

SISTEM SUPLAJ ENERGI LISTIK UNTUK PENGGERAK JEMURAN OTOMATIS DENGAN MEMANFAATKAN SOLAR CELL

ELECTRICAL ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR AUTOMATIC CLOTHESLINE DRIVE BY UTILIZING SOLAR CELL

Dania Chairunissa¹, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.², Cahyantari Ekaputri, S.T.,M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1daniachairu@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:daniachairu@student.telkomuniversity.ac.id), [2porman@telkomuniversity.ac.id](mailto:porman@telkomuniversity.ac.id),
[3cahyantarie@telkomuniversity.ac.id](mailto:cahyantarie@telkomuniversity.ac.id)

Abstrak

Energi terbarukan merupakan sumber energi alam yang dapat dimanfaatkan secara terus-menerus. Panas matahari merupakan salah satu sumber energi yang paling penting untuk menjalankan kegiatan sehari-hari misalnya untuk mengeringkan pakaian yang baru dicuci. Namun apabila kondisi cuaca mendung dan menandakan akan turun hujan, maka menjadi suatu masalah karena biasanya pakaian yang sedang dijemur sering ditinggal bepercgian atau orang yang berada di rumah lupa untuk mengangkat jemuran tersebut.

Dalam tugas akhir ini, dirancang sebuah alat penggerak jemuran otomatis dengan suplai energi listrik menggunakan panel surya. Untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya maka digunakan sebuah baterai. Baterai ini digunakan sebagai catu daya untuk sistem penggerak jemuran otomatis.

Baterai yang digunakan untuk sistem penggerak jemuran otomatis ini sebesar 12 V berkapasitas 7,2 Ah. Baterai ini mensuplai daya untuk Arduino, motor DC, serta lampu. Total daya yang dibutuhkan untuk penggerak jemuran otomatis pada saat cuaca cerah berkisar 70,44 Watt – 72,50 Watt. Sedangkan pada saat cuaca mendung daya yang dibutuhkan sebesar 66,84 Watt. Panel surya yang digunakan pada sistem penggerak jemuran otomatis ini sebesar 20 Wp. Menurut spesifikasi yang terdapat pada panel dan jika dibandingkan dengan hasil pengujian, maka panel surya yang digunakan ini memiliki rata-rata selisih efisiensi sebesar 0,83%.

Kata Kunci: Suplai energi listrik untuk penggerak jemuran, modul panel surya, catu daya baterai.

Abstract

Renewable energy is a natural energy source that can be used continuously. Solar heat is one of the most important energy sources for carrying out daily activities such as drying clothes that have just been washed. But if the weather conditions are cloudy and indicates rain, it becomes a problem because clothes that are being dried are often left away or people who are at home forget to take the clothesline.

In this final project, an automatic clothesline drive is designed with electricity supply using solar panel. To store electrical energy produced from solar panels used a battery. This battery is used as a power supply for an automatic clothesline drive system.

The battery used for this automatic clothesline drive system is 12 V with the capacity 7.2 Ah. This battery supplies power for Arduino, DC motors, and lamp. Total power needed for automatic clothesline drive during sunny weather ranges from 70.44 Watt - 72.50 Watt. Whereas when the weather is cloudy the power needed is 66.84 Watt. The solar panel used in this automatic clothesline drive system is 20 Wp. According to the specifications contained in the panel and when compared with the results of the test, the solar panels used has an average efficiency 0.83%.

Keywords: *Electrical energy supply for clothesline drive, solar panel module, battery power supply.*

1. Pendahuluan

Energi terbarukan merupakan sumber energi alam yang tidak akan pernah habis dan dapat dimanfaatkan secara terus menerus. Adapun contoh dari energi terbarukan ini adalah panas matahari. Matahari merupakan salah

satu sumber energi yang paling penting bagi kehidupan manusia untuk menjalankan kegiatan sehari-hari. Energi panas matahari banyak digunakan untuk berbagai macam aktivitas, misalnya saja seperti menjemur bayi pada pagi hari, menjemur pakaian, maupun membuat pembangkit listrik menggunakan tenaga surya.

