

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN SOLAR TRACKER SYSTEM BERBASIS IOT

I Putu Gede Kresna Aditya¹, I Nyoman Satya Kumara², I Nyoman Setiawan²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel, Kabupaten Badung, Bali 80361

Email: krsnadtya@gmail.com¹

ABSTRAK

Posisi matahari mempengaruhi hasil *output* PLTS, untuk mengoptimalkannya panel perlu bergerak mengikuti matahari agar sinar matahari selalu tegak lurus dengan panel surya untuk menghindari penyerapan yang tidak maksimal. Dalam penelitian ini dirancang prototipe PLTS yang menggunakan *solar tracker* dengan kapasitas 2,4 Watt dan *output* dari prototipe PLTS ini bisa dipantau dengan aplikasi Blynk *smartphone berbasis IOT*. Dari pengujian diperoleh daya rata-rata sistem *solar tracker* menghasilkan sebesar 1,587 Watt, sedangkan tanpa *solar tracker* hanya 0,887 Watt dengan persentase perbedaan sebesar 45%. Dari pengujian diperoleh energi maksimum yang didapatkan dengan *solar tracker* mencapai 5.220 Wh, sedangkan tanpa *solar tracker* hanya 3.615 Wh. Diperoleh peningkatan energi sebesar 36,33% saat menggunakan *solar tracker* dibandingkan tanpa *solar tracker*.

Kata kunci : Energi, Blynk, Pelacak Surya, Prototipe

ABSTRACT

Water is an essential requirement for agricultural land and can be obtained from various sources depending on its geographical location. The Keliki Village Farmers Group in Subak Malikoda faces the challenge of drought, resulting in a shortage of water supply during the dry season. In this research, a Solar Irrigation Pump (SIP) with a solar tracker system is designed to pump groundwater with the aim of enhancing irrigation water supply for Subak Malikoda during the dry season. The solar-powered irrigation pump system design consists of an 18.5 kW submersible pump coupled with a 23.1 kWp PV system using 60 monocrystalline solar modules equipped with a solar tracker and a 30 kW inverter. Based on the analysis conducted, the PVSyst results for the SIP without a solar tracker show that the pump can operate for 6,067 hours with an average water discharge of 274.9 m³/day. This is based on the received global effective irradiation of 1765.1 kWh/m² in one year. However, with the use of the solar tracker system, the pump can operate for 6,933 hours with a water discharge of 305.2 m³/day and global effective irradiation of 1963.8 kWh/m² in one year. The analysis concludes that the SIP with a solar tracker system can operate optimally and fulfill the water discharge requirements of Subak Malikoda. This makes the solar tracker system an effective solution to enhance the water supply for Subak Malikoda during the dry season.

Key Words : Energy, Blynk, Solar Tracker, Prototype

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki kendala pada efisiensi penyerapan sinar matahari. Untuk mengatasi hal ini, panel surya dirancang dengan sistem *solar tracker* agar selalu mengikuti arah sinar matahari. *Solar tracker*

adalah perangkat mekanis yang membuat panel surya bergerak otomatis mengikuti pergerakan matahari, menjaga panel tetap tegak lurus [1].

IoT (*Internet of Things*) menghubungkan perangkat fisik seperti sensor, peralatan rumah, dan kendaraan melalui jaringan internet. Dengan IoT,

pengguna dapat mengontrol dan memonitor perangkat secara otomatis, membuka peluang solusi cerdas dalam berbagai bidang seperti rumah pintar, transportasi, dan industri [2].

Secara umum, pembangkit listrik tenaga surya umumnya ditempatkan dalam posisi tetap atau tidak berubah, yang mengakibatkan penerimaan cahaya matahari menjadi kurang optimal [3]. Oleh karena itu, penelitian ini menciptakan prototipe *solar tracker* berbasis IoT untuk menganalisis hasil daya dan energi dari PLTS dengan dan tanpa solar tracker [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

Mikrokontroler NodeMCU adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang memiliki karakteristik sumber terbuka. NodeMCU juga bisa disamakan dengan papan Arduino berbasis ESP8266. NodeMCU mengintegrasikan ESP8266 ke dalam sebuah papan yang canggih dengan berbagai fungsi layaknya mikrokontroler. ESP8266 memiliki kemampuan akses *Wi-Fi* dan juga *chip* komunikasi USB ke *Serial*, memungkinkan pemrograman dengan hanya memerlukan kabel data mikro USB sebagai ekstensi. [5].



