

# PEMBUATAN ALAT MONITORING DAYA PADA BATERAI PANEL SURYA 50 WP BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Fajar Malik Fahmi <sup>1</sup>, Sri Utami <sup>2</sup>, dan Sri Paryanto Mursid <sup>3</sup>

Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: [fajar.malik.tken20@polban.ac.id](mailto:fajar.malik.tken20@polban.ac.id)<sup>1</sup>, [sri.utami@polban.ac.id](mailto:sri.utami@polban.ac.id)<sup>2</sup>, [sp.mursid@gmail.com](mailto:sp.mursid@gmail.com)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

PLTS dapat menghasilkan energi alternatif dengan memanfaatkan cahaya matahari. Pemantauan pada baterai diperlukan untuk mengetahui nilai parameter seperti tegangan dan arus yang masuk agar tidak terjadi *overcharge*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat monitoring daya baterai berbasis *IoT* agar dapat mempermudah memantau kondisi baterai dengan *automatic system*. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor INA 219 dengan mikrokontroler ESP 8266. Hasil pengujian data kalibrasi tegangan dan arus sensor INA 219 memiliki nilai dengan rata-rata *error* tegangan 0,43% hasil persamaan  $y = 0,09987x - 0,0065$ . Untuk nilai *error* arus rata-rata 5,67% hasil persamaan  $y = 1,0101x + 24,95$ . Hasil pengujian relay terhadap beban diinisiasi terhadap nilai *State of Charge*. Untuk relay terhadap beban memiliki jangkauan nilai *SoC* sebesar 30% dengan kondisi di bawah 31% relay beban akan *open*, saat *SoC* di atas 31% relay beban akan dalam kondisi *close*. Relay terhadap baterai diinisiasi saat *SoC* bernilai 90% dengan nilai *SoC* diatas 90% relay baterai akan terputus (*open*). Hasil data penelitian melalui web server *thinger.io* memiliki kenaikan baterai sebesar 69% dengan kondisi awal persentase baterai 27% dan rata-rata arus sebesar 565 mA yang dilakukan selama 8 jam, parameter dalam monitoring baterai dapat ditampilkan melalui web server berupa arus, tegangan, dan *State of Charge* baterai.

### Kata Kunci:

Baterai, ESP 8266, INA 219, IoT, Monitoring, Real-time, SoC.

## 1. PENDAHULUAN

Panel surya adalah perangkat rakitan sel-sel *photovoltaic* yang mengkonversi sinar matahari menjadi listrik (Nursuhud, Astu Pudjanarsa & Djati, 2012). Panel surya merupakan perangkat utama yang menunjang sistem pembangkit listrik tenaga surya, fungsi utama panel surya untuk mengkonversikan energi cahaya matahari (foton) menjadi listrik. Penggunaan sistem pembangkit tenaga surya menggunakan beberapa komponen pendukung didalamnya, terdapat panel surya sebagai perangkat utama, *Solar Charge Controller* (SCC) digunakan untuk mengendalikan pasokan tegangan dan arus yang masuk ke dalam baterai, dan baterai digunakan untuk menyimpan energi dari PLTS dan menyuplai energi untuk beban. Pada dasarnya energi yang tersimpan dan energi yang akan disalurkan dari baterai membutuhkan pemantauan agar kondisi dari baterai dapat terjaga dengan baik, pemantauan pada baterai juga diperlukan untuk mengetahui nilai parameter seperti tegangan dan arus yang masuk agar tidak terjadi *overcharge*, karena *overcharge* dapat membuat usia pakai baterai menjadi lebih pendek. Metode untuk memantau *solar cell* saat ini masih konvensional dengan mengumpulkan data output *solar cell* berbentuk *text file* dengan format tertentu dengan data yang tidak dapat tersimpan dalam jangka waktu lama. Aliran tegangan dan arus menuju beban dapat dikontrol, namun dengan alat yang terdiri dari beberapa komponen yang dinilai kurang efisien karena masih mengandalkan teknologi yang tidak dapat diakses secara langsung. Oleh karena itu, alat monitoring daya baterai ini berguna untuk

mengetahui arus, tegangan, daya, dan persentase dari baterai, sehingga dengan mengetahui parameter tersebut dapat menjadikan indikasi kondisi dari baterai. Pembuatan alat ini juga dapat membantu penggunanya dalam memonitoring daya karena menggunakan sistem berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan Node MCU 8266 sehingga dapat terakses melalui internet dan dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Monitoring

Monitoring daya baterai merupakan suatu sistem yang digunakan untuk memantau kapasitas daya yang ada pada baterai. Menantau pemakaian dan pengisian daya dari waktu ke waktu. Dengan adanya monitoring secara real time ini akan memudahkan dalam melakukan pemantauan daya dari jarak jauh. Sistem monitoring pada baterai dibuat merujuk kepada konsep IoT.

### 2.2 Panel Surya

Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya terbuat dari bahan semi-konduktor untuk mengubah energi foton menjadi energi listrik dengan bebas emisi. Energi foton itu sendiri merupakan partikel yang terdapat pada cahaya matahari. Prinsip kerja dari panel surya adalah tumbukan antara foton dengan semi konduktor yang terdapat pada panel surya, dengan adanya tumbukan dapat menghasilkan proses ionisasi yang membuat adanya pelepasan electron sehingga bermuatan positif (Hole) dan electron bermuatan negative dan

berkumpul pada muatan yang sama. Adanya persimpangan antara muatan positif dan negative menimbulkan beda potensial (energi) dan bila diberikan beban akan menghasilkan arus listrik.

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots (1)$$

$$P_{out} = V_{max} \cdot I_{max} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Pin = Daya input

Pout = Daya keluaran maksimal G =

Irradiasi matahari

A = Luas penampang modul PV Vmax =

Tegangan maksimal

Imax = Arus maksimal

### 2.3 Solar Charge Controller

Tujuan utama dari *solar charge controller* ini adalah untuk menghindari *overcharging*, arus yang masuk kedalam baterai dapat diatur agar tidak terjadi *overcharge* sehingga arus pengisian dapat berhenti secara otomatis, jika baterai sudah dalam kondisi penuh. Penggunaan jenis *solar charge controller* ini bergantung kepada kapasitas arus yang dihasilkan pada panel surya, tujuannya untuk mencegah terjadi arus berlebih yang dapat membuat terbakar sehingga spesifikasi arus dari *solar charge controller* harus berada diatas benda uji.

### 2.4 State of Charge (SoC)

*State of charge* merupakan perbandingan energi yang tersisa dengan energi maksimum pada baterai. Nilai *state of charge* memiliki rentan nilai 0- 1, dengan 0 menyatakan baterai dalam keadaan kosong, sedangkan 1 merupakan kondisi baterai dengan keadaan penuh. Nilai *State of charge* juga bisa dinyatakan dalam bentuk persentase, 0%-100%. Estimasi *State of charge* adalah salah satu hal yang penting dalam penerapan baterai.

$$SoC(t) = SoC(t-1) - \int_0^t \frac{I}{C_{bat}} dt \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

*SoC(t)* = Battery state of charge at time t (%) *SoC(t-1)* = Battery initial state of charge (%) *I* = Charge/ Discharge current (I)

t = time (h)

*Cbat* = Battery capacity (Ah)

### 2.5 Sensor INA219

Sensor INA 219 dalam alat monitoring daya pada baterai berfungsi untuk membaca tegangan dan arus yang akan disalurkan menuju baterai. Sensor INA 219 memiliki pin SCL, SDA, GND, dan, Vcc yang masing-masing dihubungkan ke mikrokontroler ESP 8266. Untuk membaca nilai arus dan tegangan pada baterai Vin + dihubungkan secara serial dimulai dari *solar charge controller* dengan output Vin – menuju baterai.

### 2.6 Node MCU ESP 8266

Node MCU merupakan *Board* dari ESP8266. Penginputan program atau perintah membutuhkan sebuah USB untuk mengupload dari *software* Arduino IDE pada komputer kedalam Node MCU. Fungsi ESP8266 sama seperti mikrokontroler lainnya, tetapi pada Node MCU ESP8266 bisa untuk menjalankan program *Internet of Things* atau IoT karena pada modul ini dilengkapi dengan modul Wifi untuk tersambung ke internet.

