sinar matahari yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik dan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin merupakan fungsi dari kecepatan angin untuk memutar sudu-sudu angin (turbine blade) dan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik agar kedua sumber energi tersebut bisa digunakan dengan maksimal maka, digunakanlah sebuah metode penggabungan yaitu menggunakan switching agar bisa memaksimalkan hasil keluaran daya listrik yang maksimal agar tidak terbuang sia-sia. Hasil daya yang diperoleh dari panel surya 47,7337 Watt, dan yang dihasilkan kincir angin 27,240 Watt sebelum menggunakan metode penggabungan switching. Pada saat dilakukan penggabungan menggunakan metode switching daya listrik yang dihasilkan dari penggabungan panel surya dan kincir angin sebesar 56,5811Watt. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan metode ini bisa menghasilkan daya yang optimal.

Kata Kunci : Peggabungan panel surya dan kincir angin, metode switching.

Abstract – One of the potential of renewable energy (EBT) which can dimanfaatkan by Semarang people are solar light energy and kinetic energy of the wind. Solar light energy can be harnessed into electricity by using solar panels (PV), while the kinetic energy of the wind can be converted into electrical energy using wind turbines. According to Deputy Minister of Energy and Mineral Resources, Tahar Arcandra there are some things that should really be prepared by Indonesia to encourage the use of renewable energy (EBT).

In this study in pemanfaatan renewable energy used in this research is the source of solar energy and wind energy. The electrical energy generated by the solar power (solar panel) is a function of sunlight that is able to directly convert sunlight into electricity and electrical energy generated by wind power is a function of wind speed to rotate the blades of the wind (turbine blades;) and turn a generator that produces electricity so that both the energy spat can be used to maximum then, is used a method which uses a switching incorporation in order to maximize yield maximum output electric power in order not to be wasted. Results of power derived from solar panels 47.7337 Watt And produced 27,240 watts windmill before using the merger method of switching. At the time of incorporation using the method of switching the electrical power produced from the incorporation of solar panels and windmills for 56,5811Watt, It is addressing that penggunakan this method can produce optimum power.

Key words: incorporation of solar panels and win turbin, switching method

I. PENDAHULUAN

Pada sumber energi matahari dan angin bisa di jadikan salah satu sumber pembangkit listrik seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Dengan memiliki masing – masing kelebihan dan kelemahan yaitu pada panel surya memiliki sebuah keunggulan yang ramah lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan bisa memanfaatkan sumber energi matahari yang sangat berlimpah. Panel surya juga memiliki sebuah kelemahan yaitu ketergantungan terhadap cuaca. Untuk pembangkit listrik tenaga bayu juga memiliki kelebihan bisa memanfaatkan sumber energi angin yang tidak habisnya dan juga memiliki kekurangan

yang slalu ketergantungan terhadap cuaca, sedangkan energy angin yang ada diindonesia tidak bisa diprediksi sumber energy alamnya.

Hal ini perlu dilakukan optomasi kedua sumber energy tersebut dengan cara menggabungkan kuedua sumber energy agar bisa digunakan secara maksimum dengan kondisi cuaca yang relatif berubah – rubah dan tidak bisa diprediksi. Dengan penggabungan panel surya dan kincir angin bertujuan untuk mengoptimalkan kudua sumber secara bersamaan agar memiliki keluaran daya listrik yang maksimal dari pemanfaatan kedua sumber tersebut.

Dari referensi yang sudah dilakukan penggabungan tersebut menggunakan suatu system elektronika yaitu menggunakan sebuah relay untuk menggabungkan panel surya dan kincir angin. oleh karena itu peneliti megunakan sebuah metode yang berbeda dengan menggunakan sebuah switching yang bisa menggabungkan panel surya dan kincir angin dalam waktu bersamaan. Pada kondisis tertentu system ini akan berkerja secara switch, dimana hanya salah satu keluaran dari dua sumber yang berfungsi. Hal ini dikarenakan dari salah satu sumber cenderung rendah atau tidak ada sama sekali.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa ouput daya maximal Pembangkit listrik tenaga surya 100 Watt dan kincir angin 200 Watt dalam memafaatkan sumber energi cahaya matahari dan energi angin.
2. Bagaimana perbandingan daya dari panel surya dan kincir angin sebelum digabungkan dan sesudah digabungkan pada pembangkit listrik tenaga hybrid dengan system switching.

B. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan pada tugas akhir ini maka penulis akan membatasi masalah pada :

1. Penelitian ini dilakukan pada saat panel surya dan kincir angin sudah mengkonversikan dari energy matahari dan angina dalam bentuk tegangan dan arus.
2. Pembangkit listrik yang digunakan adalah pembangkit listrik skala kecil yaitu dengan kapasitas PV 100 Watt dan kincir angin 200 Watt.
3. Penelitian ini membahas tentang optimasi daya penggabungan panel surya dan kincir angin.

C. Tujuan Masalah

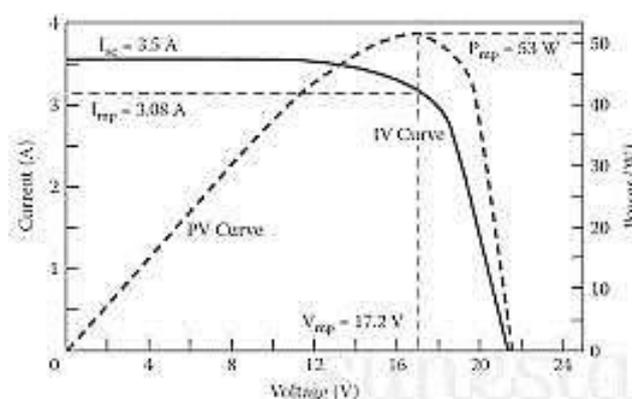
Berdasarkan rumusan masalah yang dikaji maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui besar daya maximal yang dihasilkan dari panel surya maupun kincir angin
2. Mengetahui besaran daya yang dihasilkan panel surya dan kincir angin sebelum digabungkan dan sesudah digabungkan pada pembangkit listrik tenaga hybrid dengan system switching.

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

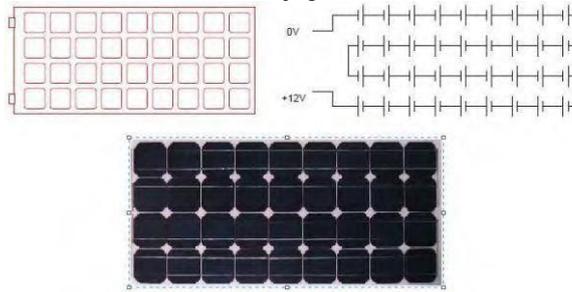
A. Peneliti Karakteristik Solar Panel

PV sebagai alat yang dapat merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik *Dirrect Current* (DC) memiliki karakteristik efisiensi yang rendah. PV terdiri dari crystalline silicon yang dirangkai secara berjajar baik seri maupun paralel[5]. Ukuran luas bidang PV berpengaruh pada kapasitas listrik yang dapat dinkonversi dari energi sinar matahari. Secara teori kurva perbandingan antara Arus (I) dan Tegangan (V) dalam Standar Test Conditions (STC) adalah 100watt per meter persegi radiasi dalam suhu 25 derajat celcius seperti pada gambar 1[6].



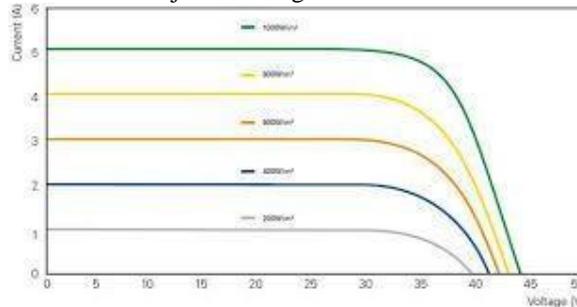
Gambar 1. Karakteristik I-V PV STC.