Gambar 1. NodeMCU ESP8266 [6].

2.2 Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi yang dapat beroperasi di perangkat iOS dan Android, memungkinkan kontrol atas Arduino, ESP32, *Raspberry Pi*, dan beberapa jenis perangkat serupa melalui koneksi internet. Aplikasi ini memiliki kapabilitas untuk mengatur perangkat keras, menampilkan informasi dari sensor, menyimpan data, menghasilkan visualisasi, dan berbagai fungsi lainnya. [7]. Aplikasi Blynk terdiri dari tiga komponen utama,

yakni Aplikasi itu sendiri, Server, dan library. Fungsi dari server Blynk adalah sebagai penghubung untuk seluruh interaksi antara perangkat smartphone dan perangkat keras.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep interaksi daring yang memanfaatkan internet. IoT mempermudah dan mengoptimalkan kegiatan serta aktivitas secara *online*. Saat terhubung dengan *cloud*, IoT mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai tempat untuk memberikan informasi bermakna kepada pengguna akhir. Dengan demikian, perangkat dapat berkomunikasi dan mengirim data. [8].

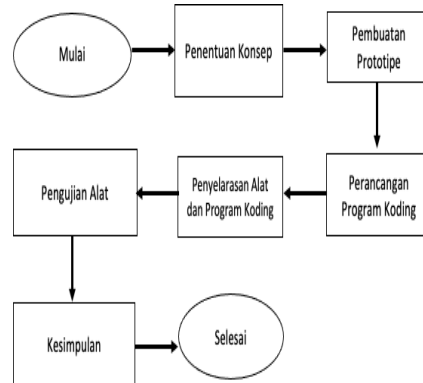
2.4 Photovoltaic

Modul *Photovoltaic* (PV) tersusun dari beberapa bagian *solar cell* yang terhubung secara rangkaian seri dan paralel. Tiap sel nya secara umum menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0,5 sampai 0,6 Volt. Modul *solar cell* akan merubah energi matahari menjadi energi listrik dengan arus keluaran berupa arus listrik DC (*Direct Current*) [9].

Secara umum terdapat dua jenis panel surya yang paling banyak digunakan yaitu *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*, dimana kedua jenis *solar cell* ini memiliki karakteristik yang hampir sama dan fungsi yang sama [10].

3. METODE PENELITIAN

Flowchart rancang bangun prototipe dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Flowchart Rancang Bangun Prototipe

Berikut penjelasan pada Gambar 2 :
Langkah 1. Penentuan Konsep

Penelitian ini diawali dengan penentuan konsep, sebelum pembuatan prototipe akan ditentukan seberapa besar dimensi prototipe, cara kerja, bahan, dan lainnya yang berkaitan dengan proses perancangan prototipe.

Langkah 2. Pembuatan Prototipe

Dalam pembuatan prototipe, langkah yang dilakukan adalah pembuatan rangka, pemasangan panel surya, modul kontroler, penggerak, dan perancangan *software*.

Langkah 3. Perancangan Program

Setelah pembuatan prototipe selesai, dilakukan perancangan program yang digunakan untuk sistem kontrol pada prototipe berupa perancangan *source code*.

Langkah 4. Penyelarasan Alat dan Program

Penyelarasan alat dan program dilakukan untuk menyelaraskan prototipe dengan kode program yang telah dibuat agar sesuai dengan rancangan yang diinginkan.

Langkah 5. Pengujian Alat

Prototipe beserta sistem kontrol lainnya akan diuji dari awal hingga akhir untuk meminimalisir terjadinya *error* disaat prototipe sedang bekerja.