Menjemur pakaian merupakan salah satu kegiatan yang sering dilakukan oleh seluruh masyarakat. Pada umumnya, masyarakat Indonesia memanfaatkan panas matahari untuk mengeringkan pakaian yang mereka cuci. Namun apabila kondisi cuaca mendung dan menandakan akan turun hujan, maka menjadi suatu masalah bagi masyarakat yang memiliki pakaian yang sedang dijemur. Karena biasanya pakaian yang sedang dijemur sering ditinggal bepergian dan saat itu tidak ada orang yang berada di rumah, sehingga tidak sempat lagi untuk mengangkat jemuran pada waktu akan turun hujan.

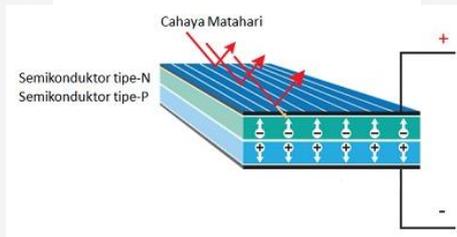
Dengan berkembang pesatnya teknologi pada zaman sekarang, kita bisa menggunakan cahaya yang berasal dari matahari dan bisa dikonversi menjadi tenaga listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic yang juga disebut dengan modul PV atau panel surya.

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, perangkat panel surya digunakan sebagai sumber catu daya pada perancangan sistem penggerak jemuran otomatis. Sistem penggerak jemuran otomatis merupakan suatu alat yang bekerja secara otomatis mengeluarkan pakaian untuk dijemur pada saat cuaca cerah, dan menarik masuk pakaian ke tempat yang aman dan terlindung dari hujan ketika hujan turun. Penggunaan panel surya ini membuat alat penggerak jemuran ini agar selalu bisa berjalan dan berfungsi dengan baik meskipun listrik dari sumber PLN sedang mati dan menghemat energi karena tidak memerlukan sumber energi berbayar seperti listrik dari PLN, serta memanfaatkan energi panas matahari yang tidak terbatas.

2. Dasar Teori

2.1 Solar Cell

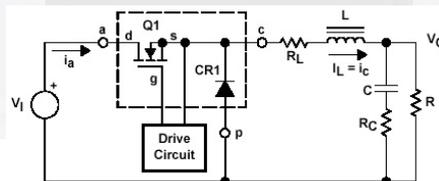
Solar Cell atau biasa juga disebut *photovoltaic cell* adalah alat yang dapat mengubah cahaya langsung menjadi energi listrik. Sel surya terbuat dari dua macam silikon yaitu silikon positif dan silikon negatif yang ditempelkan satu sama lain. Energi foton yang ada dalam cahaya yang mengenai silikon sebagian dipakai untuk melepas elektron dari ikatan atomnya dan sebagian untuk mengalirkan elektron yang telah lepas dari ikatan atomnya. Sel-sel surya umumnya dipasang seri – paralel dan dipasang menjadi sebuah modul sel surya dan dirakit pada sebuah panel. Berikut adalah gambar struktur sel surya dan prinsip kerja pada sel surya yang disajikan pada Gambar II-1.



Gambar II- 1. Struktur Dasar Sel Surya

2.2 Buck Converter

Buck converter merupakan konverter DC to DC yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Komponen utama pada *buck converter* adalah dioda *freewheeling*, induktor, kapasitor, dan MOSFET. *Buck converter* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian sumber dan bagian kontrol. Pada bagian sumber berfungsi untuk mengkonversi tegangan, dan pada bagian kontrol berfungsi untuk mengontrol *On-Off* dari *switch* yang terdapat di dalam rangkaian *buck converter*. Rangkaian *buck converter* ditunjukkan pada Gambar II-2 berikut:



Gambar II- 2. Rangkaian *Buck Converter*

2.3 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai, kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus selama waktu tertentu [7]. Besar kapasitas ditentukan oleh banyaknya bahan aktif yang ada pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi. Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya [7]. Pada saat melakukan pengisian maka akan terjadi penimbunan muatan listrik. Jumlah muatan listrik yang ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai. Kapasitas baterai dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Ampere hour (Ah)} = \text{Kuat arus (Ampere)} \times \text{Waktu (hour)}$$

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Didalamnya terdapat sebuah inti prosesor, memori, dan input output. Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki 14 pin input output digital dan 6 pin input analog. Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya. Dapat menggunakan sumber daya eksternal dapat berasal dari adaptor AC-DC atau baterai.