PV memiliki dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti diode. Ketika mendapatkan cahaya matahari, satu sel surya pada PV menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 volt sampai 1 volt, dan arus *short-circuit* dalam skala milliampere per cm² (mA/cm²)[7]. Besar tegangan dan arus tersebut tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga sejumlah sel surya disusun secara seri ataupun paralel membentuk modul 10 surya. Kapasitas produksi listrik oleh PV ditulis dengan besaran Watt. Semakin besar kapasitas produksi listriknya, maka ukuran PV tersebut juga semakin besar.



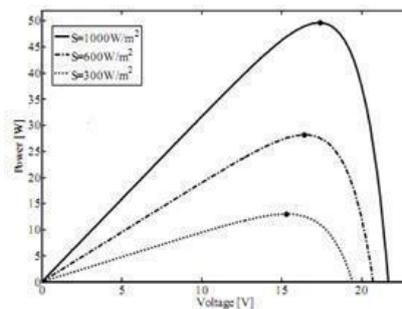
Gambar 2. Modul Solar Panel

Jumlah listrik yang dapat dikonversikan oleh PV bergantung pada sinar matahari yang diterima oleh PV tersebut. Semakin banyak luas permukaan PV yang terkena sinar matahari, maka semakin besar pula energi listrik yang dapat dikonversikan. Hal tersebut ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Sinar Matahari dengan Keluaran I - V.

Daya puncak pada PV terjadi pada tegangan tertentu. Rata – rata daya puncak PV berada pada kisaran tegangan 17 V – 18 V. Karakteristik tegangan puncak pada PV ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik Tegangan Puncak Pada PV.

Rata – rata tingkat efektifitas panel surya yang beredar di pasaran berkisar antara 10% - 20% dari daya maksimum yang mampu dihasilkan. Sebagai contoh, apabila menggunakan panel surya sebesar 100 WP maka daya maksimum yang mampu dihasilkan adalah sebesar 20 Watt – 100 Watt tiap satuan waktu. Maka dari itu perlu adanya rangkaian tambahan untuk mengoptimalkan panel surya tersebut[7]. Solar panel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis solar panel *monocrystalline* dengan kapasitas 100 watt.



Gambar 5. Spesifikasi solar panel ICA Solar 100 Wp

Tabel 1. Spesifikasi panel surya

Maximum Power (Pmax)	100 W
Maximum Power Voltage (Vmp)	17,6 V
Maximum Power Current (Imp)	5,69 A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.4 V
Short Circuit Current (Isc)	6,03 A

B. Kincir Angin/Wind Power

Energi Kinetik angin terdapat pada gerakan angin yang diubah menjadi energi gerak oleh bilah yang ada pada kincir angin yang berfungsi untuk menggerakkan generator. Besarnya energi kinetik angin bergantung pada kecepatan angin dan massa jenis angin atau udara[8]. Jika diformulasikan, besar energi kinetik yang terkandung pada angin atau udara yang bergerak dengan bermassa m dan kecepatan v adalah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Dimana :

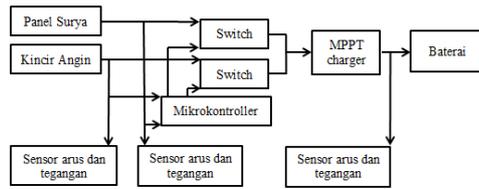
- Ek = Energi Kinetik (joule)
- m = Massa Udara (kg)
- v = Kecepatan Angin (m/s)

Energi kinetik yang terdapat pada angin akan berbanding lurus dengan massa udara (ρ) dan akan berbanding lurus dengan kuadrat dari kecepatannya seperti yang ditunjukkan pada rumus. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, dengan mengetahui kecepatan angin, dapat diketahui jenis kincir angin/wind power yang sesuai dengan kecepatan angin tersebut. Selain itu, data kecepatan angin juga dapat digunakan sebagai acuan data potensi energi yang dapat dikonversikan dari energi angin menjadi energi listrik[9].