Langkah 6. Penarikan Kesimpulan

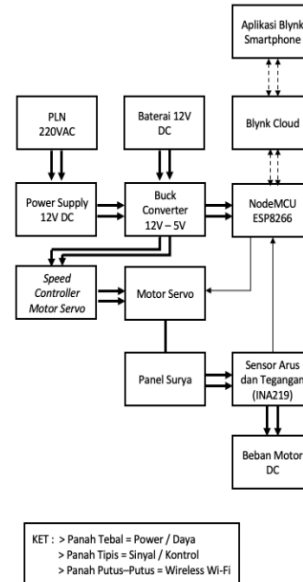
Berdasarkan dari langkah kelima maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

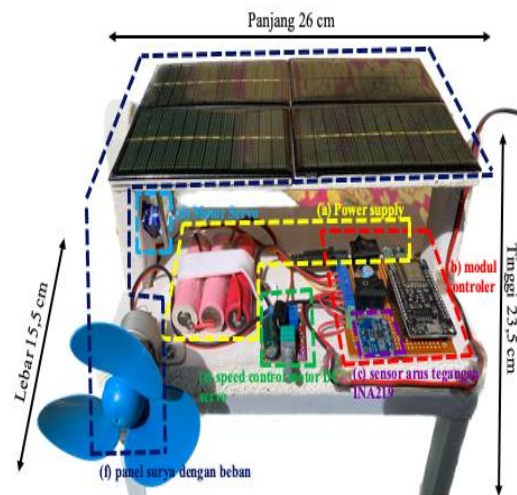
4.1 Rancangan Perangkat Keras Prototipe PLTS Dengan Solar Tracker

Rancangan perangkat keras PLTS dengan *solar tracker* berbasis IoT terdiri dari beberapa bagian diantaranya rancangan modul kontroler, rangkaian *power supply*, rangkaian motor servo, rangkaian *speed control motor* DC servo, rangkaian sensor arus tegangan INA219, dan panel surya dengan beban.

Skematik diagram dari perancangan prototipe ini ditunjukkan pada Gambar 3 dan prototipe dari PLTS dengan *solar tracker* berbasis IoT ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Skematik Diagram Rancangan Prototipe



Gambar 4. Hasil Rancangan Perangkat Keras Prototipe

Penjelasan bagian-bagian dari rancangan prototipe PLTS dengan *solar tracker* berbasis IoT adalah sebagai berikut :

a) Power supply

Power supply pada prototipe pembangkit listrik tenaga surya dengan *solar tracker* berbasis IoT menggunakan baterai. Pada rangkaian *power supply* terdapat *regulator buck converter step down* MP1854EN untuk menurunkan tegangan baterai atau *input* 12 VDC menjadi 5 VDC

sebagai suplai dari mikrokontroler ESP8266, servo, dan sensor.

b) Modul Kontroler

Modul ini memuat sensor INA219, saklar, pin *header*, kapasitor, *jack in DC*, *buck converter*, dan Mikrokontroler ESP8266, ESP8266 yang digunakan berjumlah 1 buah yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data tegangan dan arus dari sensor INA219 yang akan dikirim ke aplikasi Blynk sebagai *display* pembacaan arus dan tegangan dengan tampilan berupa angka.

c) Sensor INA219

Sensor INA219 yang digunakan berjumlah 1 buah untuk memantau arus dan tegangan yang mengalir dari panel surya terhadap beban. Koneksi antara mikrokontroler ESP8266 dengan sensor INA219 menggunakan PCB yang koneksi antara pin telah terhubung menggunakan kabel.

d) Motor Servo

Motor servo yang digunakan berjumlah 1 buah untuk menggerakkan putaran panel surya agar sesuai dari putaran derajat yang diinginkan melalui pemrograman dari ESP8266 dan mendapatkan sumber daya dari modul MP1854EN.

e) Modul *Speed Control Motor* DC Servo

Speed Control motor DC servo yang digunakan berjumlah 1 buah untuk mengatur kecepatan putaran motor servo agar tidak terlalu cepat saat berpindah posisi dari berapa derajat yang ditentukan, modul *speed control* ini dipasang diluar dari modul kontroler.

f) Panel Surya dan Beban Motor DC

Digunakan 4 buah panel surya jenis *polycrystalline*, masing-masing memiliki kapasitas daya 0,6 Watt, arus 0,100 A, dan tegangan 6 V. Panel surya dihubungkan secara paralel untuk mendapatkan total arus 0,4 A dan daya 2,4 Watt. Dalam simulasi, digunakan 1 buah beban motor DC dengan daya 1,5 Watt, arus 0,25 A, dan tegangan kerja 6 V untuk membaca arus dan tegangan dari panel surya terhadap beban.

4.2 User Interface Aplikasi Blynk Smartphone

User interface untuk prototipe ini dikembangkan dengan aplikasi Blynk, sehingga *user* bisa mengoperasikan prototipe untuk memonitor data yang telah didapat dari PLTS. Panel mulai bergerak dari timur ke barat di pagi hari dengan sudut awal 45 derajat menghadap ke timur dan bertambah setiap 1 jam nya sebesar 10 derajat hingga sore hari di sudut 135 derajat menghadap ke barat.



Gambar 5. Tampilan Tegangan dan Arus pada Aplikasi Blynk Smartphone

Pemantauan arus, tegangan, daya, dan energi dapat dilihat di aplikasi Blynk *smartphone* pada Gambar 5, selain mampu bergerak secara otomatis, pada aplikasi Blynk disini *user* juga bisa melakukan kontrol manual terhadap pergerakan panel surya seberapa derajat yang diinginkan dengan memilih tombol kontrol sebesar 45 derajat hingga 135 derajat pada aplikasi Blynk, maka panel surya akan bergerak sesuai dari kontrol yang *user* pilih.

4.3 Sistem Kerja Prototipe Solar Tracker

Sistem kerja dari prototipe PLTS dengan sistem *solar tracker* yaitu :

a) Prototipe diberi catu daya serta sinar matahari dan aplikasi Blynk *smartphone* secara otomatis terkoneksi dengan prototipe dikarenakan mikrokontroler ESP8266 pada prototipe memberikan sinyal keluaran

berupa *Wi-Fi* yang akan direspon oleh aplikasi Blynk *smartphone*.

b) Konfigurasi pada aplikasi Blynk akan dilakukan untuk menentukan jangka waktu pergerakan panel surya berupa jam pada prototipe sebelum digunakan.

c) Setelah konfigurasi waktu pada aplikasi Blynk telah selesai, maka panel surya pada prototipe akan bergerak 10 derajat setiap 1 jam dari pukul 8 pagi hingga pukul 6 sore.

d) Hasil dari arus, tegangan, daya dan energi yang diperoleh prototipe selama 10 jam akan dipantau pada aplikasi blynk.

e) Selain dari pergerakan secara otomatis pada prototipe, pergerakan manual pada panel surya juga bisa dikontrol melalui aplikasi Blynk dari 45 derajat hingga 135 derajat.

4.4 Analisis Produksi Energi dan Daya Prototipe

Penerapan prototipe untuk melakukan pemantauan dan pengukuran tegangan, arus, daya serta energi selama 2 hari dengan proses pembacaan tegangan, arus, daya dan energi dilakukan setiap 1 jam sekali yang dimulai dari pukul 08:00 WITA hingga pukul 18:00 WITA untuk hari pertama dan kedua, sehingga jumlah data yang diperoleh sebanyak 2 jenis data yaitu data panel surya dengan sistem *solar tracker* dan data panel surya dengan sistem tanpa *solar tracker*. Data hasil juga dimuat dalam bentuk grafik berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2.