### 2.7 Relay

Relay merupakan jenis sakelar yang dapat dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnetik (coil) dan mekanikal (Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

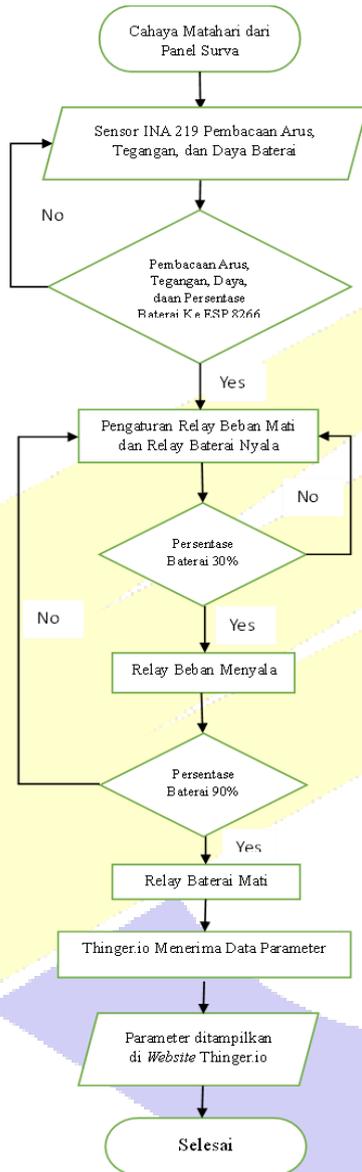
### 2.8 Thinger.io

Merupakan sebuah server atau platform IoT yang menyediakan *fitur cloud* untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Bentuk visualisasi hasil pembacaan sensor dapat berbentuk nilai atau grafik.

## 3. METODE PENELITIAN

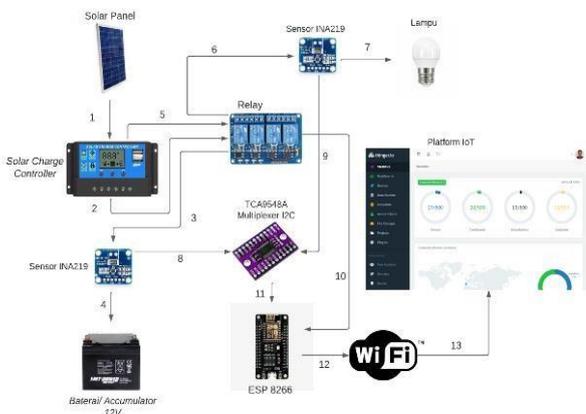
### 3.1 Perancangan Model Sistem

Sistem kerja alat dimulai dari cahaya matahari yang masuk menuju panel selanjutnya, sensor INA 219 akan membaca arus, tegangan, dan daya yang masuk menuju ke baterai. Selanjutnya terdapat mikrokontroler ESP 8266 yang akan membaca persentase dari nilai baterai. Setelah parameter semua terbaca, data yang ada pada ESP 8266 (arus, tegangan, daya, persentase, dan relay) akan disalurkan menuju sistem IoT (Thinger.io) dan akan ditampilkan dalam website Thinger.io.



Gambar 1 Flowchart Sistem Kerja

3.2 Diagram Blok Sistem



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

3.3 Desain Sistem



Gambar 3 Wiring Diagram Sistem

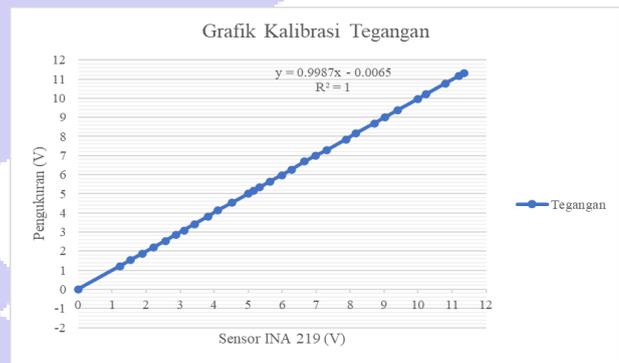
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Kalibrasi Pengujian Sensor Arus dan Tegangan.

