

Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Daya Dari *Photovoltaic*

1st Kevin Manase Mardauntung
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
mnskvn@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Kharisma Bani Adam
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
kharismaadam@telkomuniversity.ac
.id

3rd Khilda Afifah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
khildaafifah@telkomuniversity.ac.i
d

Abstrak—Indonesia merupakan negara dengan paparan cahaya matahari paling tinggi dalam periode satu tahun. Salah satu upaya yang dilakukan dalam pemanfaatan energi matahari adalah dengan menggunakan teknologi sel surya atau *photovoltaic*. Teknologi sel surya merupakan sebuah teknologi yang mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Selain Indonesia menjadi wilayah yang strategis karena terpapar sinar matahari yang cukup tinggi, Indonesia juga merupakan wilayah yang kaya akan tumbuh-tumbuhan. Tingkat kesuburan dapat dipengaruhi dengan intensitas air yang dikandungnya. Penelitian ini berhasil merancang sistem *hybrid* menggunakan *photovoltaic* 10WP dan ditambahkan fitur pengukuran arus dan tegangan. Hasil rata-rata dari pengukuran selama 5 hari menggunakan sensor INA219 adalah 19,27 Volt dan disimpan di dalam baterai 12V 6,5 Ah. Pengujian dari sensor kelembapan didapat persentasenya 0-28,93% untuk tanah kering dan 80,84-91,10% untuk tanah basah. Pengujian manajemen energi untuk sistem penyiraman tanaman otomatis bertenaga *photovoltaic* dilakukan dengan cara menghitung nilai *energy not supplied* selama 5 hari dan didapat untuk nilai rata-rata ENS sebesar 16,67%.

Kata Kunci—tegangan, *energy not supplied*, *soil moisture sensor*, INA219.

I. PENDAHULUAN

Indonesia yang berada dibawah garis khatulistiwa, memiliki keunggulan yang sangat luar biasa, satu diantaranya adalah memiliki potensi energi matahari yang tinggi. Dengan memanfaatkan paparan sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun, Indonesia berpotensi menggunakannya untuk menghasilkan energi listrik [1]. Sampai saat ini, Indonesia menggunakan bahan bakar minyak dan batubara yang terbentuk dari fosil yang dimanfaatkan sebagai sumber energi utama pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang keberadaannya semakin menipis.

Sebagai energi yang tidak dapat diperbaharui, akan membuat nilai jual semakin tinggi sehingga diperlukan kajian dan penelitian dibidang energi terbarukan sebagai sumber energi listrik salah satunya dari energi surya. Penggunaan energi terbarukan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi kebutuhan energi dan mengoptimalkan potensi alam, yaitu dengan memanfaatkan sel *photovoltaic*. Sel *photovoltaic* atau sel surya adalah teknologi yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik [2]. Salah satu upaya yang telah dikembangkan saat ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Agar pemanfaatan energi listrik dapat digunakan secara maksimal, maka perlu adanya sistem *hybrid* [3].

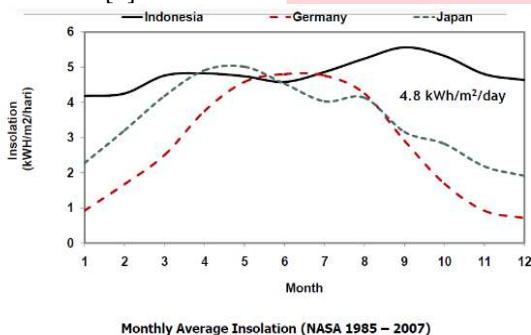
Selain Indonesia memiliki keunggulan menjadi wilayah dengan paparan sinar matahari, Indonesia juga memiliki keunggulan lain, yaitu kaya akan tumbuh-tumbuhan atau tanaman. Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang membutuhkan air untuk perkembangan hidupnya. Tanah yang subur merupakan salah satu syarat agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Tingkat kesuburan dapat dipengaruhi dengan intensitas air yang dikandungnya. Namun, saat ini manusia masih mengalami kesulitan dalam hal penyiraman, karena harus dilakukan secara manual dan kurang mengetahui berapa banyak air yang dibutuhkan oleh tanaman [4].