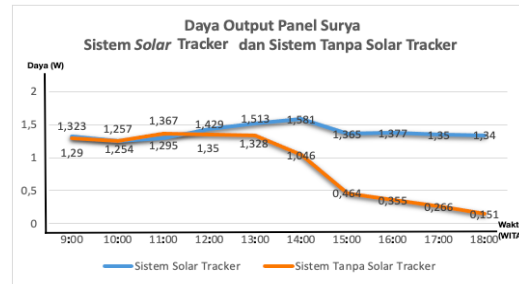
Tabel 1. Pengujian Panel Surya dengan Sistem *Solar Tracker*

Kemiringan	Waktu	Cuaca	Sensor Tegangan (V)	AVO Meter (V)	Sensor Arus (A)	AVO Meter (A)	Daya (W)	Energi (Wh)
45°	08.00 – 09.00	Cerah	6,07	6,00	0,218	0,199	1,323	621
55°	09.00 – 10.00	Cerah	6,01	6,00	0,208	0,212	1,257	1.190
65°	10.00 – 11.00	Cerah	6,32	6,41	0,205	0,216	1,295	1.630
75°	11.00 – 12.00	Cerah Berawan	6,01	5,99	0,237	0,240	1,429	2.290
85°	12.00 – 13.00	Cerah	6,03	6,00	0,251	0,262	1,513	3.087
95°	13.00 – 14.00	Cerah	6,35	6,40	0,248	0,241	1,581	3.438
105°	14.00 – 15.00	Cerah Berawan	6,18	6,22	0,221	0,229	1,365	4.002
115°	15.00 – 16.00	Cerah	6,35	6,28	0,217	0,210	1,377	4.333
125°	16.00 – 17.00	Cerah Berawan	6,27	6,24	0,214	0,220	1,350	4.970
135°	17.00 – 18.00	Cerah Berawan	6,01	6,09	0,223	0,223	1,340	5.220

Tabel 2. Pengujian panel surya dengan Sistem Tanpa *Solar Tracker*

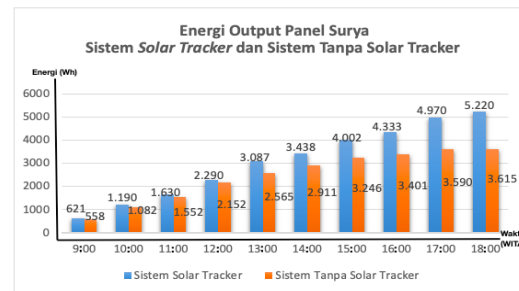
Kemiringan	Waktu	Cuaca	Sensor Tegangan (V)	AVO Meter (V)	Sensor Arus (A)	AVO Meter (A)	Daya (W)	Energi (Wh)
15°	08.00 – 09.00	Cerah	6,00	6,09	0,215	0,200	1,290	558
	09.00 – 10.00	Cerah	6,03	6,00	0,208	0,195	1,254	1.082
	10.00 – 11.00	Cerah	6,42	6,39	0,213	0,201	1,367	1.552
	11.00 – 12.00	Cerah	6,31	6,31	0,214	0,199	1,350	2.152
	12.00 – 13.00	Cerah	6,01	5,99	0,221	0,202	1,328	2.565
	13.00 – 14.00	Cerah Berawan	5,51	5,60	0,190	0,190	1,046	2.911
	14.00 – 15.00	Cerah	5,05	5,00	0,092	0,090	0,464	3.246
	15.00 – 16.00	Cerah Berawan	4,39	4,36	0,079	0,081	0,355	3.401
	16.00 – 17.00	Cerah Berawan	3,98	3,99	0,067	0,074	0,266	3.590
	17.00 – 18.00	Cerah Berawan	2,57	2,57	0,059	0,060	0,151	3.615

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dimuat dalam grafik pada Gambar 6 memperlihatkan hasil daya antara *solar tracker* dan tanpa *solar tracker*, sedangkan pada Gambar 7 memperlihatkan hasil energi *solar tracker* dan tanpa *solar tracker*.



Gambar 6. Daya Output Panel Surya dengan Sistem *Solar Tracker* dan Sistem Tanpa *Solar Tracker*

Berdasarkan Gambar 6, disaat jam 08:00 WITA – 12:00 WITA penggunaan *solar tracker* dan tanpa *solar tracker* terlihat daya yang dihasilkan stabil. Pada pukul 13:00 hingga 18:00 WITA, daya yang diperoleh stabil saat menggunakan *solar tracker*, berbeda dengan tanpa *solar tracker* yang mengalami penurunan karena perubahan posisi matahari dan panel surya tetap pada sudut 15 derajat menghadap timur.



Gambar 7. Energi Output Panel Surya dengan Sistem *Solar Tracker* dan Sistem Tanpa *Solar Tracker*

Berdasarkan Gambar 7, disaat jam 08:00 WITA – 12:00 WITA penggunaan *solar tracker* dan tanpa solar tracker terlihat stabil. Pada pukul 13:00 hingga 18:00 WITA, energi yang diperoleh meningkat saat menggunakan *solar tracker*, berbeda dengan tanpa *solar tracker* yang mengalami penurunan karena perubahan posisi matahari dan panel surya tetap pada sudut 15 derajat menghadap timur.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari prototipe yang telah dirancang, dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe PLTS *solar tracker* yang dibuat dengan mikrokontroler ESP8266 dan dapat dipantau melalui Blynk sudah berfungsi dengan baik dimana *user* dapat menggerakkan panel secara manual atau otomatis.
2. *Solar tracker* menghasilkan rata-rata daya sebesar 1,587 Watt dan tanpa *solar tracker* 0,887 Watt dengan perbedaan daya 45%, sedangkan energi yang diperoleh *solar tracker* sebesar 5.220 Wh dan tanpa *solar tracker* 3.615 Wh, dengan *solar tracker* menghasilkan 36,33% energi lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramesti Sartono, N., Ridwan, E., Hasvienda Mohammad Ridwan, dan, Studi Teknik Konversi Energi, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G. (2021). Pengaruh Perbedaan Posisi Sudut Kemiringan Panel Surya 120 Watt Peak Terhadap Peningkatan Efisiensi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*.
- [2] Efendi, Y. (2018). INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1).
- [3] Benny, I. M., Bgs, I., Swamardika, A., Wyn, I., Wijaya, A., & Elektro, J. T. (2015). Rancang Bangun Sistem *Tracking* Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino (Vol. 2, Issue 2).
- [4] Wendryanto, O., Widayana, G., Sutaya, W., Pendidikan, J., Mesin, T., Teknik, F., Universitas, K., & Ganesha, P. (2017). PENGEMBANGAN PENGGERAK SOLAR PANEL DUA SUMBU UNTUK MENINGKATKAN DAYA PADA SOLAR PANEL TIPE POLIKRISTAL. In *JJTM* (Vol. 5, Issue 3).
- [5] Satriadi, A., Wahyudi, W., and Christyono, Y., 2019. PERANCANGAN HOME AUTOMATION BERBASIS NodeMCU. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, [Online] Volume 8(1), pp. 64-71.
- [6] Gunawan, I., Akbar, T., & Ilham, M. G. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(1), 1–7.
- [7] Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Pradifta Junfithrana, A., Studi Teknik Elektro, P., Nusa Putra, U., Raya Cibolong Kaler No, J., & Sukabumi, K. (2020). APLIKASI SMART HOME NODE MCU IOT UNTUK BLYNK. In *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra* (Vol. 7, Issue 1).
- [8] Utama, A. W. (2019). Rancang Bangun Solar Tracker dengan Sensor Light Dependent Resistor Berbasis Arduino. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, Vol. 9 : No 1.
- [9] Thamrin, T., & Susanty, W. (2018). Implementasi Rumah Listrik Berbasis Solar Cell. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, Vol. 9 : No 2.
- [10] Made Neli Lestari, N., Nyoman Satya Kumara, I., Ayu Dwi Giriantari, I., Program Studi Teknik Elektro, M., Teknik, F., Program Studi Teknik Elektro, D., & Kampus Bukit Jimbaran, U. (n.d.). *REVIEW STATUS PANEL SURYA DI INDONESIA MENUJU REALISASI KAPASITAS PLTS NASIONAL 6500 MW* (Vol. 8, Issue 1).