

PERANCANGAN *POWER MONITORING SYSTEM* PADA PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER UTAMA PADA *SMART OPEN PARKING* DALAM ARSITEKTUR IOT

Galih Irvan Setiaji^{*)}, Aghus Sofwan and Sumardi

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: galihirvans@student.undip.ac.id

Abstrak

Panel surya sebagai salah satu alternatif pembangkit listrik yang ramah lingkungan dengan sumber energi berupa sinar matahari. Penggunaan yang praktis dan memiliki mobilitas untuk menjangkau daerah yang tidak tercakup dalam jangkauan listrik PLN menjadikan panel surya banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat. Hal ini yang menjadi pertimbangan utama yang digunakan dalam sistem smart open parking. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem charging dan monitoring daya yang dapat dilakukan secara realtime dan online. Sistem ini dilengkapi dengan sensor tegangan mengetahui tegangan, sensor arus ACS712 dan sensor DHT22 yang telah dikalibrasi dan terhubung dengan converter sebagai media konversi daya untuk mengisi baterai. Sistem ini menggunakan internet yang terintegrasi database dan aplikasi android sebagai media untuk melakukan monitoring daya secara real time dan online sehingga sistem berjalan dengan prinsip IoT. Perancangan alat ini menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai media pengolah dan pengirim data. Berdasarkan hasil penelitian, sistem dapat memantau tegangan, arus, dan daya dari panel surya, tegangan baterai, suhu dan kelembaban sistem dengan tingkat rata-rata error pengukuran tegangan panel 0,12V, arus panel 0,004A, daya panel 0,34W, tegangan baterai 0,73V, suhu sistem 0,2°C dan kelembaban sistem 2,5%. Dengan demikian kondisi sistem yang dipantau sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Kata kunci: Panel Surya, Raspberry Pi 3, Internet of Things (IoT), Sistem Charging dan Monitoring

Abstract

Solar panel is one of the alternatives for environmental friendly electricity with energy sources from the sunlight. Practical use and mobility to reach areas that is not covered by PLN's electricity makes solar panels widely used in people's lives. So this alternative used in the smart open parking. This study aims to design charging and power monitoring system that can run realtime and online. This system is equipped with voltage sensor, current sensor ACS712 and DHT22 sensor that has been calibrated and connected with a converter as a power conversion medium to charge the battery. This system uses internet that integrated into databases and android applications so the system runs on the IoT principle. The design of this tool uses Raspberry Pi 3 as a data processing and data senders. Based on the results of the research, the system can monitor the voltage, current, and power of the solar panel, battery voltage, and system temperature and humidity with an average rate of measurement error of 0.12V panel voltage, 0.004A panel current, 0.34W panel power, 0.73V battery voltage, 0.2°C system temperature and 2.5% system humidity. Thus the condition of the system being monitored is in accordance with the actual conditions.

Keywords: Solar Panel, Raspberry Pi 3, Internet of Things (IoT), Charging and Monitoring System

1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan penting bagi manusia, khususnya energi listrik. Energi listrik adalah bagian yang tidak akan pernah lepas dari kehidupan manusia. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa energi listrik yang saat ini digunakan berasal dari Pembangkit Listrik Negara (PLN). Akan tetapi, energi listrik yang dihasilkan oleh PLN masih bergantung pada energi fosil yang terbatas

jumlahnya dan akan habis. Adapun alternatif lain yang dapat diterapkan untuk mengatasi hal ini yaitu pemanfaatan energi terbarukan. Beberapa energi terbarukan yang dapat diterapkan sebagai pembangkit listrik adalah energi angin, energi panas bumi dan energi matahari [1].

Perkembangan teknologi dalam kurun waktu singkat telah mengalami perkembangan yang pesat. Penggunaan energi

alternatif sebagai pengganti sumber listrik PLN juga berkembang dengan pesat. Panel surya merupakan salah satu energi alternatif berupa pembangkit listrik tenaga surya yang ramah lingkungan dan dapat diimplementasikan dengan mudah [2]. Akan tetapi, panel surya yang saat ini dikembangkan masih perlu ditingkatkan optimalisasinya karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar kinerja panel surya lebih optimal yaitu pengaruh cuaca, suhu, kelembaban, dan posisi sel surya. Panel surya yang tidak bekerja optimal akan mempengaruhi tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk itu, perlu dilakukan pemantauan terhadap tegangan, arus, dan daya agar panel surya dapat bekerja dengan optimal [3].