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

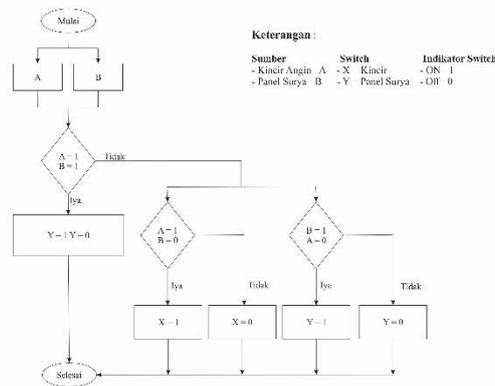
Dalam penelitian kali ini metode yang digunakan oleh penulis adalah sebagai berikut :

A. Blokdiagram perancangan alat



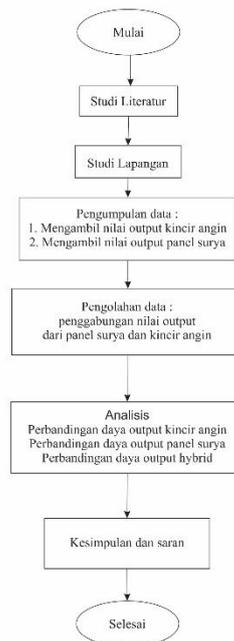
Gambar 6. Blokdiagram penggabungan panel surya

B. Flowchart prinsip kerja Switc



Gambar 7. Prinsip Kerja Switch

C. Blok Diagram Alur Penelitian



Gambar 8. Blok diagram alur penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data hari pertama

Berdasarkan hasil pengamatan berupa pengukuran keluaran panel surya dan kincir angin yang telah dilakukan pukul 09:00 – 16:00, pada solar sel 100WP dan kincir angin 300 W maka diperoleh seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 9. pengukuran PLTH

Tabel 2. Hasil penelitian pengukuran dari panel surya dan kincir angin

No	Waktu	Panel Surya		Daya (Watt)	Kincir Angin		Daya (Watt)
		Tegangan (V)	Arus (A)		Tegangan (V)	Arus (A)	
1	09.00	17,67	2,9	51,24	15,08	0,49	7,39
2	10.00	18,09	2,29	41,43	17,39	2,53	44,00
3	11.00	18,78	2,98	55,96	4,33	0,8	3,46
4	12.00	18,43	2,57	47,37	16,41	1,45	23,79
5	13.00	17,24	2,37	40,86	2,21	0,4	0,88
6	14.00	18,56	2,62	48,63	18,67	3,21	59,93
7	15.00	17,48	2,82	49,29	3,18	0,7	2,23
8	16.00	17,6	1,92	33,79	18,41	3,5	64,44

Tabel 3. Hasil pengukuran penggabungan panel surya dan kincir angin

No	Waktu	Hybrid		Daya (Watt)
		Tegangan (V)	Arus (A)	
1	09.00	14,31	3,32	47,51
2	10.00	14,92	4,64	69,23
3	11.00	14,38	2,78	39,98
4	12.00	14,11	4,01	56,58
5	13.00	14,92	2,32	34,61
6	14.00	15,09	5,1	76,96
7	15.00	14,7	2,81	41,31
8	16.00	15,09	5,29	79,83

1. Pada pengukuran panel surya pukul 12.00 WIB dengan menggunakan alat ukur voltmeter dan amperemeter, maka diperoleh nilai tegangan (V) sebesar 18,43.(V) dan arus (I) sebesar 2,57 (A) maka akan dicari sebuah daya dalam watt (W) dengan perhitungan :