Oleh karena itu, penulis menggunakan *photovoltaic* sebagai sumber energi untuk menjalankan sistem penyiraman tanaman otomatis, dengan baterai sebagai tempat untuk menyimpan daya yang telah diubah oleh *photovoltaic* dari energi cahaya matahari menjadi energi listrik dan menggunakan pendeteksi kelembapan tanah untuk melakukan penyiraman otomatis.

II. KAJIAN TEORI

A. Energi Surya

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut : untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9% [5].



GAMBAR 1
(Grafik Penyinaran di Indonesia)

Energi surya telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, beberapa diantaranya :

- Pencahayaan bertenaga surya.
- Pemanasan bertenaga surya, untuk memanaskan air, memanaskan dan mendinginkan ruangan.
- Desalinisasi dan desinfektifikasi.
- Untuk memasak, dengan menggunakan kompor tenaga surya [6].

B. Photovoltaic / PV

Photovoltaic cell dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai sel, maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Sel surya selalu di desain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik sebanyak-banyaknya dan dapat digabungkan secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan [7].

Untuk kerja dari *photovoltaic cell* sangat tergantung kepada sinar matahari yang diterimanya. Beberapa macam *Photovoltaic* diantaranya :

1. Monokristal (*Monocrystalline*)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2. Polikristal (*Polycrystalline*)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

3. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8,5 sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal dan polikristal [10].

C. Energy Not Supplied (ENS)

Energy Not Supplied atau yang dikenal ENS merupakan indeks keandalan yang menyatakan jumlah energi yang tidak dapat disalurkan dalam sistem selama periode satu tahun. ENS diketahui sebagai penjumlahan dari energi yang hilang yang diakibatkan dari gangguan terhadap daya yang masuk ke sistem [11]. Sistematis dari ENS dituliskan sebagai berikut :

$$ENS = 100 - \left(\frac{\text{Total menit menyala}}{\text{Total menit 1 hari}} \times 100\% \right)$$

D. Baterai

Baterai pada PLTS berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic* sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu refrigerator atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC. Selama adanya matahari, *photovoltaic* menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai [12].

E. Soil Moisture Sensor (Sensor Kelembapan Tanah)

Saat ini telah banyak sensor kelembapan tanah yang beredar dipasaran, salah satunya adalah kombinasi dari YL-39 dan YL-69. Sensor ini memiliki 4-pin, yaitu GND (untuk *ground*), VCC (3,3 – 5V), A0 (keluaran analog yang akan dibaca oleh Arduino),

dan D0 (dapat diatur sensitivitasnya menggunakan knob pengatur, dan menghasilkan logika digital HIGH/LOW pada level kelembapan tertentu). Untuk saat ini, hanya tiga pin yang dimanfaatkan, yaitu GND, VCC, dan A0 [13].



GAMBAR 2
(Soil Moisture Sensor)

F. Arduino

Arduino adalah sebuah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform* dan dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. Arduino juga sebagai *platform* yang merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* dari *Physical computing* yang merupakan konsep untuk memahami hubungan antara *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif, yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan yang bersifat alamiah antara analog dengan dunia digital dan merespon balik.



GAMBAR 3
(Arduino Uno AtMega328)

Dari beberapa jenis papan arduino, pada tugas akhir ini digunakan jenis papan Arduino Uno R3 yang merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Revisi 3 dari board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

1. Pinout 1.0 : ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan

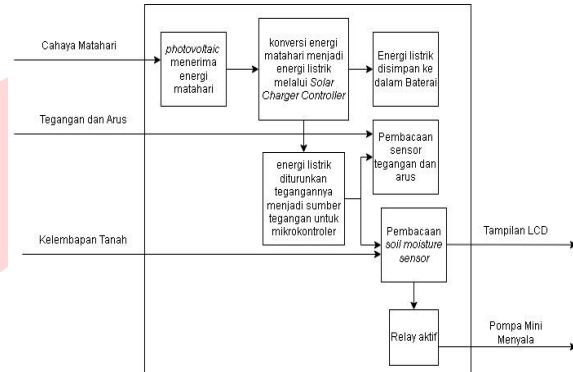
shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari board.