2.4 Driver Motor

Driver motor merupakan rangkaian penghubung antara mikrokontroler dengan motor. Driver motor digunakan untuk mengatur arah putaran motor dc. Motor dc tidak dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler karena kebutuhan arus pada motor dc cukup besar sedangkan arus keluaran pada mikrokontroler sangat kecil [9].

2.5 Motor DC

Motor dc merupakan motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu. Gerak mekanik yang dihasilkan dari motor dc berupa putaran dengan masukan berupa tegangan yang dihasilkan dari sumber tegangan dc. Putaran dari motor dc didapat dari dorongan magnet yang dihasilkan penghantar yang dialiri oleh arus dc. Penghantar ini berupa lilitan kawat tembaga yang ditempatkan dibagian motor yang berputar [11]. Motor dc dapat dikendalikan kecepatannya dengan meningkatkan tegangan kumparan motor dc.

2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang berupa saklar (*switch*) elektrik yang dioperasikan dengan menggunakan listrik. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi [12]. Kontak poin pada relay terdiri dari dua jenis yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*). NC yaitu kondisi awal selalu berada diposisi tertutup sebelum diaktifkan, sedangkan NO yaitu kondisi awal selalu berada diposisi terbuka sebelum diaktifkan.

2.7 Sensor Tegangan

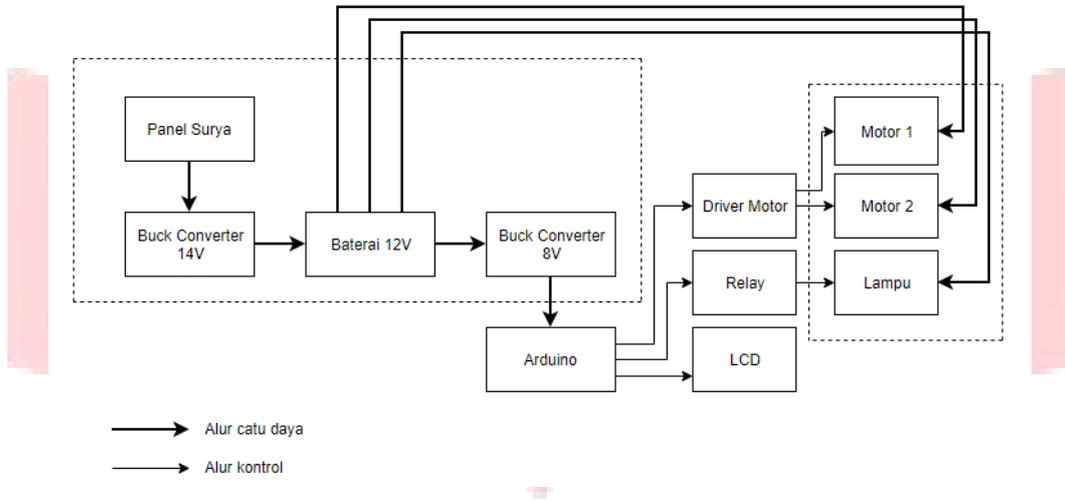
Sensor tegangan ialah suatu alat yang dapat mengukur tegangan pada alat elektronik [13]. Sensor tegangan pada umumnya berupa suatu rangkaian yang dapat merubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Pada dasarnya, rangkaian sensor tegangan terdiri dari dua buah resistor yang dirangkai secara seri.

3. Perancangan Sistem

Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem suplai energi untuk penggerak jemuran dengan menggunakan solar cell. Dimana solar cell ini pada saat siang hari dapat melakukan pengisian ke baterai. Dan baterai digunakan sebagai catu daya untuk menyuplai daya ke sistem. Dalam desain sistem ini berisi gambaran sistem mulai dari blok diagram, wiring diagram, serta fungsi dan fitur yang digunakan.