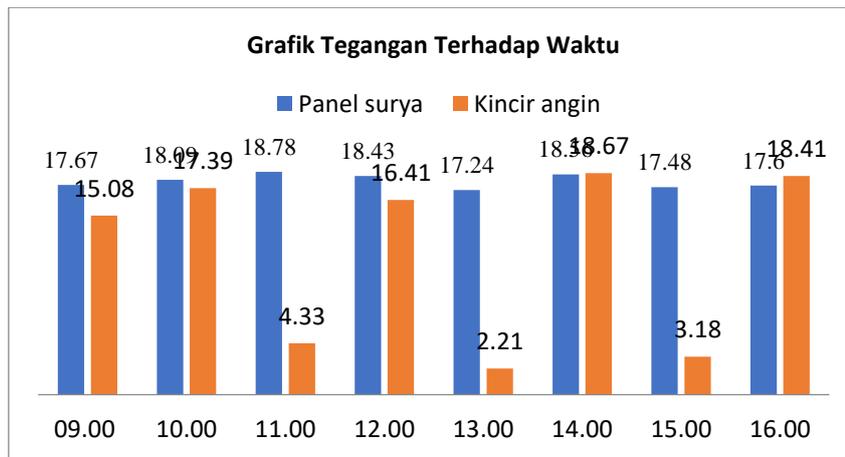
$$\begin{aligned}
 P \text{ (Daya)} &= 18,43V \cdot 2,57A \\
 &= 47,3651 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

2. Sedangkan pada pengukuran kincir angin pukul 12.00 WIB menggunakan alat ukur voltmeter dan ampere meter diperoleh nilai tegangan (V) sebesar 16,41 (V) dan arus (I) sebesar 1,66 (A) maka akan dicari sebuah daya dalam watt (W) diperoleh daya :

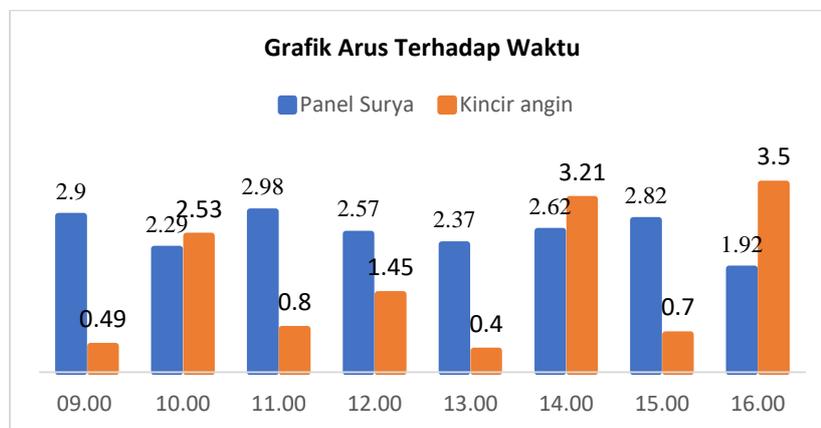
$$\begin{aligned}
 P (\text{Daya}) &= 16,41\text{V} \cdot 1,45 \text{ A} \\
 &= 23,794 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

3. Pada pengukuran hybrid panel surya dan kincir angin pukul 12.00 WIB menggunakan alat ukur voltmeter dan ampere meter diperoleh nilai tegangan (V) sebesar 14,11 (V) dan arus (I) sebesar 4,01 (A) maka akan dicari sebuah daya dalam watt (W) dengan perhitungan sebagai berikut :

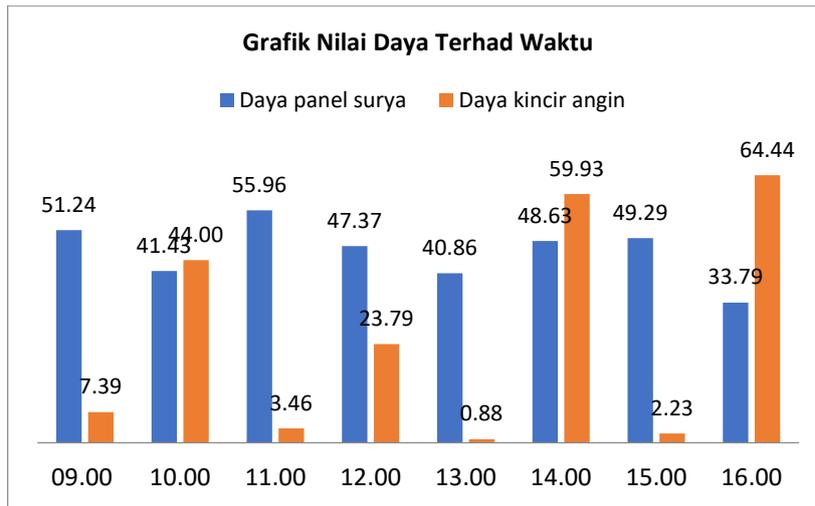
$$\begin{aligned}
 P (\text{Daya}) &= 14,11 \text{ V} \cdot 3,90 \text{ A} \\
 &= 55,029 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$