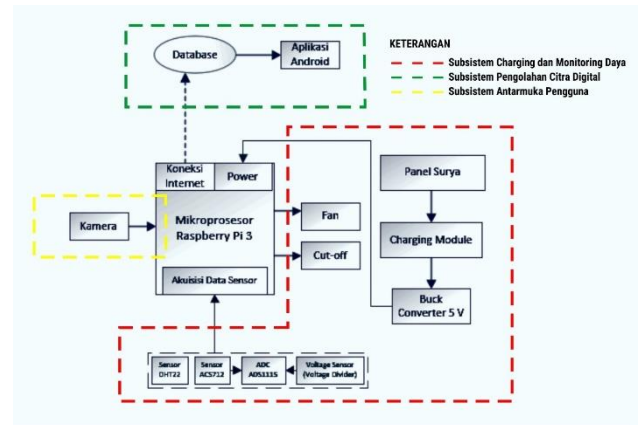
Proses pemantauan yang ada saat ini dilakukan dengan manual sehingga parameter dan data *monitoring* yang diperoleh cukup sulit dan tidak secara *realtime*. Proses pemantauan secara manual cukup sulit karena letak panel surya yang biasanya sulit dijangkau dan pada tempat yang tinggi. Oleh karena itu, agar dapat dilakukan pemantauan secara optimal diperlukan metode pemantauan yang dapat dilakukan dengan mudah, *online*, dan *realtime*. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep dimana komunikasi dapat dilakukan oleh 2 atau lebih perangkat yang terhubung secara *online* dan *realtime* melalui internet [4]. Hal ini dapat diterapkan pada proses pemantauan parameter pada panel surya agar dapat mengoptimalkan pemantauan terhadap panel surya.

Pada penelitian ini merancang *power monitoring system* pada panel surya dari *smart open parking*. *Power monitoring system* merupakan sebuah sistem yang dapat memantau tegangan (panel surya dan baterai), arus (panel surya), daya (panel surya) dan suhu alat secara *realtime* serta *online* untuk mengetahui optimalisasi panel surya yang digunakan sebagai sumber listrik utama dari *smart open parking*. Untuk mengetahui parameter yang akan diukur maka digunakan sensor ACS712 dan sensor tegangan untuk mengukur parameter dari panel surya (tegangan, arus, dan daya), sensor tegangan untuk mengukur tegangan baterai, dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu alat. Kemudian untuk mengolah data digunakan Raspberry Pi 3. Sebagai server serta alat untuk menyimpan data ke dalam bentuk database, lalu data dikirim ke internet agar dapat diakses secara *online* dan *realtime* [5].

2. Metode

Pada penelitian ini dirancang *power monitoring system* yang berfungsi untuk melakukan pengisian dan pemantauan baterai kapasitas 7.2 Ah dengan menggunakan panel surya dengan daya maksimal 20 W. Proses *charging* berjalan sekaligus digunakan untuk menyuplai beban yaitu raspberry pi 3. Proses *monitoring* dilakukan dengan mengakuisisi data tegangan, arus, daya, suhu dan

kelembapan yang kemudian akan dikirim ke dalam *database*. Data tegangan yang diakuisisi menggunakan *filter* jenis *moving average* agar dapat mendapatkan hasil konversi ADC yang stabil. Sistem ini dapat melakukan *monitoring* secara *online* dan *real time* sehingga nilai pengukuran dapat terpantau dengan baik. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

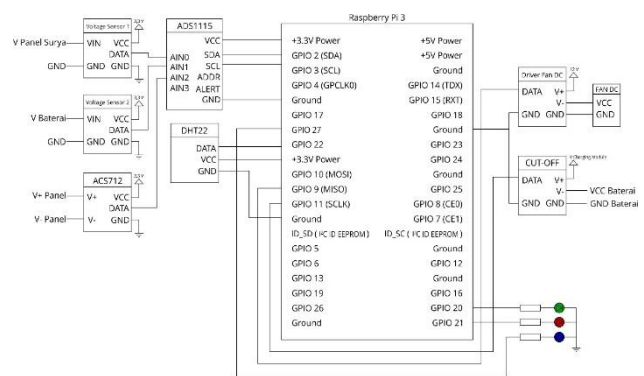


Gambar 1. Diagram blok keseluruhan sistem

Perancangan sistem ini terdiri dari 3 perancangan, yaitu perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan perancangan komunikasi data.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini terdiri atas catu daya dari panel surya, modul charging yang terdiri dari *converter* tegangan, raspberry pi 3 sebagai pengolah data, *fan* DC 12 V, sensor DHT22, sensor ACS712 dan sensor tegangan (*voltage divider*) yang dirangkai seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian perangkat keras sistem