2. Sirkuit RESET yang lebih kuat
3. Atmega 16U2 menggantikan 8U2 [13].

III. METODE

A. Diagram Fungsi Sistem

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, dibuat diagram fungsi sistem yang ditunjukkan pada gambar 4.

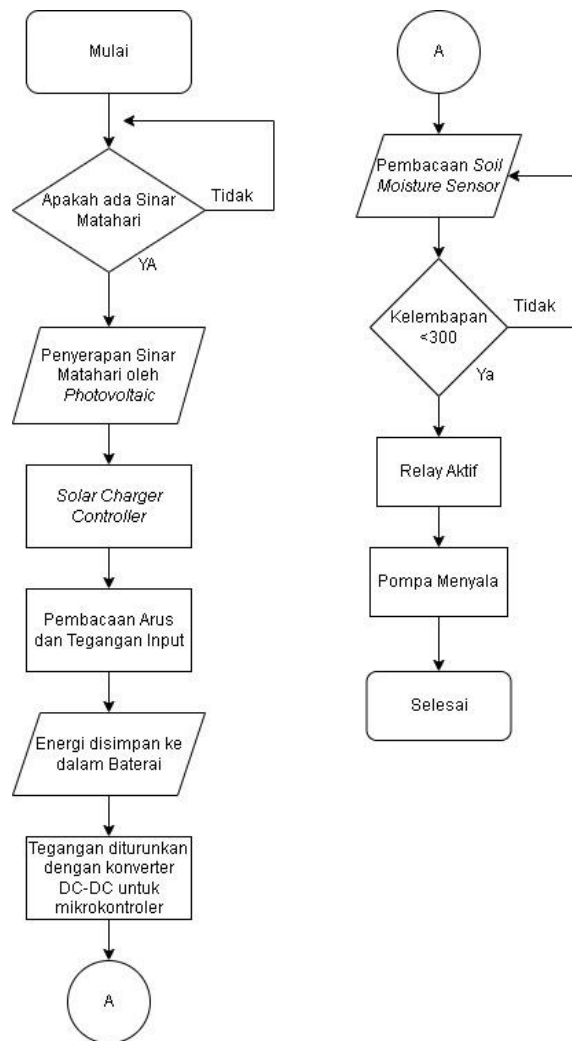


GAMBAR 4
(Diagram Fungsi Sistem)

Pada gambar diagram fungsi sistem, terdapat input berupa cahaya matahari yang nantinya diubah oleh *photovoltaic* menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian disimpan kedalam Baterai melalui *Solar Charger Controller (SCC)* sebagai *power management* untuk sistem penyiraman tanaman otomatis. Sebelum baterai *mensupply* daya ke beban, akan diukur tegangan dan arus yang masuk melalui sensor tegangan dan arus. Baterai akan *mensupply* daya ke beban melalui *Solar Charger Controller* yang akan diturunkan tegangannya melalui konverter DC to Dc. Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengukur kelembapan tanah yang nilainya ditampilkan pada LCD. Saat nilai kelembapan tanah berada di posisi tanah kering, relay akan *Normally Open (NO)* yang nantinya akan menyalakan pompa mini untuk menyiram tanaman.

B. Flowchart System

Gambar 5 menunjukkan langkah-langkah suatu proses secara berurutan, yang dikenal sebagai *flowchart sistem*.



GAMBAR 5
(Flowchart System)

Pada *flowchart system*, dapat dilihat bahwasannya pembacaan tegangan dan arus input dilakukan sebelum energi disimpan ke dalam Baterai, dan dalam pembacaan *soil moisture sensor* didapatkan nilai dari kelembapan tanah jika <300, maka relay akan aktif dan pompa akan menyala.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture Sensor*)

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelembapan tanah mulai dari tanah kering, cukup, dan tanah basah. Sensor kelembapan YL-69 dapat membaca kadar air yang memiliki 3 kondisi, yaitu :

1. 0-300 : tanah kering atau udara bebas
2. 300-700 : tanah lembap

3. 700-950 : tanah basah (di dalam air)