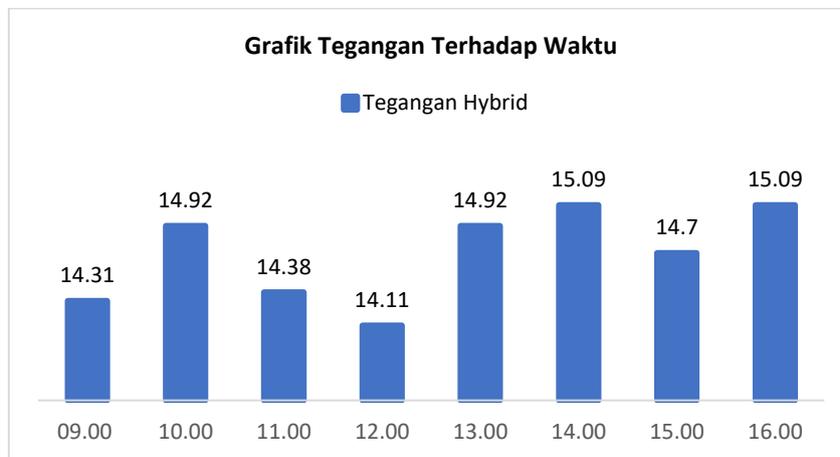
Gambar 10. Grafik Tegangan Terhadap Waktu



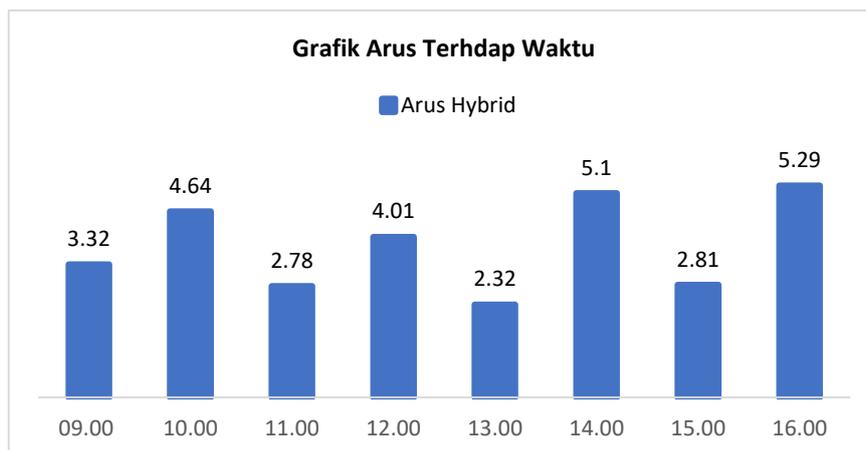
Gambar 11. Grafik Arus Terhadap Waktu



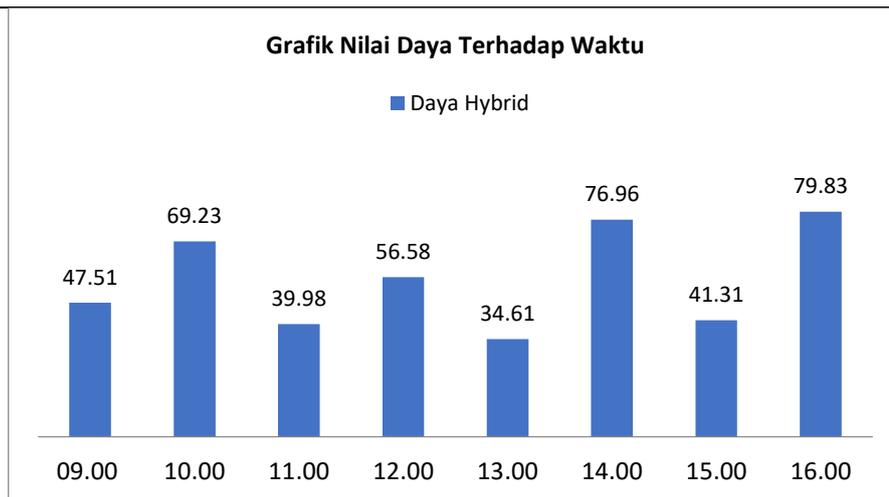
Gambar 12. Grafik Nilai Daya Terhadap Waktu