3.1 Blok Diagram Sistem

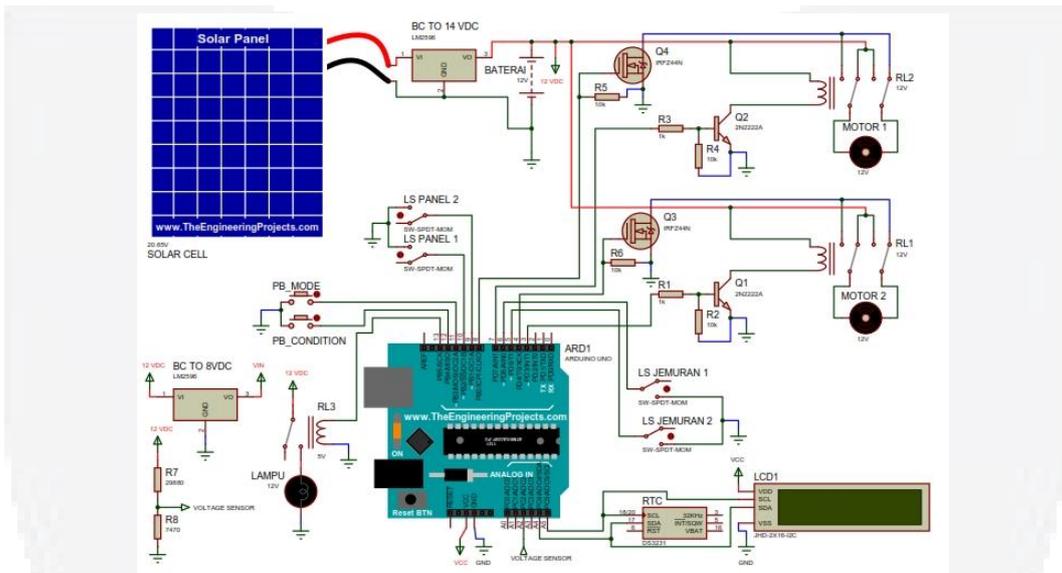
Perancangan blok diagram sistem catu daya adalah sebagai berikut:



Gambar III- 1. Diagram Blok Sistem

3.2 Desain Elektronika

Desain elektronika sistem adalah sebagai berikut:

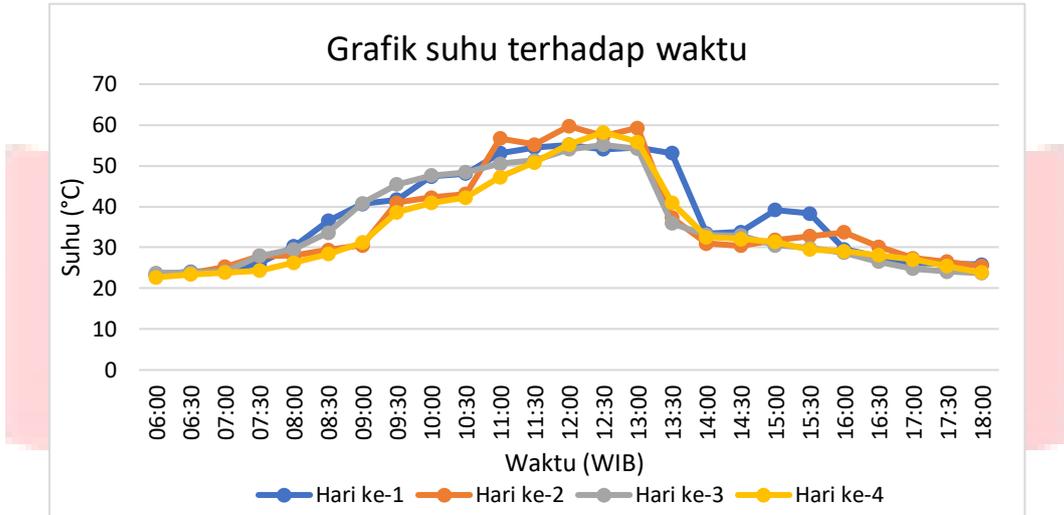


Gambar III- 2. Rangkaian Elektronika Sistem

4. Hasil Percobaan dan Analisa

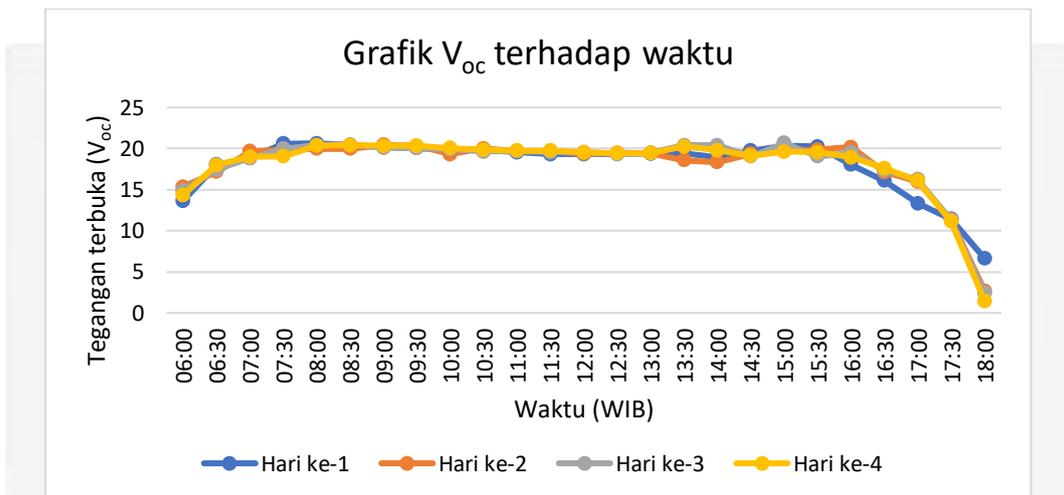
4.1 Pengujian Tegangan Solar Cell

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tegangan dari solar cell dan dibandingkan dengan perbedaan suhu. Pengujian ini dilakukan selama dua hari dari pukul 06:00 sampai pukul 18:00 dengan mengamati perubahan tegangan yang keluar dari solar cell, perubahan suhu, serta intensitas cahaya matahari setiap 30 menit sekali.



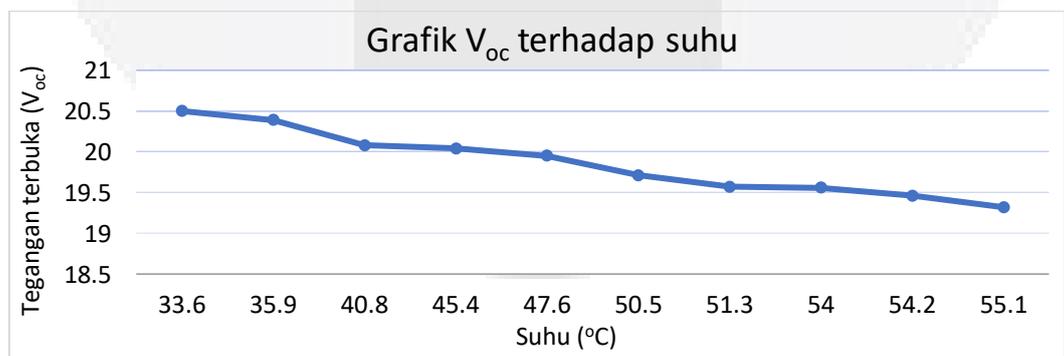
Gambar IV- 1. Grafik Suhu terhadap Waktu Hari ke-1 Sampai Hari ke-4

Gambar IV-1. menunjukkan bahwa suhu pada permukaan panel surya di waktu pagi hari dan sore hari relatif lebih rendah daripada siang hari. Puncak suhu tertinggi berada pada pukul 11:00-13:00 dengan kisaran suhu sebesar 47,2°C – 59,7°C.



Gambar IV- 2. Grafik hasil pengujian solar cell hari ke-2

Gambar IV-2. menunjukkan bahwa penyinaran cahaya matahari dari pagi hari hingga siang hari selalu meningkat apabila kondisi cuaca cerah dan tidak mendung/turun hujan kemudian pada saat sore hari penyinaran akan menurun. Puncak penyinaran berada pada pukul 11:00-13:00 dengan kisaran penyinaran sebesar 926,3 W/m²– 1108 W/m².