Mengkonversi perubahan nilai sensor kelembapan menjadi nilai persen (%) mengacu pada perhitungan manual nilai kelembapan tanah sebagai berikut :

$$\text{Nilai Persen} = \frac{\text{Nilai output sensor}}{1023} \times 100\%$$

Untuk nilai output sensor tanah kering dan tanah basah, nilai persennya sebagai berikut :

$$\text{Nilai Persen} = \frac{0}{1023} \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Nilai Persen} = \frac{296}{1023} \times 100\% = 28,93\%$$

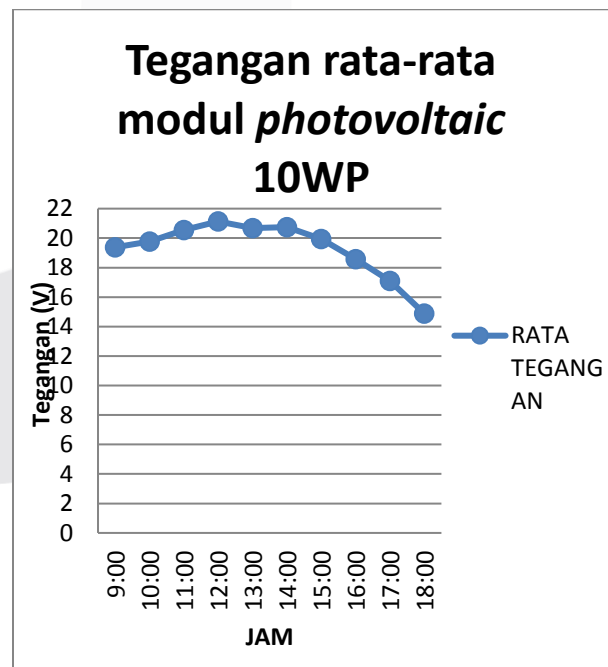
$$\text{Nilai Persen} = \frac{837}{1023} \times 100\% = 80,84\%$$

$$\text{Nilai Persen} = \frac{932}{1023} \times 100\% = 91,10\%$$

Maka didapat untuk nilai persen dari nilai tanah kering, yaitu dari 0% sampai 28,93% dan untuk nilai persen tanah basah, yaitu dari 80,84% sampai 91,10%.

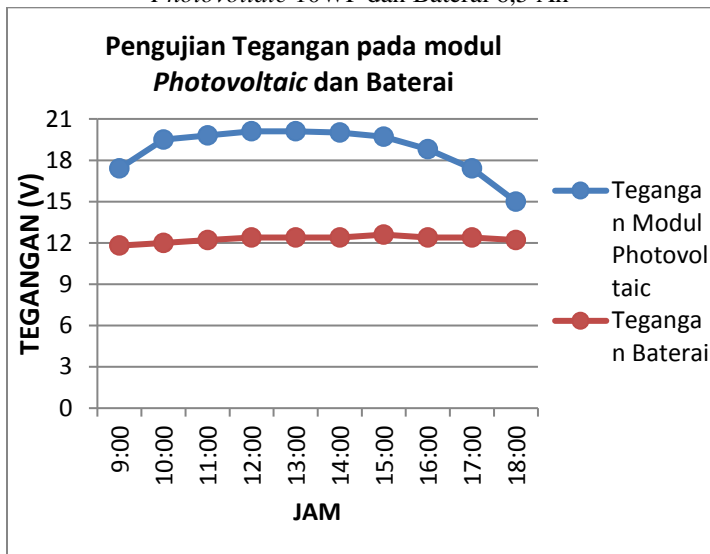
B. Pengujian Tegangan pada Modul *Photovoltaic* 10 WP tanpa Beban

Pengujian tegangan modul *photovoltaic* 10WP bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran dari PV yang sesuai dengan spesifikasi pada PV yang digunakan. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali dari pukul 09.00-18.00.