Gambar 13. Grafik Tegangan Terhadap Waktu



Gambar 14. Grafik Arus Terhadap Waktu



Gambar 15. Grafik Nilai Daya Terhadap Waktu

V. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa dan beberapa pengujian pada tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Nilai daya maksimal yang dihasilkan panel surya sebesar 68,78watt dan nilai daya maksimal pada kincir angin sebesar 85,96 watt.
2. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan mempunyai perbandingan antara daya panel surya menghasilkan daya rata – rata 44,64 watt dan kincir angin menghasilkan daya rata – rata 31,69 watt.

Sedangkan daya yang hasilkan dari penggabungan panel surya dan kincir angin dengan sistem switching memiliki daya rata –rata 59,63 watt. Hal ini menunjukan sebuah adanya pengoptimalan daya, dimana daya yang dihasilkan atau yang tersimpan dalam aki lebih besar dibandingkan dengan hasil dari masing – masing daya pada panel surya atau kincir angin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terimakasih kepada Fakultas Teknik Industri, dan kedua dosen pembimbing saya, teman seperjuangan angkatan 2014 Teknik Elektro, dan Kedua Orang Tua saya yang telah mendukung dalam kelancaran mengerjakan Tugas Akhir ini dan tak lupa Alm Nurul Awaliyah yang senantiasa menjadi motivasi saya untuk mengerjakan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winasis, Azis W, Imron R, Fajar S, “DESAIN SISTEM MONITORING SISTEM PHOTOVOLTAIC BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)”, Jurnal Nasional Teknik Elektro Teknik Informatika (JNTETI) Vol. 5, No. 4, November 2016 Universitas Gadjah Mada, ISSN: 2460 – 5719.
- [2] Daniel B, Surya T, “Perbandingan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Dengan PeneranganJalan Umum Konvensional”, Jurnal Universitas Sumatera Utara September 2015 ISSN Online: 2549-130X.
- [3] Nair M, Midhun A, Febin F, Jithu F, “Enhancing The Efficiency of Solar Panel Using Cooling Systems”, Dept. Mechanical Engineering, Jyothi Engineering College, Thrissur, India. Int. Journal of Engineering Research and Application IJERA, Vol. 7, Issue 3, March 2017 ISSN :2248-9622.
- [4] Rois A, Gunawan N, Chayun B, “Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Tuban Jawa Timur”, Jurnal Teknik Pom Institut Teknologi Sepuluh Nopember April 2016.
- [5] Machmud E. “Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Sel Untuk Aplikasi Pada Sistem Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTAG)”, Jurnal Gamma Universitas Muhammadiyah Malang, September 2013, SSN 2086 -3071.
- [6] Firman A, I Made M, Made Nuarsa, “Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal”, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Dinamika Teknik Mesin, Volume 3 No. 1 Januari 2013 ISSN: 2088-088X.

- [7] Yusuf Ismail N, Chorul Saleh, “Rancang bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel”, Institut Teknologi Nasional Malang, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [8] Z. Arifin, H. Rahadian, “Rancang Bangun Stand-Alone Automatic Rain Gauge (ARG) Berbasis Panel Surya”, Jurnal Nasional Teknik Elektro Jilid 6 Terbitan 3 Hal. 178-184 Universitas Andalas 2017.
- [9] “Recommended Light Levels (Illuminance) for Outdoor and Indoor Venues” The National Optical Astronomy Observatory NOAO.