Program yang telah diterapkan di Arduino dapat membaca arus, tegangan, dan daya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan power supply variable dengan beban yang berubah-ubah untuk pembacaan arus dari sensor. Setelah melakukan pengujian pada sensor didapatkan data pengukuran sensor dan pengukuran sebenarnya sehingga dapat mencari nilai *error* yang dihasilkan dari sensor.

Hasil kalibrasi tegangan dari pengukuran dengan tegangan dari sensor INA219, hasil kalibrasi tersebut digunakan untuk membuat nilai tegangan dari sensor lebih presisi. Setelah menggunakan metode regresi linier didapatkan nilai ketidaktepatan, yakni:

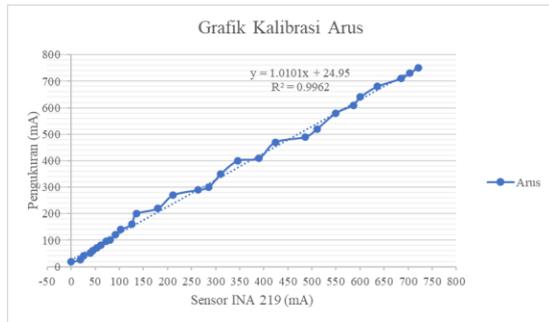
$$y = 0,09987x - 0,0065... (4)$$



Gambar 4 Kalibrasi Tegangan Sensor INA 219

Nilai arus pada sensor INA 219 juga memerlukan kalibrasi. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y = 1,0101x + 24,65..... (5)$$



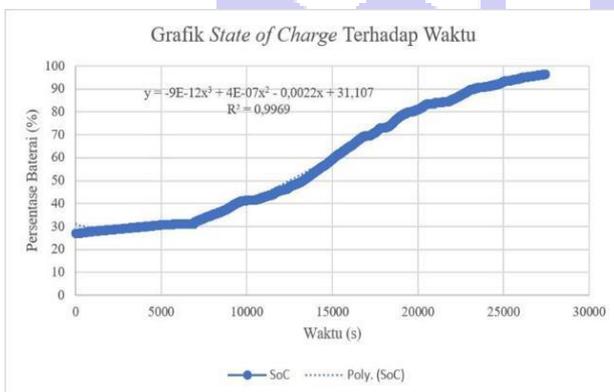
Gambar 5 Kalibrasi Arus Sensor INA 219

5. Kurva State of Charge Terhadap Waktu

Pengujian dilakukan selama 3 hari dengan total 8 jam dan beban yang terpasang adalah lampu sebesar 3 watt. Berdasarkan Gambar 6 didapatkan grafik yang menunjukkan nilai SoC meningkat seiring berjalannya waktu selama 2 detik sekali. Rata-rata arus yang didapatkan adalah sebesar 565 mA. Pergerakan grafik tidak linear, hal ini dapat terjadi karena arus yang masuk tidak konstan dengan dipengaruhi oleh nilai irradiasi matahari. Proses pengisian dilakukan dengan kondisi baterai memiliki nilai SoC sebesar 27% selama total 8 jam mampu mengisi baterai menjadi 96%. Posisi saat baterai sudah mencapai 96% menjadi titik pengisian dengan arus yang konstan.

Tabel 1 Tabel Pengisian Baterai Pada Sistem

Time (s)	Voltage Battery (V)	Voltage Load (V)	Current Battery (mA)	Current Load (mA)	Power Battery (mW)	Power Load (mW)	SoC (%)
2	14.02	15.25	454.1	0.1	6836	0	27
3846	14.36	14.53	380.1	0.3	5466	0	30
9328	14.14	13.7	379.7	355.2	5348	4854	40
13242	15.26	15.74	1764.9	436.5	26968	5266	50
15074	14.92	15.36	1525.6	467.6	22762	7190	60
17246	14.67	14.93	938.8	434.1	13766	6476	70
19424	14.75	14.93	931.1	433.1	13736	6466	80
23108	15.63	16.18	1345.2	511.4	21012	7526	90
27422	13.71	13.77	243.5	231.5	3338	2844	96.5



Gambar 6 Pengisian Baterai Sistem Berjalan

5.1 Hasil Pengujian Relay

Pengujian relay dalam melakukan inisiasi berdasarkan kondisi SoC dari baterai, terdapat dua buah relay yang digunakan dalam pengujian, yakni menggunakan relay 1 yang terhubung kepada beban dan relay 2 yang terhubung menuju baterai. Relay beban inisiasi nilai SoC yang diperlukan sebesar lebih dari 31% untuk mengaktifkan beban. Apabila nilai SoC kurang dari 31%, maka posisi relay akan open sehingga tidak ada arus yang masuk menuju beban. Berdasarkan Tabel 2 merupakan kondisi relay terhadap nilai SoC yang dicapai. Kondisi 31% didapatkan ketika berada di 5200 sekond, sedangkan untuk kondisi 90% saat berada di 23108 sekond.

Tabel 2 Kondisi Relay Terhadap SoC

Time (s)	Voltage Battery (V)	Voltage Load (V)	Current Battery (mA)	Current Load (mA)	Power Battery (mW)	Power Load (mW)	SoC (%)	Relay Beban	Relay Baterai
2428	13.76	13.72	375.7	0.2	5396	0	29	open	close
3846	14.36	14.53	380.1	0.3	5466	0	30	open	close
5200	13.12	12.94	0.1	276.6	4	3576	31	close	close
6922	15.62	16.2	1287.6	0.1	20130	4	32	close	close
22884	13.96	15.5	1454.2	470.2	21922	7300	89	close	close
23108	15.63	16.18	1345.2	511.4	21012	7526	90	close	open
23882	13.44	13.4	179	303.5	2408	4066	91	close	open

Pada Gambar 7 merupakan kondisi relay beban kondisi normally open karena SoC baterai berada di nilai 29%, sehingga posisi arus yang masuk menuju beban terputus, sedangkan pada Gambar 8 menunjukkan kondisi relay beban mengalami kondisi close, yakni pada nilai SoC lebih dari 31%. Pada kondisi tersebut arus mengalir menuju beban dan beban pun dapat menyala. Kondisi 31% ini didapat pada pengujian hari pertama dengan lama waktu sebesar 5200 detik.



Gambar 7 Kondisi Relay Beban SoC 28% Lampu Padam



Gambar 8 Kondisi Relay Beban SoC 31% Lampu Nyala

Pada kondisi relay 2 yang terputus saat kondisi *SoC* lebih dari 90%. Pembuktian dari terputusnya arus yang menuju ke baterai dapat dicek melalui tegangan yang terukur pada baterai. Jika relay masih bersifat *close* maka tegangan yang terukur pada baterai akan bernilai sebesar 12 volt – 15 volt, sedangkan jika relay sudah bersifat open pada kondisi persentase diatas 90% tegangan yang terukur pada baterai akan mengikuti tegangan pada panel surya, yakni sebesar 18 volt – 21 volt, tegangan tersebut merupakan tegangan open circuit dari panel.

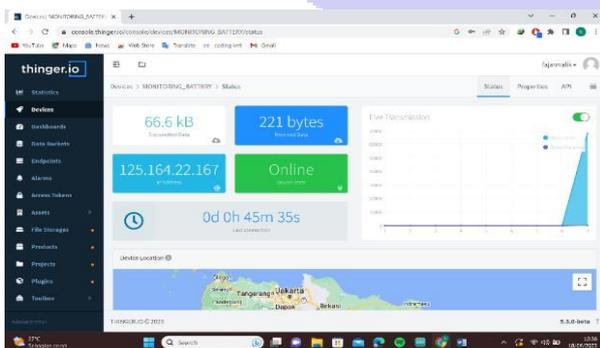
Berdasarkan Gambar 9 tegangan baterai bernilai 18,27 atau sama dengan tegangan panel surya itu artinya relay pada kondisi 90% berfungsi dan tidak ada arus yang masuk menuju baterai.



Gambar 9 Kondisi tegangan Baterai Saat Relay di atas 90%

### 5.2 Hasil Pengujian Alat Monitoring Baterai di Web Server Thinger. Io

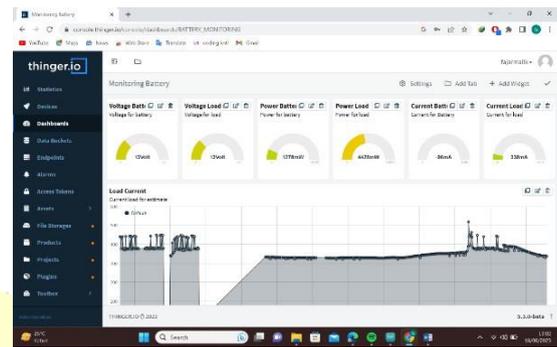
Dalam melakukan pengujian diperlukan inisiasi terhadap web server terlebih dahulu, dengan menginput username, device\_id, dan alamat web server. Setelah itu, dilakukan inisiasi selanjutnya dengan mengirimkan alamat wifi dan password wifi sehingga muncul status online.



Gambar 10 Status Online Web Server

Langkah selanjutnya sebelum benar-benar dapat digunakan. Hal yang harus diperhatikan adalah pembuatan tampilan parameter di dalam dashboard server. Parameter yang digunakan, yakni arus baterai, arus beban, tegangan baterai, tegangan

beban, daya baterai, daya beban, *SoC*, relay beban, dan relay baterai.



Gambar 11 Parameter Terukur di Web Server



Gambar 12 Parameter Terbaca SoC 28%



Gambar 13 SoC 28%

Pengujian alat monitoring daya dilakukan selama kurun waktu total 8 jam selama 3 hari. Hasil pengujian didapatkan nilai persentase baterai meningkat sebesar 69% yang dimulai pada kondisi baterai 27% sampai 96%.



Gambar 14 Parameter Terbaca SoC 96%



Gambar 15 SoC 96%

Untuk kondisi pada 96% baterai mengalami peningkatan persentase sebesar 69% dalam kurun waktu total 8 jam. Kondisi arus konstan pada pengisian daya membuat pengujian diberhentikan karena memerlukan waktu kurang lebih 5 jam untuk mencapai kondisi *fully charge*-nya estimasi berdasarkan spesifikasi dari baterai.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan yakni,

a. Lama pengisian baterai dengan kapasitas 3,5 Ah selama total 8 jam mendapatkan persentase baterai 27% menjadi 96% dengan nilai arus rata-rata sebesar 565 mA. Kondisi SoC baterai dipengaruhi oleh irradiasi matahari dan kondisi cuaca. Semakin besar irradiasinya maka pengisian baterai akan berlangsung lebih cepat untuk mencapai kondisi *full*-nya.

b. Inisiasi yang dilakukan oleh relay memiliki beberapa kondisi. Kondisi relay 1 akan memutus arus saat nilai persentase baterai kurang dari 31%. Kondisi relay 2 akan memutus arus saat persentase baterai lebih dari 90%. Kedua kondisi tersebut merupakan salah satu upaya dalam menjaga kondisi dari baterai.

c. Alat monitoring daya baterai didapatkan tampilan hasil monitoring berupa arus, tegangan, daya, dan *SoC* di web server.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Suryawinata, D. Purwanti and S. Sunardiyo, "Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, Juni 2017.

[2] W. D. Sinaga and Y. Prabowo, "Monitoring Tegangan dan Arus yang Dihasilkan oleh Sel Surya Berbasis Web Secara Online," *SKANIKA*, Vol. 1 No. 3, Juli 2018.

[3] K. H. Khwe, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)," *Jurnal ELKHA*, vol. 5 no 2, 2013.

[4] M. Kamil, "Pengaruh Temperatur Baterai Pada Solar Charger Controller (SCC) Pada PLTS," Desember 2016.

[5] M. Saleh and M. Haryanti, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY," *Jurnal Teknologi Elektro*, Vols. Vol. 8, No. 3, September 2017.

[6] P. Papageorgas, D. Piromalis, K. Antonakoglou, G. Vokas, D. Tseles and K.G. Arvanitis, 2013, "Smart Solar Panel: In-Situ Monitoring of Photovoltaik Panels Based On Wired And Wireless Sensor Network", *TerraGreen 13 International Conference 2013 - Advancements in Renewable Energy and Clean Environment. Energy Procedia* 36 (2013) 535 – 545.

[7] Rahmawan, Zainul. 2018. "Estimasi State of Charge (Soc) Pada Baterai Lead-Acid Dengan Menggunakan Metode Coulomb Counting Pada PV Hybrid." *Its* (Surabaya): 123.