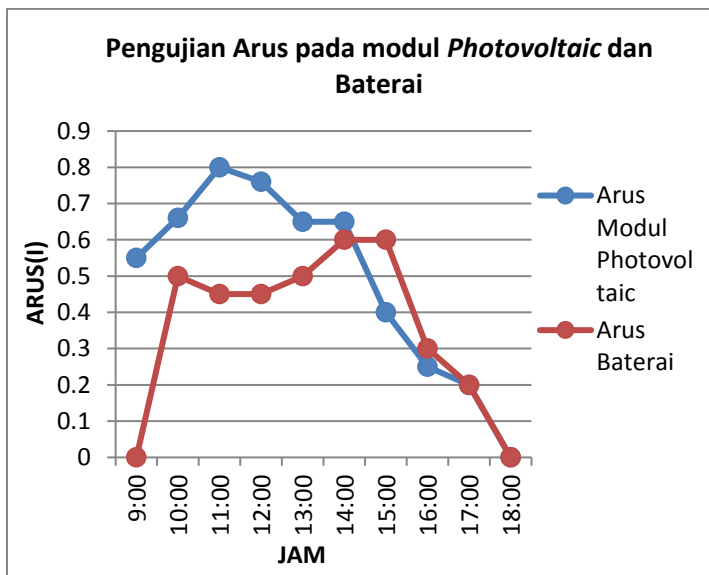


Berdasarkan hasil pengujian, tegangan maksimum rata-rata selama lima kali percobaan dari pukul 09.00-18.00 adalah 19,27 Volt.

C. Pengujian Tegangan dan Arus pada Modul *Photovoltaic* 10WP dan Baterai 6,5 Ah



GAMBAR 7

(Grafik Pengujian Tegangan pada modul *Photovoltaic* dan Baterai)

GAMBAR 8

(Grafik Pengujian Arus modul *Photovoltaic* dan Baterai)

Waktu pengisian baterai paling efisien adalah saat jam 12.00-14.00 dengan tegangan yang bisa mencapai 14,30 V. Karena pada jam tersebut modul *photovoltaic* mendapat intensitas cahaya paling banyak.

D. Analisis *Energy Not Supplied*

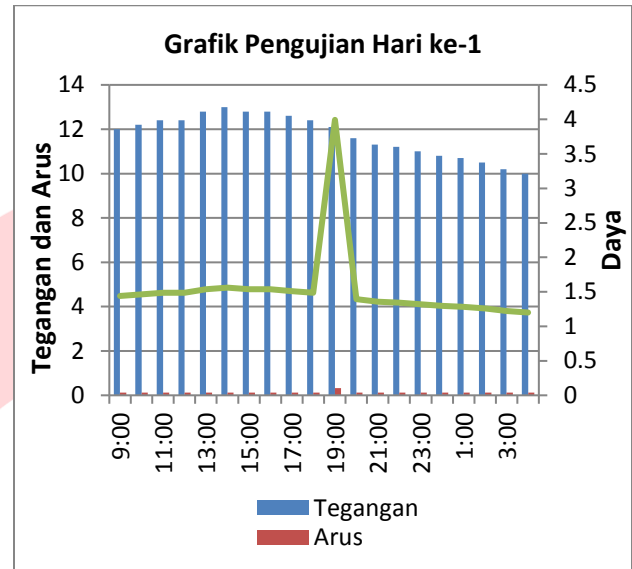
Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah sistem yang sudah dibuat sudah bekerja dengan baik.

Pengujian ini dilakukan selama 24 jam dan data diambil setiap 30 menit sekali.

Rumus untuk menghitung *Energy Not Supplied* adalah sebagai berikut :

$$ENS = 100\% - \left(\frac{\text{Total menit menyala}}{\text{Total menit 1 hari}} \times 100\% \right)$$

1. Grafik Pengujian Hari ke-1

GRAFIK 1
(Pengujian hari ke-1)

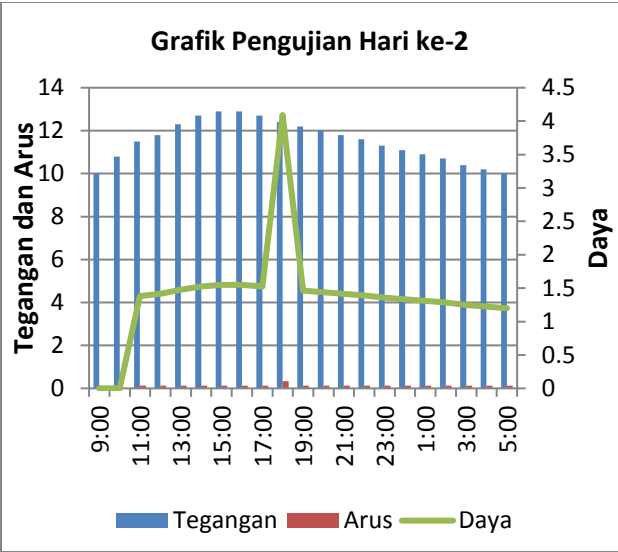
Pada grafik pengujian hari ke-1, dapat dilihat pengujian sistem dari pukul 19.00 sampai 4.00 terjadi penurunan nilai daya dikarenakan daya baterai yang tidak terisi akibat tidak adanya cahaya matahari dan pada pukul 19.00 nilai daya meningkat dikarenakan tanah kering yang membuat pompa menyala. Maka dapat dihitung nilai ENS untuk sistem seperti pada tabel 1.

TABEL 1
(Hasil Pengujian hari ke-1)

Waktu saat menyala (menit)	Waktu 1 hari (menit)	Presentase (%)
1140	1440	20,83

Dan berdasarkan tabel hasil pengujian hari ke-1, didapatkan nilai untuk ENS pada sistem sebesar 20,83%.

2. Grafik Pengujian Hari ke-2



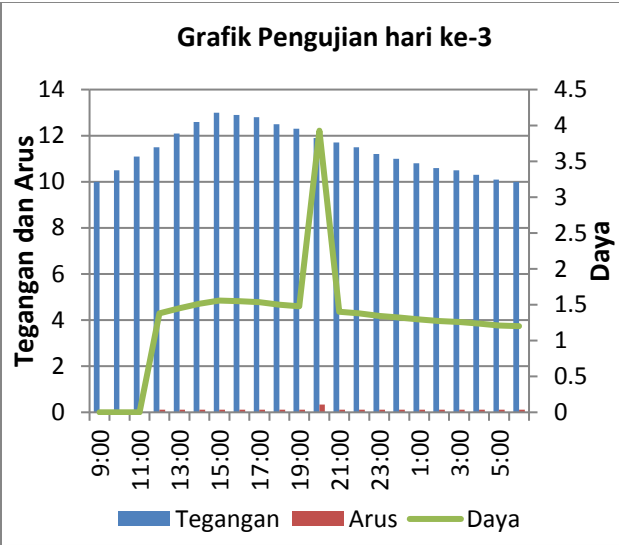
GRAFIK 2
(Pengujian hari ke-2)

Pada grafik pengujian hari ke-2, dapat dilihat pengujian sistem dari pukul 9.00 sampai 10.00 nilai arus tidak ada dikarenakan baterai sedang melakukan pengisian daya dan pada batas akhir sistem menyala pada pukul 5.00 dikarenakan tegangan pada baterai sudah mencapai batas yang sudah diatur pada *solar charger controller*. Maka dapat dihitung nilai ENS untuk sistem seperti pada tabel 2.

TABEL 2 (Hasil Pengujian hari ke-2)		
Waktu saat menyala (menit)	Waktu 1 hari (menit)	Presentase (%)
1200	1440	16,67

Dan berdasarkan tabel hasil pengujian hari ke-2, didapatkan nilai untuk ENS pada sistem sebesar 16,67%.

3. Grafik Pengujian hari ke-3



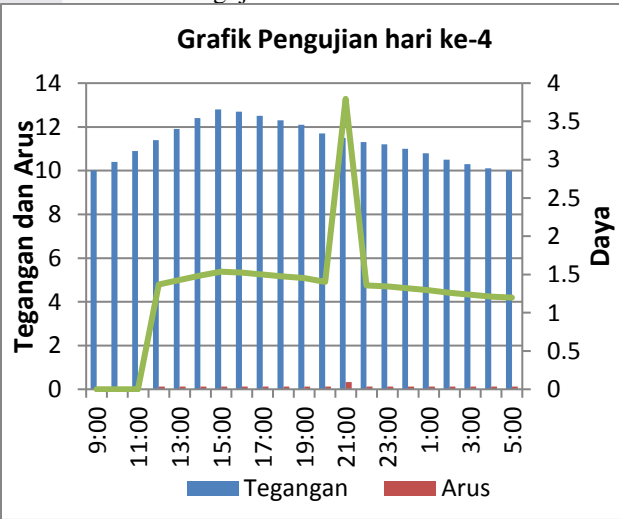
GRAFIK 3
(Pengujian hari ke-3)

Pada grafik pengujian hari ke-3, dapat dilihat pengujian sistem pada pukul 9.00 sampai 11.00 nilai arus tidak ada dikarenakan baterai sedang melakukan pengisian daya dan pada batas akhir sistem menyala pada pukul 06.00 dikarenakan tegangan pada baterai sudah mencapai batas yang sudah diatur pada *solar charger controller*. Maka dapat dihitung nilai ENS untuk sistem seperti pada tabel 3.

TABEL 3 (Hasil Pengujian hari ke-3)		
Waktu saat menyala (menit)	Waktu 1 hari (menit)	Presentase (%)
1260	1440	12,5

Dan berdasarkan tabel hasil pengujian hari ke-3, didapatkan nilai untuk ENS pada sistem sebesar 12,5%.

4. Grafik Pengujian hari ke-4



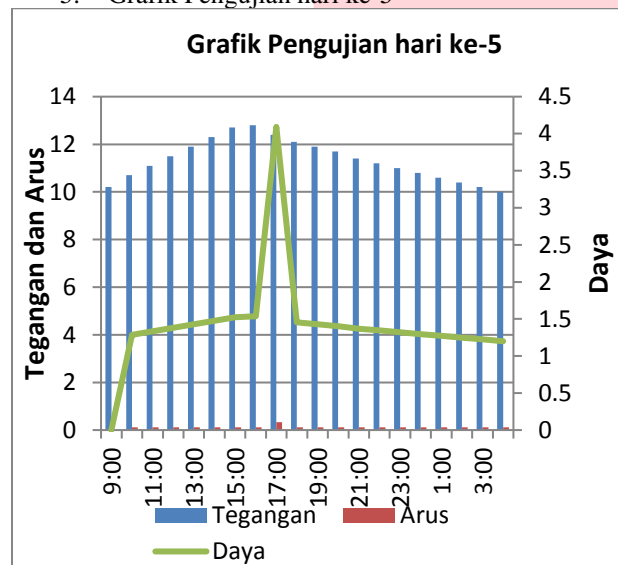
Pada grafik pengujian hari ke-4, dapat dilihat pengujian sistem pada pukul 09.00 sampai 11.00 nilai arus tidak ada dikarenakan baterai sedang melakukan pengisian daya dan pada batas akhir sistem menyala pada pukul 04.00 dikarenakan tegangan pada baterai sudah mencapai batas yang sudah diatur pada *solar charger controller*. Maka dapat dihitung nilai ENS untuk sistem seperti pada tabel 4.

TABEL 4
(Hasil pengujian hari ke-4)

Waktu saat menyala (menit)	Waktu 1 hari (menit)	Presentase (%)
1200	1440	16,67

Dan berdasarkan tabel hasil pengujian hari ke-4, didapatkan nilai untuk ENS sistem sebesar 16,67%.

5. Grafik Pengujian hari ke-5



Pada grafik pengujian hari ke-5, dapat dilihat pengujian sistem pada pukul 09.00 nilai arus tidak ada dikarenakan baterai sedang melakukan pengisian daya dan pada batas akhir sistem menyala pada pukul 04.00 dikarenakan tegangan pada baterai sudah mencapai batas yang sudah diatur pada *solar charger controller*. Maka dapat dihitung nilai ENS untuk sistem seperti pada tabel 5.

TABEL 5
(Hasil pengujian hari ke-5)

Waktu saat menyala (menit)	Waktu 1 hari (menit)	Presentase (%)
1200	1440	16,67

Dan berdasarkan tabel hasil pengujian hari ke-5, didapatkan nilai untuk ENS sistem sebesar 16,67%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan pengambilan data pada perancangan *photovoltaic* beserta sistem penyiraman tanaman otomatis sebagai beban dari *photovoltaic* sebagai berikut :

1. Alat ini menggunakan modul *photovoltaic* 10 WP dengan penyimpanan energi listrik pada baterai 12V 6,5Ah. Keluaran tegangan dari modul *photovoltaic* 10 WP tanpa beban dengan tegangan tertingginya berada pada pukul 14.00 dengan tegangan rata-rata 20,74 V.
2. Dalam pengujian sistem, manajemen energi untuk sistem penyiraman tanaman otomatis bertenaga surya didapatkan nilai rata-rata dari *energy not supplied* (ENS) sebesar 16,67%.
3. Faktor cuaca mempengaruhi kinerja dari *photovoltaic* dan sistem
4. Pengukuran *soil moisture sensor* atau sensor kelembapan tanah YL-69 mendapatkan nilai dari 3 macam kondisi tanah, yaitu tanah kering, cukup dan tanah basah. Hasil dari nilai kelembapan tanah kemudian dikonversi secara manual menjadi nilai persen dan didapatkan nilai persen dari tanah kering yaitu 0% sampai 28,93% dan untuk tanah basah yaitu dari 80,84% sampai 91,10%.

REFERENSI

- [1] Iwan Purwanto, "SOLAR CELL(PHOTOVOLTAIC/PV)SOLUSI MENUJU MANDIRI LISTRIK," Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti Vol.5, No.2, Juli 2020.
- [2] Subekti Yuliananda, Gede Surya, dan R.A.Retno Hastjianti, "PENGARUH PERUBAHAN INTENSI MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA," Jurnal Pegabdian LPPM Untag Surabaya Vol.01, No.02, hal.193-202, November 2015.
- [3] Putu Pawitra Teguh Dharma Priatam, Muhammad Fitra Zambak, dan Partaonan Harahap, "Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP," Rekayasa Elektrikal dan Energi : Jurnal Teknik Elektro Vol.4, No.1, Juli 2021.
- [4] Erricson Zet Kafi ar, Elia Kendek Allo, dan Dringhuzen J. Mamahit, "Rancang Bangun Penyiraman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembapan YL-39 Dan YL-69," Jurnal Teknik Elektro

- dan Komputer Vol.7, No.3, Juli-Oktober 2018.
- [5] Gede Widayana, "PEMANFAATAN ENERGI SURYA," Vol.9, pp.37-46, 2012, [ONLINE]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/2876/0>.
- [6] Valdi Rizki Yandri, "PROSPEK PENGEMBANGAN ENERGI SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK DI INDONESIA," JURNAL ILMU FISIKA (JIF) Vol.4, No.1, Maret 2012.
- [7] Cheng, C. L., Chan, C.Y., and Chen, C.L., *An empirical approach to estimating monthly radiation on south-facing tilted planes for building application*, *Journal of Energi* Vol.31, No.14, pp. 2940-2957, November 2006
- [8] M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriana S., "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya," *Jurnal EECCIS* Vol.6, No.1, Juni 2012
- [9] Youness, S., Claywell, R., and Muneer, T., "Quality Control of Solar Radiation Data: Present Status and Proposed New Approaches," *Journal of Energi*, Vol.30, No.9, pp. 1533-1549, Juli 2005
- [10] Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhammad Alimul F, Ilham Fahmi Huda, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," *Jurnal Teknik Elektro* Vol.18, No.01, pp.10-14, 2018.
- [11] Trisna Fajar Prasetyo, "ANALISIS RUMAH TEMPAT TINGGAL BERTENAGA SURYA DENGAN KONSEP DEMAND SIDE MANAJEMEN ENERGI," *Jurnal AKRAB JUARA* Vol.6, No.4, November 2021.
- [12] Mukhamad Khumaidi Usman, "ANALISIS INTENSITAS CAHAYA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, Vol.9, No.2, 2020
- [13] Erricson Zet Kafiari, Elia Kendek Allo, Dringhuzen J.Mamahit, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembapan YL-39 dan YL-69," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol.7, No.3, Juli-Oktober 2018.
- Ardeana Galih Mardika, Rikie Kartadie, "MENGATUR KELEMBAPAN TANAH MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH YL-69 BERBASIS ARDUINO PADA MEDIA TANAM POHON GAHARU," *Jurnal of Education and Information Communication Technology (JOEICT)*, Vol.03, No.02, Agustus 2019.