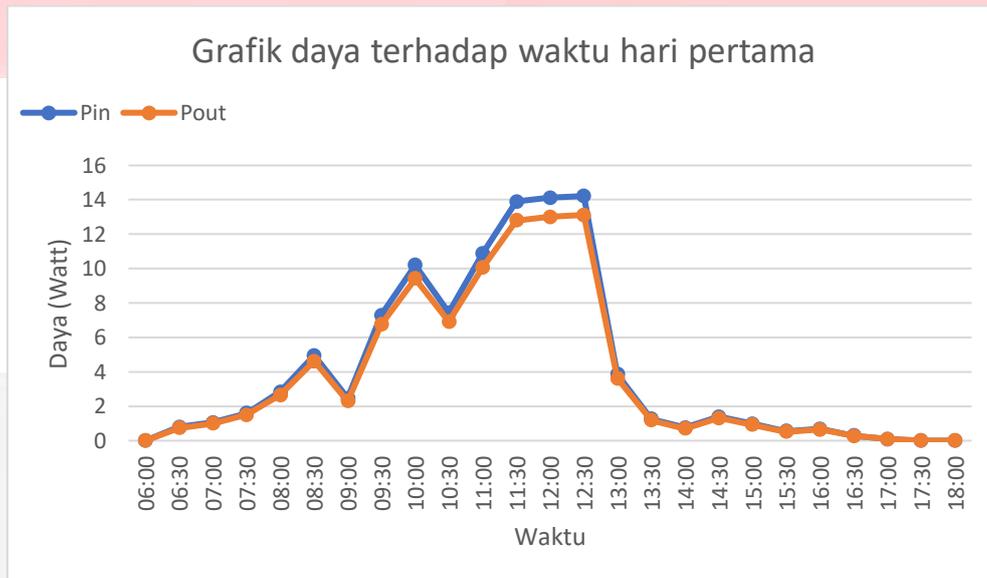


Gambar IV- 3. Grafik V_{oc} terhadap Suhu Hari ke-3

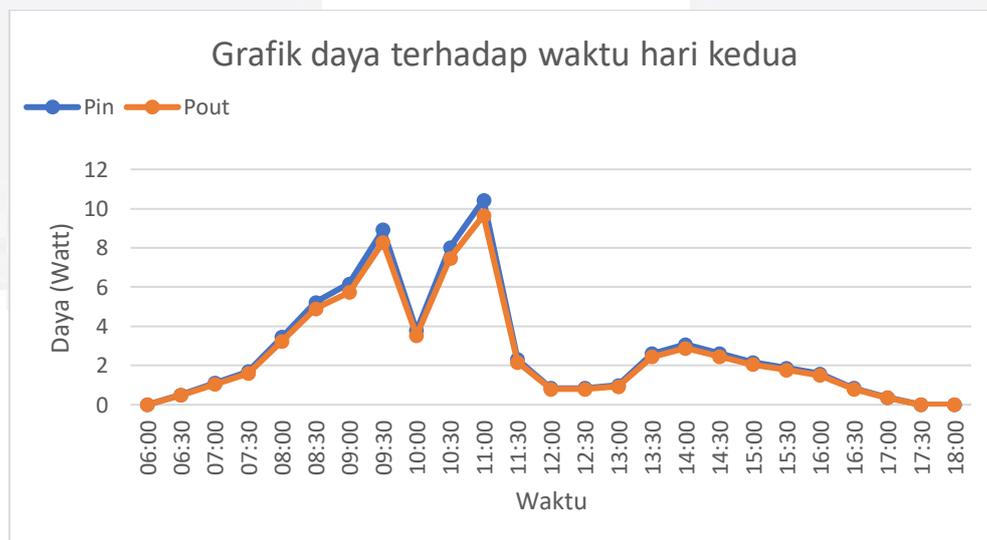
Gambar IV-3 menunjukkan grafik V_{oc} terhadap suhu maka didapatkan hubungan $V_{oc} \approx - \ln \frac{T}{T_0}$. Pengujian ini membuktikan bahwa tegangan terbuka yang dihasilkan panel surya sangat dipengaruhi oleh suhu pada permukaan panel surya.