Penjelasan untuk setiap komponen yang digunakan sebagai berikut.

1. Raspberry pi 3 sebagai pusat pengendalian dan pengolah data sensor melalui GPIO Pin dengan

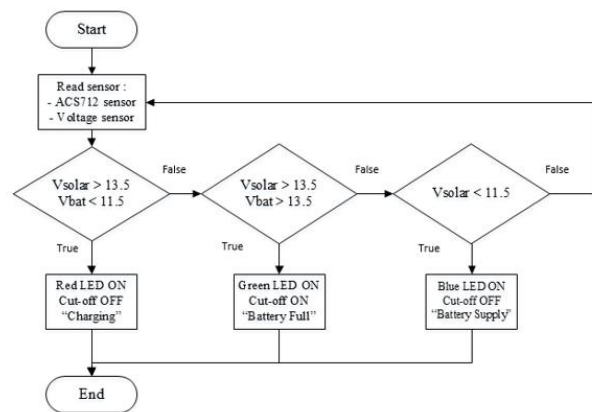
menggunakan bahasa pemrograman python dengan PYTHON IDLE. [3]

2. Panel surya sebagai catu daya utama yang menggunakan energi matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik. [12]
3. Baterai digunakan sebagai alat penyimpan energi listrik.
4. *Buck boost converter* XL6009 digunakan sebagai DC-DC *converter* untuk merubah tegangan dari panel surya menjadi 13,5V sebagai tegangan *charging* baterai. [4]
5. *Buck converter* XL4015 digunakan untuk menurunkan tegangan DC menjadi 12V dan 5V. Tegangan 12V digunakan untuk suplai *Fan* DC dan *relay*. [5]
6. *Fan* DC 12V berfungsi untuk menjaga komponen dalam box panel tetap dalam suhu yang rendah agar menjaga ketahanan alat. *Fan* DC dihubungkan pada GPIO pin 9 sebagai aktuator melalui *relay*. [6]
7. *Cut-off relay* berfungsi untuk memutus tegangan *charging* untuk menghindari *overvoltage* ketika baterai penuh. [7]
8. Sensor DHT-22 berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada sistem untuk mencegah *overheat*. Sensor DHT-22 dihubungkan pada GPIO pin 22. [8]
9. Sensor arus ACS712 berfungsi sebagai pendeteksi arus pada panel surya yang menggunakan komunikasi I²C (SCL & SDA pin). Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor dengan raspberry pi 3 adalah pin A0 pada ADS1115.
10. Sensor tegangan (*voltage divider*) berfungsi sebagai pendeteksi tegangan baterai. Sensor tegangan dihubungkan ke ADC ACS1115 untuk diproses pada raspberry pi 3. [10]
11. ADC ADS1115 digunakan sebagai konverter data sensor dengan *output* analog menjadi data *digital* dengan konversi 16-bit dengan komunikasi I²C (SCL & SDA pin). Pin yang digunakan untuk menghubungkan ADC dengan raspberry pi 3 adalah pin 3,3V, pin GND, pin GPIO 2 (SDA) dan pin GPIO 3 (SCL). [11]

Komponen-komponen diatas masukan ke dalam box panel yang terhubung pada tiang dengan panel surya diletakkan di atas tiang untuk memperoleh energi matahari yang maksimal.

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

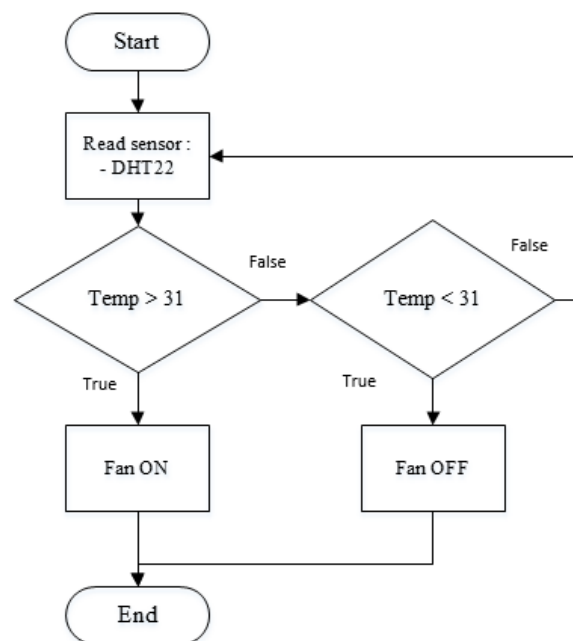
Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini menggunakan software Python IDLE pada raspberry pi 3 dengan menggunakan bahasa pemrograman python. [3]



Gambar 3. Diagram alir perancangan perangkat lunak proses *charging*

Proses perancangan pada proses *charging* dimulai dengan membaca data sensor dari sensor tegangan dan sensor ACS712 pada panel surya dan sensor tegangan pada baterai. Nilai tegangan yang didapat dibandingkan dengan *setpoint* yang telah ditetapkan. Terdapat 3 kondisi pada proses *charging*, yaitu *charging*, *battery full* dan *battery supply*.

Untuk perancangan perangkat lunak proses kontrol suhu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir perancangan perangkat lunak proses kontrol suhu

Proses perancangan pada proses kontrol suhu dimulai dengan membaca data sensor DHT22 pada box panel. Nilai suhu yang didapat kemudian dibandingkan dengan *setpoint* yang telah ditetapkan. Ketika suhu di atas *setpoint* maka

fan akan menyala, sedangkan ketika suhu di bawah *setpoint* maka *fan* akan mati.

2.3. Perancangan Komunikasi Data

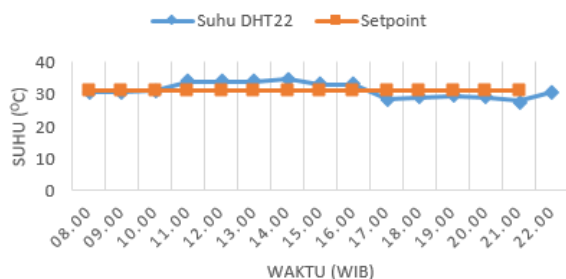
Perancangan komunikasi data pada penelitian ini merupakan proses pengiriman data dari hasil pembacaan sensor pada raspberry pi 3 ke *database*. Bentuk komunikasi data menggunakan internet dan menggunakan protokol PHP sebagai koneksi antara *database* dengan raspberry pi 3. Basis data dibuat dengan menggunakan PHPMyAdmin pada dstp.puskom.undip.ac.id. [13]

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pengujian Suhu dari DHT22

Pengujian dilakukan dengan melihat pada sensor dan dibandingkan dengan termometer digital. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran suhu yaitu *celcius* dan *setpoint* 31°C.

DATA SENSOR SUHU DHT22



Gambar 5. Data pembacaan suhu pada DHT22

Tabel 1. Tabel hasil perbandingan suhu DHT22 dan suhu termometer digital.

Waktu (WIB)	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Pyrometer (°C)	Error (°C)	Fan
08.00	30,7	30,5	0,2	OFF
12.00	34,0	34,1	0,2	ON
15.00	33,0	35,0	0,2	ON
18.00	29,0	28,5	0,2	OFF
21.00	27,9	28,8	0,2	OFF

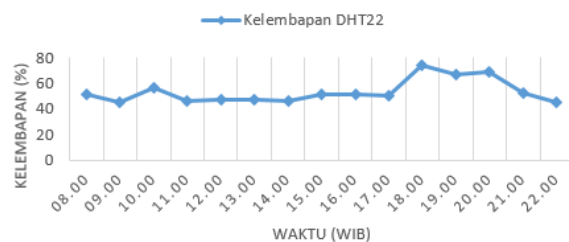
Tabel 1. menunjukkan dari pengambilan data dapat disimpulkan untuk sensor DHT22 memiliki kemampuan pembacaan suhu yang baik dengan hanya memiliki sedikit perbedaan dari pengukuran dengan pyrometer. Data suhu juga dapat disimpulkan untuk suhu alat pada pagi hari mencapai sekitar 30°C, pada siang hari mencapai sekitar 33°C dan sore hingga malam hari cenderung menurun sampai suhu 27°C. Data hasil pengujian *fan* didapatkan *fan ON* pada rentang waktu pukul 12.00 dan 15.00 WIB. Hal

ini sesuai dengan *setpoint* suhu yang ditetapkan yaitu 31°C dimana *fan* akan menyala ketika suhu terbaca melebihi *setpoint*.

3.2. Pengujian Kelembaban dari DHT22

Pengujian dilakukan dengan melihat pada sensor dan dibandingkan dengan hygrometer digital. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran kelembaban yaitu dengan *persentase*.

PENGUJIAN KELEMBAPAN DHT22



Gambar 6. Data pembacaan kelembaban pada DHT22

Tabel 2. Tabel hasil perbandingan kelembaban DHT22 dan kelembaban hygrometer.

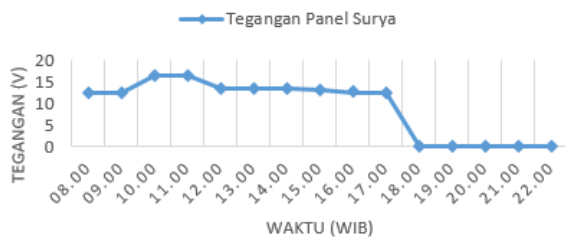
Waktu	Kelembapan DHT22 (%)	Kelembapan Pyrometer (%)	Error Selisih
08.00	50,9	50,0	0,9
12.00	47,2	46,0	1,2
15.00	50,7	49,0	1,7
18.00	73,8	67,0	6,8
21.00	52,7	55,0	2,3

Tabel 2. menunjukkan hasil dari pengambilan data kelembaban dan dapat disimpulkan untuk sensor DHT22 memiliki kemampuan pembacaan suhu yang cukup baik dengan memiliki *error* yang masih valid untuk dijadikan acuan kelembaban. Data kelembaban juga dapat disimpulkan untuk kelembaban alat pada pagi hari cukup tinggi, pada siang hari menurun, sore menaik cukup signifikan karena kondisi lingkungan hujan dan malam hari cenderung menurun.

3.3. Pengujian Tegangan pada Panel Surya

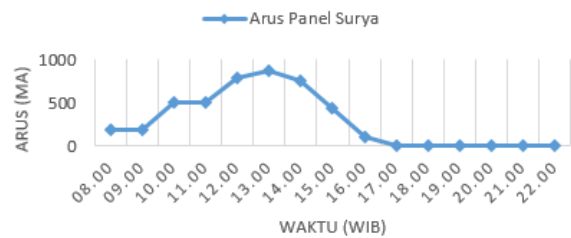
Pengujian dilakukan dengan melihat pada sensor dan dibandingkan dengan multimeter yang dihubungkan dengan rangkaian secara paralel. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran tegangan yaitu *Volt*.

DATA SENSOR TEGANGAN PANEL SURYA



Gambar 7. Data pembacaan tegangan dari panel surya

DATA SENSOR ARUS PANEL SURYA



Gambar 8. Data pembacaan arus dari panel surya

Tabel 3. Tabel hasil perbandingan tegangan panel surya dan multimeter digital

Waktu (WIB)	Tegangan Panel Surya (V)	Tegangan Multimeter (V)	Error (V)
08.00	12,50	12,47	0,3
12.00	13,30	13,31	0,1
15.00	12,96	12,94	0,2
18.00	0,01	0	0,01
21.00	0,008	0	0,008

Tabel 4. Tabel hasil perbandingan arus panel surya dan multimeter digital

Waktu (WIB)	Arus Panel Surya (mA)	Arus Multimeter (mA)	Error (mA)
08.00	183	177	6
12.00	783	792	9
15.00	442	433	9
18.00	0,2	0	0,2
21.00	0,2	0	0,02

Tabel 3. menunjukkan dari pengambilan data dapat disimpulkan untuk sensor tegangan memiliki kemampuan pembacaan tegangan yang baik dengan hanya memiliki sedikit perbedaan dari pengukuran dengan multimeter. Data tegangan juga dapat disimpulkan untuk tegangan pada pagi hari dapat mencapai 12,5V, pada siang hari mencapai puncak pada 13,3V pukul 11.00 WIB dan sore hingga malam hari cenderung menurun sampai tegangan 0V. Nilai puncak didapatkan ketika pukul 10.00 – 12.00 WIB dikarenakan posisi dari panel surya yang dipasang condong ke arah timur sebesar 20° dimana mengarah ke lokasi matahari terbit.

3.4. Pengujian Arus pada Panel Surya

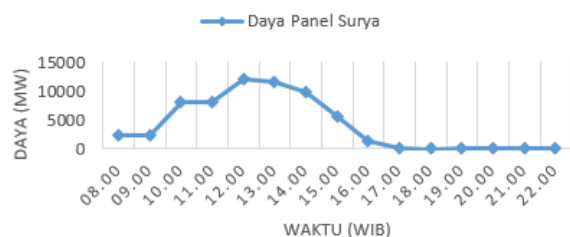
Pengujian dilakukan dengan melihat pada sensor dan dibandingkan dengan multimeter yang dihubungkan dengan rangkaian secara seri. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran arus yaitu *miliampere* (mA).

Dari Tabel 4. dapat diketahui hasil dari pengambilan data dan dapat disimpulkan untuk sensor arus ACS712 memiliki kemampuan pembacaan arus yang baik dengan hanya memiliki sedikit perbedaan dari pengukuran dengan multimeter. Data arus juga dapat disimpulkan untuk tegangan pada pagi hari masih rendah, kemudian pada siang hari terus naik hingga mencapai puncak pada 0,78 A dan sore hingga malam hari menurun drastis sampai arus 0A.

3.5. Pengujian Daya pada Panel Surya

Pengujian dilakukan dengan melihat pada sensor dan dibandingkan perhitungan daya dimana daya merupakan perkalian dari tegangan dan arus. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran daya yaitu *milivatt* (mW).

DATA SENSOR DAYA PANEL SURYA



Gambar 9. Data pembacaan daya panel surya

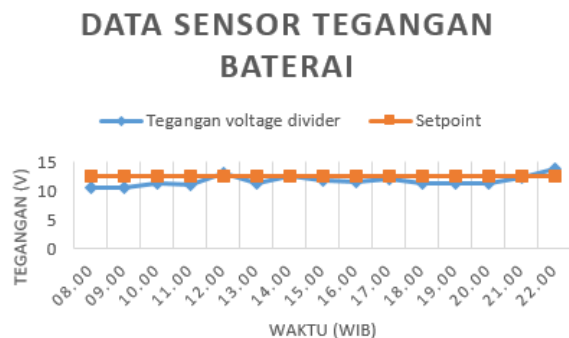
Tabel 5. Tabel hasil perbandingan daya panel surya dan perhitungan.

Waktu (WIB)	Daya Panel Surya (mW)	Daya Perhitungan (mW)	Error (mW)
08.00	2259,15	2287,5	28,35
12.00	12009,8	10413,9	1595,9
15.00	5651,34	5728,32	76,98
18.00	0,29	0,002	0,288
21.00	0	0,0016	0,0016

Tabel 5. menunjukkan dari pengambilan data daya panel surya dapat disimpulkan untuk program pembacaan daya memiliki kemampuan pembacaan daya yang baik dengan hanya memiliki sedikit perbedaan karena pembulatan dari pengukuran dengan perhitungan. Data daya juga dapat disimpulkan untuk tegangan pada pagi hari dapat mencapai masih rendah, kemudian pada siang hari terus naik hingga mencapai puncak pada 12 W dan sore hingga malam hari menurun drastis sampai arus 0W.

3.6. Pengujian Tegangan pada Baterai

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan data dari hasil pembacaan sensor tegangan dengan pengukuran menggunakan multimeter yang dihubungkan dengan rangkaian secara paralel. Data diambil sampel dengan variasi waktu. Pengambilan data menggunakan standar pengukuran tegangan yaitu Volt dengan *setpoint* 12,5V.



Gambar 10. Data pembacaan tegangan pada voltage divider

Tabel 6. Tabel hasil perbandingan tegangan voltage divider dan tegangan multimeter digital.

Waktu (WIB)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Multimeter (V)	Error (V)
08.00	10,48	11,23	0,75
12.00	12,93	12,48	0,45
15.00	11,9	12,51	0,61
18.00	11,24	12,26	1,02
21.00	12,29	11,47	0,82

Dari Tabel 6. dapat dilihat dari pengambilan data tegangan bateraidapat disimpulkan untuk sensor tegangan (*voltage divide*) memiliki kemampuan pembacaan tegangan yang baik. Data tegangan baterai juga dapat disimpulkan untuk tegangan pada pagi hari baterai rendah karena digunakan untuk suplai saat malam hari, pada siang terjadi proses *charging* dan tegangan dapat mencapai puncak pada 12,93V dan malam hari cenderung menurun karena baterai digunakan untuk suplai tanpa *charging*.

3.7. Pengujian komunikasi data dengan database

Pengujian komunikasi data menggunakan modem dilakukan dengan pengujian mengirim data menggunakan program Python IDLE yang terhubung dengan file PHP *database*. Berikut tampilan penerimaan data pada *database*.

Gambar 11. Hasil Pengujian penerimaan data pada server

Terlihat pada pengujian komunikasi data pada pengiriman dari python IDLE menuju *server* pada Gambar 11. menunjukkan hasil yang sesuai dimana data berhasil diterima pada *server*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, *power monitoring system* yang dirancang dapat berjalan dengan baik sesuai mode proses yang dirancang. Mode *charging* berjalan pada siang hari dengan nilai tegangan pada panel surya lebih dari 13.5V dan tegangan pada baterai kurang dari 11.5V. Mode *battery full* (solar cell supply) aktif ketika siang hari dimana baterai penuh dan tegangan panel surya lebih dari 13.5V. Mode *battery supply* aktif ketika sore hari atau malam hari ketika tegangan pada panel surya kurang dari 11.5V. Sistem juga dapat memantau tegangan, arus, dan daya dari panel surya, tegangan baterai, dan suhu dan kelembaban sistem secara *realtime* dan *online* dengan tingkat rata-rata error pengukuran tegangan panel 0,12 V, arus panel 0,004 A, daya panel 0,34 W, tegangan baterai 0,73 V, suhu sistem 0,2°C dan kelembaban sistem 2,5%. Hal ini menunjukkan hasil pembacaan sensor dapat dikatakan valid dimana kondisi sistem yang dipantau sesuai dengan kondisi sebenarnya dengan *error* yang kecil.

Referensi

- [1]. Y. A. Muhammad Taufan F., "Implementasi Internet of Things pada Sistem Tenaga Listrik Berbasis Energi Terbarukan Menggunakan Raspberry Pi," Universitas Hasanuddin, Makassar, 2017.
- [2]. W. B. Dafi Dzulfikara, "Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga," in Prosiding Seminar Nasional Fisika, Jakarta, 2016.
- [3]. Handi Suryawinata, et al., "Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307," Jurnal Teknik Elektro, vol. 9, p. 1, 2017.
- [4]. Pal Sharma, Davinder, et al., "Raspberry Pi based Smart Home for Deployment in the Smart Grid", International Journal of Computer Applications, Volume 119, No.4, pg.0975 – 8887, 2015.
- [5]. P. Bhaskar Rao, et al., "Raspberry Pi Home Automation With Wireless Sensors Using Smart Phone", International Journal Of Computer Science And Mobile Computing, Vol.4 Issue.5, pg. 797-803, May - 2015.
- [4]. XL6009 DC-DC Buck Boost Converter Datasheet
- [5]. XL4015 DC-DC Buck Converter Datasheet
- [6]. D. C. Fan, "DC Fan," pp. 54–57.
- [7]. "2 Channel 5V 10a Relay Module," pp. 2–6.
- [8]. "DHT22 temperature and humidity sensor + extras."
- [9]. ACS712 Current Sensor Datasheet
- [10]. Voltage Divider Modul Datasheet
- [11]. ADS1115 Modul Datasheet
- [12]. Modul Panel Surya 20 Wp Datasheet
- [13]. Imansyah, Muhammad. PHP dan MySQL untuk orang Awam. Palembang:Maxikom.2003.