

# PEMASANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM MONITORING PADA SOLAR PANEL BERKAPASITAS 450 WP DI SMP KRISTEN PETRA 2 SURABAYA

Cindy Clarisa Gunawan<sup>1</sup>, Hanny H Tumbleka<sup>1</sup>, Thiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Kristen Petra

Surabaya, Indonesia

E-Mail: C11180003@john.petra.ac.id

**Abstrak** – SMP Kristen Petra 2 adalah SMP swasta yang ada di Surabaya. SMP ini memiliki program sekolah *entrepreneur* yang mengajarkan bagaimana menghasilkan keuntungan, salah satu caranya dengan menghemat energi yang digunakan. Cara menghemat energi ini bisa dengan menggunakan solar panel. Tidak dipungkiri bahwa pada rangkaian solar panel akan mengalami gangguan jika tidak dilakukan *maintenance* secara rutin. Maka dari itu dibuatlah sebuah alat yang dapat membaca dan memantau arus dan tegangan yang dapat dipantau dari jarak yang jauh yaitu sebuah sistem monitoring. Sistem ini menggunakan 3 buah sensor dimana terdapat 2 sensor arus dan 1 sensor tegangan. Semua Sensor yang terpasang dikendalikan oleh alat mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini difungsikan untuk menerima, mengelola dan mengirim data dari pembacaan sensor. Hasil dari pembacaan ditampilkan dalam web dan juga dalam LCD yang telah terpasang. Sebelum memasang sensor dilakukan Pengujian dalam pembacaan sensor dengan melakukan beberapa percobaan yaitu dengan memberikan beberapa macam beban yang berbeda-beda (untuk sensor arus) dan beberapa macam sumber tegangan yang berbeda-beda (untuk sensor tegangan). Hasil yang diperoleh dari percobaan adalah sensor arus memiliki selisih pembacaan 0.5A-0.6A sensor ini tidak dapat membaca arus di bawah 1A. Hasil pengujian sensor tegangan memiliki selisih pembacaan 0.73V sensor ini tidak dapat membaca tegangan dibawah 0.73V.

**Kata Kunci:** Solar Panel, ESP32, Sensor Tegangan DC, Sensor Arus ACS712, Modul I2C, Buzzer.

## I. PENDAHULUAN

Pihak SMP Kristen Petra 2 memerlukan Solar Panel berkapasitas 460 Wp yang digunakan untuk menghidupkan 1 lampu TL 18W, 1 lampu LED 10W dan 6 lampu taman 10W yang berfungsi sebagai penerangan pintu masuk. Pemasangan solar panel di SMP Kristen Petra 2 dibantu oleh tim *entrepreneurship* SMP Kristen Petra 2 dan siswa SMK yang magang di SMP Kristen Petra 2 ini. Pemilihan penggunaan hemat energi dengan menggunakan Solar Panel ini sangatlah menguntungkan karena Indonesia terletak di bawah garis khatulistiwa. Seperti diketahui, Indonesia memiliki potensi intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun dengan rata rata sekitar 4.8kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia dan 4.38kWh/m<sup>2</sup> di Jawa Timur. Energi yang

dihasilkan dari Solar Panel ini menggunakan konversi dengan sistem fotovoltaik. Sistem fotovoltaik ini bekerja dengan cara mengubah sinar matahari menjadi energi listrik sehingga lebih ramah lingkungan.

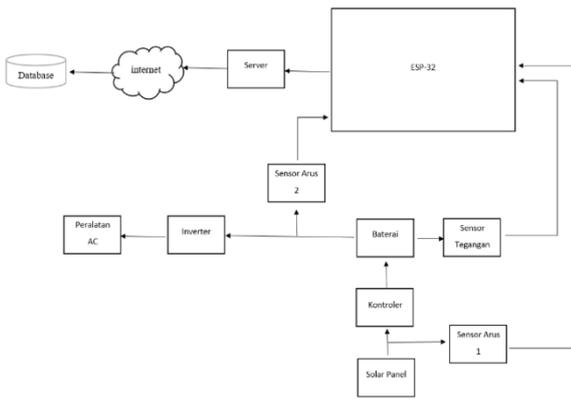
Seiring dengan berjalannya waktu tidak dipungkiri bahwa Solar Panel akan mengalami gangguan yang jika tidak ditangani dengan baik maka sistem solar panel akan berhenti beroperasi. Bisa saja terjadi masalah baik di bagian *controller*, penyimpanan baterai dan pada saat penyaluran ke beban yang terpasang. Maka dari itu penelitian ini dilaksanakan dengan memasang dan membuat sistem monitoring pada solar panel berkapasitas 450 Wp di SMP Kristen Petra 2 Surabaya. Pemasangan ini diharapkan Solar Panel yang digunakan bisa memiliki umur pemakaian yang lebih panjang.

## II. DESKRIPSI SISTEM

### Diagram Sistem

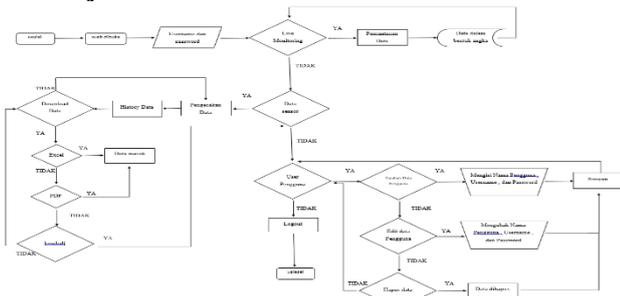
Perancangan pada sistem monitoring ini memiliki komponen utama yaitu ESP 32 dimana komponen ini memiliki Wi-Fi yang dapat menghubungkan sensor yang digunakan dengan internet sehingga dapat terbaca dan ditampilkan dengan lcd maupun web yang telah terhubung.

Sistem kerja dari monitoring ini dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan dimana setiap sensor memiliki karakteristik seperti avometer. Setiap sensor harus diletakan sesuai dengan karakteristiknya masing masing. Setelah arus dan tegangan terbaca akan diintegrasikan menggunakan esp 32 agar dapat ditampilkan di layar LCD yang telah terpasang dan juga data base yang telah disediakan. Setiap pembacaan akan tersimpan di dalam data base dan akan ditampilkan secara langsung di web setiap 2 detik akan terupdate secara otomatis dan dapat di download. Terdapat beberapa sensor yang akan digunakan yaitu sensor arus yang terdapat di antara inverter dan baterai guna untuk dapat memantau penggunaan. Ada juga yang terdapat di antara solar panel dan kontroler agar dapat memantau arus yang masuk. Untuk sensor tegangan terdapat di battery guna untuk memantau apakah tegangan di baterai turun atau tidak. Di bawah ini adalah diagram dari sistem yang akan digunakan.



Gambar 1 Diagram alur kerja sensor

**Cara Kerja Sistem**



Gambar 2 Flowchart kerja sistem

Pada di atas ini adalah *flowchart* dari cara kerja sistem yang digunakan. Terdapat sebuah web yang bisa melakukan monitoring arus dan tegangan dari rangkaian Solar Panel yang akan ditampilkan berupa angka. Terdapat 3 sensor yang bekerja untuk melakukan monitoring secara *real time* jika terhubung dengan jaringan internet. Ketiga sensor ini dapat dilihat secara bersamaan dan dapat disimpan berupa excel ataupun PDF yang berguna untuk membandingkan data yang telah tercatat.

Pengiriman data dari sensor ke web ini menggunakan ESP32 yang berguna untuk mengolah data dan mengirimkan data ke internet. Web ini juga harus terhubung dengan internet agar bisa memperoleh data yang telah diproses dan tersimpan pada *storage* yang telah tersedia. Di dalam Web ini pengguna bisa menambahkan atau mengubah username dan juga password guna untuk mempermudah dan mengamankan web dari pihak yang tidak bertanggung jawab.

**Modul ESP32**

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang merupakan bentuk terbaru setelah ESP8266. Mikrokontroler ini terdapat modul Wi-fi sehingga sangat membantu ketika akan digunakan untuk sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 ini bekerja dengan cara menerima data dari sensor yang digunakan dan mengirimkan data menggunakan internet yang terdapat di dalam ESP32 ini. Data yang di kirimkan akan ditampilkan dalam LCD maupun WEB yang digunakan akan melalui modul ESP32 dan akan ditampilkan melalui web dan LCD.

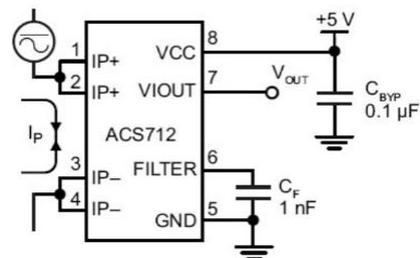
**Sensor Tegangan DC**

Pada sensor tegangan yang digunakan memiliki kelemahan dalam pembacaan kelemahan yang cukup terlihat jelas yaitu

pembacaan 0.00v -0.75v akan dibaca 0 sedangkan 0.75v sampai seterusnya akan terbaca lebih rendah 0.75 dari keadaan yang sebenarnya. Maka dari itu akan ada penambahan 0.75 pada program yang telah dibuat agar dapat menampilkan angka yang sebenarnya. Pemilihan penggunaan sensor tegangan ini dikarenakan sensor ini dapat digunakan pada tegangan DC hingga 5 kali input tegangan yang digunakan, input tegangan yang digunakan adalah 3.3v sehingga alat ini mampu membaca hingga tegangan 16.5v DC Pada rangkaian ini sangat cocok dikarenakan tegangan dari baterai yang digunakan.

**Sensor arus ACS 712**

Sensor arus yang digunakan pada rangkaian ini adalah sensor ACS712 30A yang memiliki kemampuan pembacaan arus hingga 30A. Pemilihan sensor ini karena memiliki spesifikasi yang cocok untuk digunakan di dalam suatu rangkaian solar panel yang telah terpasang di SMP Kristen Petra 2 Surabaya. Sensor arus ACS712 ini bekerja dengan menggunakan prinsip gaya *Lorentz*. Sensor ini memiliki output error sebesar 1.5% (Siregar, Wardana, & Jardun, 2020). Dibawah ini merupakan bagian dari sensor arus ACS712 seperti gambar di bawah ini:



- Pin 1 : Ip+ masukan arus
- Pin 2 : Ip+ masukan arus
- Pin 3 : Ip+ Keluaran arus
- Pin 4 : Ip+ Keluaran arus
- Pin 5 : Ground
- Pin 6 : kapasitor eksternal
- Pin 7 : keluaran tegangan analog
- Pin 8 : power supply

Gambar 3 Rangkaian sensor arus

Sensor ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat membaca arus di bawah 1A, jika arus yang keluar dibawah 1A maka arus ini tidak dapat mendeteksi. Sensor yang digunakan ini memiliki selisih pembacaan 0.5A-0.6A. Agar arus yang dibaca dapat mendekati dengan pembacaan real maka akan diberikan penambahan *offset* sebagai berikut:

```
void loop() {
  nilaiadc = analogRead(panelsurya);
  tegangan = (nilaiadc / 4096.0) * 3025;
  nilaiarus = ((tegangan - teganganoffset) / sensitivitas)+0.55;
  nilaiadc = analogRead(invertes);
  tegangan = (nilaiadc / 4096.0) * 3025;
  nilaiarus = ((tegangan - teganganoffset) / sensitivitas)+0.6;
```

Gambar 4 Offset sensor arus

**I2C LCD**

I2C LCD merupakan modul yang digunakan untuk mengendalikan LCD sekaligus mengurangi penggunaan pin yang semula 6 atau 8 pin untuk mengendalikan sebuah modul

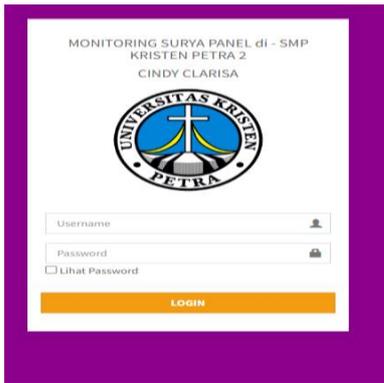
LCD menjadi 4 pin. Modul ini memerlukan pin yang jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan LCD jika harus disambungkan langsung dengan mikrokontroler. Modul ini dapat mengontrol LCD karakter 16x2 dengan menggunakan 2 pin yaitu Analog input pin 4 (SDA) dan analog input pin 5(SCL).

### LCD 16x2

LCD 16x2 adalah pilihan yang tepat karena dapat menampilkan hasil dari sensor arus inverter dan sensor tegangan. Pemilihan penampilan sensor arus inverter dan sensor tegangan dikarenakan pembacaan arus pada Solar Panel dapat dilihat pada SCC, tetapi tampilan pada SCC tersebut tidak dapat dilihat secara online maka dari itu dilakukan pemilihan bahwa sensor arus solar panel tidak ditampilkan pada LCD.

### Login.php

Sebelum masuk ke dalam web, pengguna diwajibkan untuk mengisi username dan juga password yang telah terdaftar. Tujuan dari penggunaan username dan password adalah agar data yang telah tersimpan aman dan tidak disalah gunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Dibawah ini adalah tampilan dari login untuk web dan juga program untuk tampilan login



Gambar 5 Tampilan login

### Index.php

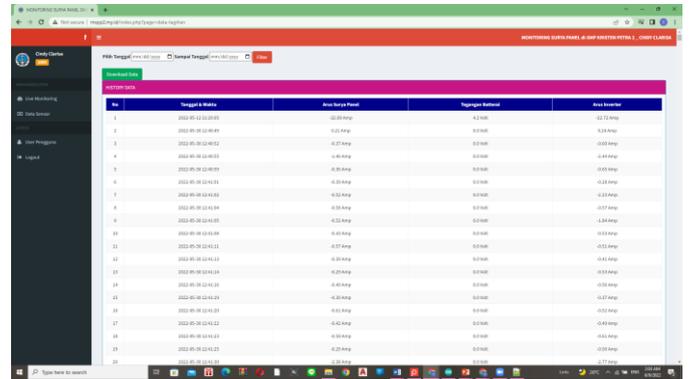
index.php merupakan tampilan setelah masuk kedalam web. Untuk tampilan awal di dalam program ini akan ditampilkan langsung monitoring yang sedang berjalan (Jika alat tidak melakukan monitoring maka akan ditampilkan data terakhir yang tersimpan). Gambar 2.6 adalah tampilan awal ketika pengguna masuk ke dalam web.



Gambar 6 Tampilan awal web

### Menu Data Sensor

Di dalam Menu data sensor terdapat menu Download Data, pilih tanggal, sampai tanggal dan History data seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 7 Menu data sensor

### Download Data

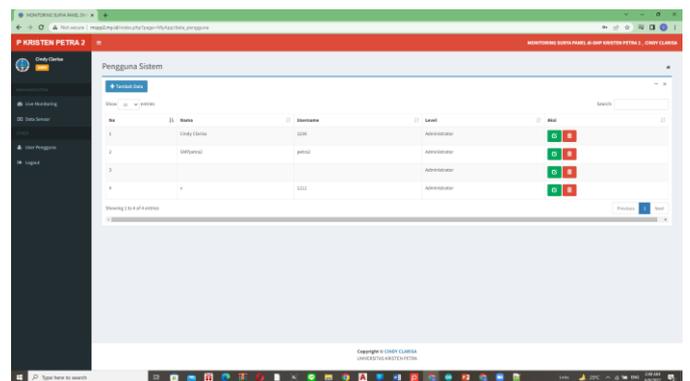
Di dalam menu download data para pengguna disajikan dengan tampilan seperti pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Tampilan dalam menu download data

Di bawah ini merupakan program yang digunakan untuk menampilkan menu yang dihasilkan setelah menu download.

### User Pengguna



Gambar 9 Tampilan menu data pengguna

Di dalam data pengguna ini, pengguna bisa menambahkan menghapus maupun mengedit dari data yang telah tersimpan.

### Logout

Ketika pengguna tidak lagi menggunakan web ini maka pengguna dapat logout dengan menekan icon logout maka pengguna akan secara otomatis keluar dari web. Di bawah ini merupakan program yang digunakan untuk logout.

```

<?php
session_start();
session_destroy();
echo "<script>location='login.php'</script>";
?>
<!-- -->
    
```

Gambar 10 Program logout

**Buzzer**

Terdapat buzzer pada sistem monitoring ini, buzzer ini digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada baterai yang digunakan, buzzer ini dapat memberikan peringatan berupa suara. Buzzer ini sangat cocok digunakan karena mudah untuk terkoneksi dengan ESP32. Dibawah ini adalah program yang digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan buzzer.

```

if (hasil <= 11) {
    digitalWrite (buzzer, HIGH);
}
if (hasil >= 11) {
    digitalWrite (buzzer, LOW);
}
    
```

Gambar 11 Program Buzzer

**III. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA**

Pengujian pada alat yang digunakan dilakukan dengan cara mengambil beberapa data percobaan. Pengambilan data ini digunakan untuk mengetahui seberapa efektifnya sensor yang digunakan

**Pengujian Sensor Tegangan di dalam LAB**

Tabel 1 Pengujian sensor tegangan didalam lab

No	Sumber tegangan (V)	LCD (V)	Web (V)
1	0	0	0
2	0.1	0	0
3	0.2	0	0
4	0.3	0	0
5	0.4	0	0
6	0.5	0	0
7	0.6	0	0
8	0.7	0	0
9	0.75	0.03	0
10	0.8	0.07	0.1
11	0.85	0.12	0.1
12	0.9	0.18	0.2
13	1	0.27	0.3
14	2	1.26	1.3
15	3	2.27	2.3
16	4	3.27	3.3
17	5	4.28	4.3
18	6	5.27	5.3
19	7	6.28	6.3
20	8	7.28	7.3

Pengujian yang telah dilakukan dengan melakukan pengambilan perbandingan data untuk menguji keakuratan dari pembacaan sensor yang digunakan. Perbandingan yang digunakan alah perbandingan pembacaan keluaran sumber tegangan dengan menggunakan Multimeter dengan tampilan LCD, dan pembacaan melalui web. Dari hasil pengujian berikut adalah data yang didapatkan

Dari tabel 1 diketahui bahwa sensor tegangan akan merespon jika diberi tegangan diatas 0.75V, jika tegangan dibawah 0.75V maka sensor tidak dapat membaca dan jika tegangan di atas 0.75V sensor dapat membaca dengan selisih pembacaan sekitar 0.74V dari tegangan yang sebenarnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka akan di tambahkan sebuah program guna untuk menyamakan tegangan yang dibaca dengan tegangan yang sesungguhnya.

Dibawah ini adalah hasil yang telah didapat jika telah menambahkan angka 0.75 pada program agar hasil yang didapat lebih akurat ketika sensor membaca tegangan, akan tetapi penambahan program ini juga memiliki kekurangan yaitu ketika sensor membaca tegangan dari nilai 0V - 0.75V maka nilai yang akan ditampilkan 0.75 untuk LCD dan untuk web nilai yang ditampilkan adalah 0.8V (ini dikarenakan di web dilakukan pembulatan).

Tabel 2 Pengujian sensor tegangan dengan offset 0.75 di dalam LAB

No	Sumber Tegangan (V)	LCD (V)	Web (V)
1	0	0.75	0.8
2	0.1	0.75	0.8
3	0.2	0.75	0.8
4	0.3	0.75	0.8
5	0.4	0.75	0.8
6	0.5	0.75	0.8
7	0.6	0.75	0.8
8	0.7	0.75	0.8
9	0.75	0.78	0.8
10	0.8	0.82	0.8
11	0.85	0.87	0.9
12	0.9	0.93	0.9
13	1	1.02	1
14	2	2.01	2
15	3	3.02	3
16	4	4.02	4
17	5	5.03	5
18	6	6.02	6
19	7	7.03	7
20	8	8.03	8

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa pembacaan dan penambahan *offset* 0.75 pada program menghasilkan pembacaan lebih akurat. Di bawah ini adalah hasil pemasangan sensor tegangan pada solar panel di SMP Kristen Petra 2 dengan penambahan *offset*.

### Pengujian Sensor Arus di dalam LAB

Terdapat 2 sensor arus yang akan diuji yaitu sensor Arus untuk peletakan Inverter dan Sensor Arus di Solar Panel. Pengujian untuk Sensor Arus Inverter dan Sensor Arus Solar Panel dengan menggunakan Lampu dan Pompa DC. Tabel dan grafik dibawah ini adalah hasil dari pengujian Sensor Arus Inverter dan Sensor Arus Solar Panel.

Tabel 3 Pengujian sensor arus inverter di dalam LAB

No	Pengujian menggunakan	Multimeter (A)	Sensor Arus Inverter (A) LCD	Sensor Arus Inverter (A) WEB
1	Lampu 12 V	0.74	-	-
2	Lampu 12 V	1.78	1.18	1.16
3	Lampu 12 V	2.16	1.56	1.55
4	Lampu 12 V	3.49	2.89	2.86
5	Pompa DC 12V	6.4	5.8	5.79

Tabel 4 Pengujian sensor arus solar panel di dalam LAB

No	Pengujian menggunakan	Multimeter (A)	Sensor Arus Solar Panel (A) LCD	Sensor Arus Solar Panel (A) WEB
1	Lampu 12 V	0.74	-	-
2	Lampu 12 V	1.78	1.23	1.22
3	Lampu 12 V	2.16	1.61	1.63
4	Lampu 12 V	3.49	2.94	2.91
5	Pompa DC 12V	6.4	5.85	5.86

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa sensor arus dapat melakukan pembacaan jika arus yang terbaca diatas 1A. Sensor arus inverter ini memiliki selisih berkisar 0.6A dan 0.55A untuk Sensor Arus Solar Panel. Agar arus yang dibaca dapat mendekati dengan pembacaan real maka akan ada penambahan pada Program. Pada saat telah dilakukan penambahan program pada solar panel maka dilakukan pengujian ulang dengan beban yang digunakan adalah beban yang sama. Di bawah ini adalah data yang diperoleh ketika telah dilakukan penambahan *Offset* sebagai berikut:

Tabel 5 Pengujian sensor arus inverter dengan *offset* di dalam LAB

No	Pengujian menggunakan	Multimeter (A)	Sensor Arus Solar Panel (A) LCD	Sensor Arus Solar Panel (A) WEB
1	Lampu 12 V	0.74	-	-
2	Lampu 12 V	1.78	1.68	1.69
3	Lampu 12 V	2.16	2.14	2.12
4	Lampu 12 V	3.49	3.46	3.47
5	Pompa DC 12V	6.4	6.32	6.22

Tabel 6 Pengujian sensor arus solar panel dengan *offset* di dalam LAB

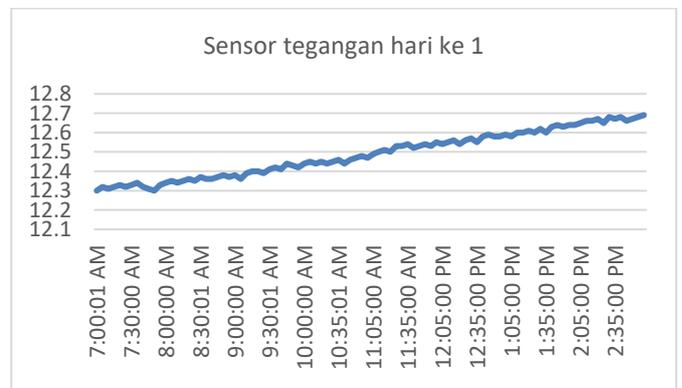
No	Pengujian menggunakan	Multimeter (A)	Sensor Arus Solar Panel (A) LCD	Sensor Arus Solar Panel (A) WEB
1	Lampu 12 V	0.74	-	-
2	Lampu 12 V	1.78	1.77	1.82
3	Lampu 12 V	2.16	2.13	2.07
4	Lampu 12 V	3.49	3.47	3.87
5	Pompa DC 12V	6.4	6.4	6.32

### Hasil pembacaan sensor tegangan di SMP Kristen Petra 2

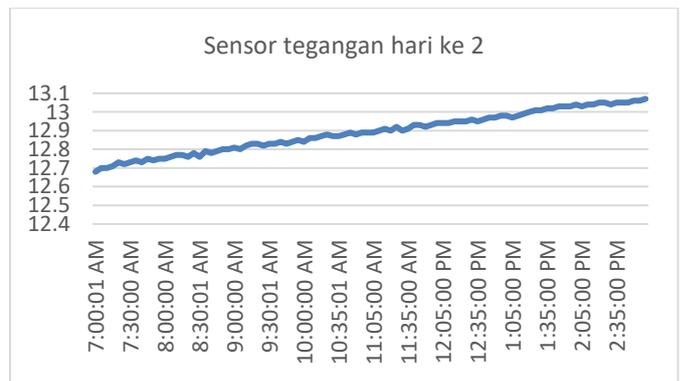


Gambar 12 Pengujian sensor tegangan solar panel di SMP Kristen Petra 2

Pada gambar 12 adalah pengujian sensor tegangan pada baterai yang digunakan dalam rangkaian solar panel. Pada gambar ini diperlihatkan bahwa tegangan yang terbaca pada sensor tegangan telah melakukan pembacaan secara akurat.



Gambar 12 grafik pembacaan sensor tegangan pada baterai hari ke 1



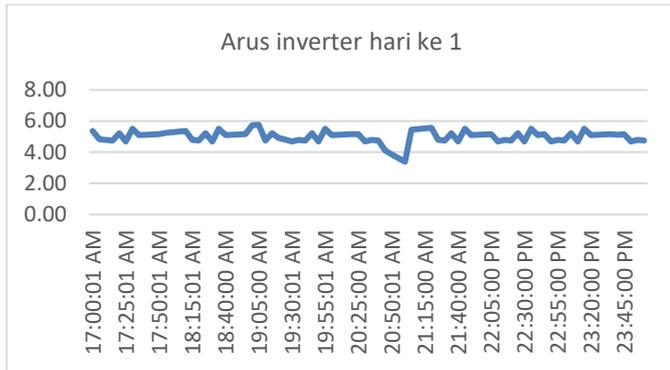
Gambar 13 gambar pembacaan sensor tegangan pada baterai hari ke 2

Dari hasil Gambar 13 dan Gambar 14 pembacaan sensor tegangan cenderung melakukan pengecasan karena data yang

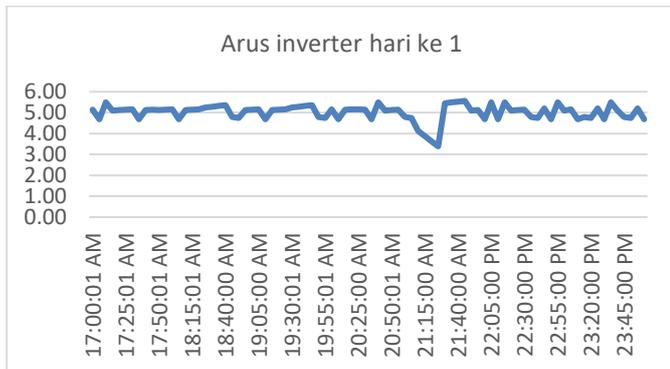
digunakan pada pagi hingga sore hari dimana matahari masih terbit. Hasil pembacaan ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian solar panel ini berfungsi dengan semestinya (melakukan pengisian daya pada baterai yang digunakan).

**Hasil pembacaan sensor Arus di SMP Kristen Petra 2**

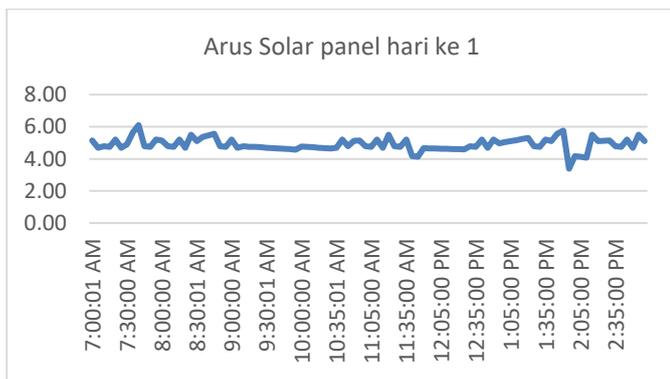
Pada gambar di bawah ini terdapat hasil dari pembacaan dari sensor arus inverter maupun sensor arus yang ada di solar panel yang terletak di SMP Kristen Petra 2 Surabaya.



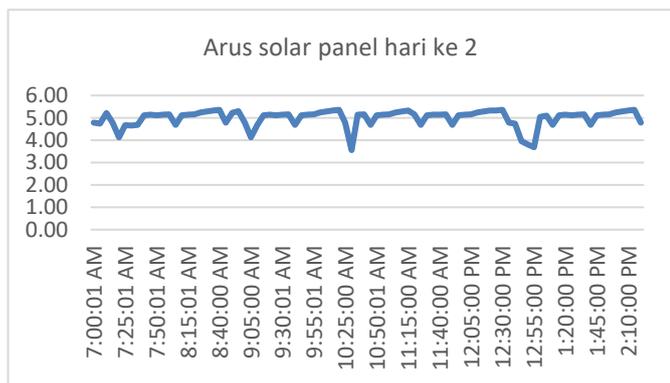
Gambar 14 Grafik sensor arus inverter hari ke 1



Gambar 15 Grafik sensor arus inverter hari ke 2



Gambar 16 Grafik arus solar panel hari ke 1



Gambar 17 Grafik arus solar panel hari ke 2

**IV. KESIMPULAN**

Terdapat beberapa kesimpulan yang dapat ditarik oleh penulis sebagai berikut:

1. Sistem monitoring di SMP Kristen Petra 2 dapat melakukan pembacaan tegangan pada baterai yang digunakan, pembacaan pada arus solar panel, dan juga pembacaan pada arus yang masuk kedalam inverter.
2. Terdapat sebuah buzzer yang difungsikan sebagai alarm apabila baterai yang dipakai memiliki tegangan dibawah 11v. Adanya buzzer ini diharapkan apabila baterai yang dipakai tidak terisi dengan baik bisa karena tidak adanya arus dari solar panel yang mengisi daya baterai yang digunakan.
3. Terdapat sebuah mikrokontroler yaitu ESP32.ESP32 ini dapat melakukan pengiriman data dengan menggunakan modul wifi yang ada.
4. Hasil dari pembacaan sistem monitoring ini memiliki kelemahan yaitu sensor tegangan yang yang digunakan tidak dapat membaca tegangan 0 V-0.73V, sensor ini dapat membaca jika tegangan yang diberikan di atas 0.73V.
5. Sensor arus yang digunakan adalah ACS712 sensor ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat membaca arus di bawah 1A dan memiliki selisih pembacaan 0.5A-0.6A Pembacaan sensor tegangan dan arus memiliki perbedaan pembacaan sehingga pembacaan kurang akurat sehingga diperlukannya penambahan program untuk *Offset* agar pembacaan tegangan dan arus menyamai pembacaan yang sebenarnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Afrizal Fitriandi1, E. K. (2016). Rancangan Bangun Alat Monitoring. *Volume 10, No. 2, Mei 2016*, 87-98.

[2]Anton Prafanto, E. B. (2021). Pendeteksi Kehadiran Menggunakan ESP32 Untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis. *Volume 7, Nomor 1, Maret 2021*, 37-43.

[3]Bahrin. (2017, Desember 3). Sistem Kontrol Penerangan Mengunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan. *Volume 9 Nomor 3 Desember 2017*, 9, 282-289.

[4]Ira Riyana Sari Siregar1, B. D. (2020). Pengukuran Arus Dan Tegangan Berbasis Arduino dan Multimeter. *Vol 9 No 2*, 45-52.

[5]M. Natsir1, D. B. (2019). Implementasi IOT Untuk sistem Kendali AC. *Vol. 6 No. 1 Maret 2019*, 69-72.

[6]Muhammad Rizal Fachri, I. D. (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis. *Vol. 11, No. 4, Agustus 2015*, 123-128.

[7]Purwanto, I. (2020). Solar Cell (Photovoltaic/ PV) Solusi Menuju. *Vol.5.No.2 Juli 2020*, 117-126.

[8]Riki Ruli A. Siregar, N. W. (2017). Sstem Monitoring Kinerja Panel Listrik. *Volume 14, Nomor 2, Februari 2017*, 81-100.

[9] Suyanto, H. (2016). Kajian potensi Energi Surya. *VOL. 8 NO. 2, JUNI - DESEMBER 2016*, 114-118.