4.2 Pengujian Pengisian Baterai dengan Solar Cell

Pengujian ini bertujuan untuk melihat tegangan dan arus yang keluar dari solar cell serta melihat tegangan dan arus untuk menyuplai beban berupa baterai. Pengujian dilakukan selama dua hari. Pengujian ini dimulai dari pukul 06:00 sampai pukul 18:00 dengan mengambil data setiap 30 menit satu kali. Pada kaki positif dan negatif panel disambungkan dengan input buck converter, dan pada sisi output positif buck converter disambungkan dengan dioda. Tegangan keluaran pada buck converter diatur menjadi 13,96V. Output pada buck converter disambungkan ke baterai untuk melakukan pengisian. Dengan menggunakan dioda, maka tidak akan terjadi arus balik apabila tegangan baterai lebih besar daripada tegangan keluaran buck converter dan sistem pengisian akan terputus.



Gambar IV- 4. Grafik Pin dan Pout hari ke-1



Gambar IV- 5. Grafik Pin dan Pout hari ke-1

Berdasarkan grafik dari Gambar IV-4 dan Gambar IV-5 menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya matahari maka akan menghasilkan arus yang besar. Apabila tingkatan cahaya matahari menurun, maka arus juga akan menurun. Besarnya intensitas cahaya menentukan besarnya daya yang dihasilkan.

Besar daya masuk dari energi surya yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{in} = I \times A \times \eta$$

P_{in} = Daya yang masuk ke panel surya (Watt)
 I = Intensitas cahaya matahari (W/m^2)
 A = Luas permukaan panel surya (m^2)
 η = Efisiensi (%)

Besar daya keluaran yang dihasilkan dari panel surya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{out} = V \times I$$

P_{out} = Daya yang keluar dari panel surya (Watt)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Kuat arus (A)

4.3 Pengujian Sistem Catu Daya Penggerak Jemuran Otomatis

Pada pengujian kali ini terdapat empat mode yaitu pada saat mode membuka, mode idle buka, mode tutup, dan mode idle tutup. Tujuan dilakukannya pengujian ini yaitu untuk mengetahui tegangan baterai dan arus yang dihasilkan pada setiap mode. Pengujian ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pada setiap mode.

Tabel IV-1. Pengujian Sistem Catu Daya

Kondisi	V_{total} (V)	I_{total} (A)	P_{total} (W)
Buka 1	11,81	0,55	6,496
Tunggu Buka 1	11,90	0,10	1,190
Tutup 1	11,78	0,78	9,188
Tunggu Tutup 1	11,88	0,30	3,564

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk melihat tegangan dan arus dari panel surya untuk melakukan pengisian ke baterai yang sudah terhubung dengan sistem, dan melihat ketahanan baterai pada saat malam hari hingga pagi hari.

Tabel IV- 2. Pengujian Keseluruhan Sistem Hari ke-2

Jam	PV → BC		BC → Baterai		Baterai → Sistem	
	V_{in}	I_{in}	V_{out}	I_{out}	$V_{baterai}$	$I_{baterai}$
06:00	3	0	0	0	12,09	0,57
07:00	13,69	0,50	12,91	0,50	12,15	0,09
08:00	13,88	0,56	13,04	0,56	12,24	0,10
09:00	14,47	0,60	13,47	0,60	12,36	0,10
10:00	14,72	0,68	13,65	0,68	12,51	0,10
11:00	14,82	0,63	13,76	0,63	12,75	0,12
12:00	14,70	0,48	13,85	0,48	12,80	0,10
13:00	14,63	0,38	13,83	0,38	12,81	0,10
14:00	14,48	0,15	13,63	0,15	12,83	0,10
15:00	14,42	0,11	13,57	0,11	12,79	0,10
16:00	14,30	0,06	13,47	0,06	12,68	0,11
17:00	3	0	2,50	0	12,63	0,10

Pada pengujian yang dilakukan selama tiga hari berturut-turut, daya yang dibutuhkan dalam satu hari mulai pukul 06:00-05:00 untuk menjalankan sistem penggerak jemuran otomatis pada saat cuaca cerah di siang hari dan tidak turun hujan berkisar 70,44 Watt – 72,50 Watt. Sedangkan pada saat cuaca cerah di siang hari dan turun hujan sebesar 66,84 Watt

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pengujian, dan analisis dari sistem suplai energi listrik untuk penggerak jemuran otomatis, maka dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Panel surya yang digunakan berdasarkan spesifikasi mempunyai efisiensi sebesar 14,60%, sedangkan efisiensi rata-rata panel surya setelah dilakukan pengujian sebesar 13,77% memiliki rata-rata selisih sebesar 0,83%. Hal ini dikarenakan suhu dan intensitas cahaya tidak selalu berada di titik optimum ($E = 1000 \text{ W/m}^2$ dan $T = 25^\circ\text{C}$).
2. Pada saat cuaca cerah dari pagi hari hingga sore hari, tegangan baterai berkisar 12,63 V – 13,15 V sedangkan pada saat malam hari tegangan baterai berkisar 11,55 V – 12,81 V. Total daya yang dibutuhkan dalam satu hari apabila kondisi cuaca cerah dan tidak ada hujan berkisar 70,44 Watt – 72,50 Watt.
3. Pada saat cuaca tidak terlalu cerah dan turun hujan di siang hari, tegangan baterai berkisar 11,60 V – 12,22 V sedangkan pada saat malam hari tegangan baterai berkisar 10,95 V – 12 V. Total daya yang dibutuhkan dalam satu hari apabila adanya turun hujan di siang hari sebesar 66,84 Watt.
4. Berdasarkan pengujian keseluruhan sistem, dengan menggunakan baterai sebesar 12 V berkapasitas 7,2 Ah maka baterai tersebut mampu untuk menjalankan sistem penggerak jemuran otomatis pada saat siang hari dan malam hari dengan mengeluarkan daya berkisar 66,84 Watt – 72,50 Watt.

Daftar Pustaka

- [1] Peter de Vries, dkk. Buku Panduan ENERGI yang Terbarukan.
- [2] M. S. ing. Bagus Ramadhani. 2018. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jakarta: Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- [3] Marsudi, D. November 2015. Operasi Sistem Tenaga Listrik Edisi 3. Jakarta: Graha Ilmu.
- [4] Hasan, H. Juli-Desember 2015. Perancangan Pembangkit Listrik di Pulau Saugi. Makassar: Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)
- [5] Afif, MT. Pratiwi. IAP. 2015. Analisis Perbandingan Baterai Lithium-ion, Lithium-polymer, Lead Acid dan Nikel-metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik. Malang: Jurnal Rekayasa Mesin
- [6] Diantari, RA. Erlina. Widyastuti, C. Juni-Desember 2017. Studi Penyimpanan Energi pada Baterai PLTS. Jakarta: Jurnal Energi dan Kelistrikan.
- [7] Hamid, RM. Rizky, Amin. M, D, IB. Oktober. Rancang Bangun Charger Baterai untuk Kebutuhan UMKM. Balikpapan: Jurnal Teknologi Terpadu.
- [8] Saputra, ZR. Oktober 2015-Maret 2016. Perancangan Smart Home Berbasis Arduino. Jurnal Sigmata LPPM AMIK SIGMA.
- [9] Gratianus, HL. Pangaribuan, P. Halomoan, J. 2015. Perancangan Kendali Valve dan Pemantauan Pendistribusian Cairan pada Tangki.
- [10] Priyono, A. Rusdinar, A. dan Suryana, U. 2014. Perancangan dan Implementasi One Steered Traction Wheel Robot dengan Circular Line Sensor menggunakan Kontrol Logika Fuzzy.
- [11] Adriansyah, A. Hidyatama, O. September 2013. Raancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino ATmega 328P. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercubuana.
- [12] Saleh, M. Haryanti, M. 3 September 2017. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercubuana.
- [13] Sadewo, RA. Kurniawan, E. Adam, KB. April 2017. Perancangan dan Implementasi Pengisian Baterai Lead Acid menggunakan Solar Cell dengan menggunakan Metode Three Steps Charging.
- [14] Tohir, NI. 13 Mei 2016. Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino.