

Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid

Taufal Hidayat*, Dwiki Firmansyah
Institut Teknologi Padang, Padang
E-mail: taufalhidayat4690@gmail.com

ABSTRACT

Microgrid solar cell is one of renewable energy sources to overcome the electricity supply in the urban areas which is not affordable by the public electricity. An issue in microgrid solar solar cell is the initial installation costs that are still quite high, so it is necessary to ensure that the thiese energy sources has a long service life exceeding the Break event point BEP in order to yield a benefit margin compare than other sources. One solution to overcome this problem is to implement a monitoring system of solar panel based on IoT technology that can monitor solar panel remotely and use the web server as its monitoring device. In this research, a solar panel monitoring system was designed using ESP8266 and sensors that can be used to detect the real condition of solar panel.

Keywords: Solar Cell, PLTS Microgrid, ESPb266, Internet of Things, Smart meter

ABSTRAK

PLTS microgrid merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan untuk mengatasi pasokan listrik di daerah terpencil dan tidak terjangkau jaringan PLN. Salah satu permasalahan PLTS microgrid adalah biaya instalasi awal yang masih cukup tinggi sehingga perlu dipastikan PLTS ini memiliki umur pakai yang panjang melebihi waktu *Break Event Point (BEP)* sehingga penggunaan PLTS dapat menghasilkan keuntungan. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menerapkan sistem monitoring kondisi dan performansi dari PLTS menggunakan teknologi IoT yang dapat memonitoring PLTS secara jarak jauh dan menggunakan web server sebagai perangkat monitoringnya. Pada penelitian ini dirancang suatu perangkat sistem monitoring PLTS dengan menggunakan ESP8266 serta sensor-sensor yang dapat digunakan sebagai mendeteksi kondisi PLTS secara real berupa suhu, intensitas cahaya, kelembapan, arus tegangan dan daya keluaran dari panel PLTS.

Kata Kunci: Solar Cell, PLTS Microgrid, ESPb266, Internet of Things, Smart meter

1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan merupakan salah satu alternative sumber energy yang banyak di kembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi. Konsep energy terbarukan mulai dikenal pada tahun 1970-an sebagai upaya untuk mengimbangi penggunaan nergi berbahan bakar fosil dan nuklir.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu jenis sumber energi terbarukan yang banyak mendapat perhatian beberapa dekade terakhir. Hal ini karena cahaya matahari sebagai sumber energi pada PLTS adalah salah satu sumber energi terbarukan yang jauh lebih murah, ramah lingkungan dan pastinya lebih hemat. Meskipun belum dalam kapasitas yang besar, energi alternatif yang satu ini juga sudah mulai diterapkan di Indonesia, mulai dari lampu emergency, lampu jalan dan masih banyak lagi.

Keunggulan PLTS sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu jawaban untuk membantu pemerintah dalam pemasokan listrik untuk masyarakat setempat. Maka dari itulah masyarakat dapat beralih menggunakan sumber

energi terbarukan yang berasal dari sumber cahaya sebagai penerangan serta pemakaian listrik untuk kebutuhan sehari-hari, karena tidak dapat dipungkiri sumber energi yang sebelumnya berasal dari sisa-sisa fosil akan ada habisnya secara keseluruhan.

Salah satu tantangan dalam pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi terbarukan adalah biaya instalasi yang masih cukup mahal yaitu US\$ 1.000/Kilowatt Peak (kWp) [1] atau jika dikoversi ke rupiah sekitar RP 14 juta per kWp. Ditambah biaya instalasi, maka total biaya diperkirakan mencapai Rp 15 Juta per kWp. Dengan menimbang bahwa biaya yang dikeluarkan untuk PLTS hanya saat instalasi serta perawatan maka untuk dapat memperoleh keuntungan penggunaan PLTS dibanding menggunakan listrik PLN maka harus di pastikan kalau PLTS yang di pasang harus memiliki umur minimal 7 tahun pemakaian [2]. Oleh sebab itu, perlu dilakukan proses monitoring pada performansi dari PLTS secara berkala untuk meminimalisir terjadinya kerusakan.

Selain untuk memonitoring performansi dari PLTS, Pengukuran daya yang dihasilkan secara

berkala merupakan salah satu hal penting untuk dilakukan pada PLTS. Proses pengukuran ini belum banyak dikembangkan terutama pada PLTS dengan sistem microgrid. Ketiadaan proses pengukuran ini menyebabkan penentuan biaya untuk rumah yang dilistriki oleh PLTS microgrid hanya dilakukan dengan sistem perkiraan. Dengan adanya proses pengukuran secara real time dan berkala maka penentuan biaya operasional dapat dilakukan dengan cara yang lebih efektif dan efisien, sehingga penentuan harga jual daya kepada konsumen PLTS Microgrid dapat disesuaikan dengan biaya operasional yang dibutuhkan.

Untuk mencapai kedua tujuan diatas, maka parameter dasar yang mesti dimonitor dalam PLTS yaitu besaran daya yang dihasilkan dan keadaan lingkungan di sekitar PLTS yaitu intensitas cahaya, suhu dan kelembapan udara. Daya yang dihasilkan panel surya tidak stabil, hal ini tergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima oleh panel surya. Besaran listrik hendaknya dapat dijaga dalam kondisi atau batasan standar yang diizinkan. Untuk mengetahuinya, maka perlu ada alat yang dapat memonitor besaran listrik tersebut.

Saat ini monitoring besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, dan faktor daya, dan daya banyak dilakukan dengan cara memasang alat-alat ukur listrik pada panel listrik sebelum masuk ke beban. Salah satu teknologi monitoring yang cocok untuk diterapkan pada proses monitoring PLTS yaitu teknologi Internet of Things, atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata.

Pada dasarnya, IoT mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi fisik dalam struktur berbasis Internet. Istilah Internet of Things awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT Realtime monitoring dimaksudkan untuk pemantauan besaran listrik tiga fasa dalam waktu nyata yang bersifat online dengan teknologi IoT.

Paper ini menjelaskan tentang perancangan smart meter berbasis iot untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga surya MicroGrid yang dapat memberikan hasil monitoring melalui halaman web sehingga dapat diamati secara real time

2. TINJAUAN PUSTAKA

M. Mahbubur Rahman, dkk [3] mengajukan penelitian untuk proses monitoring PLTS menggunakan mikrokontroler arduino, pemilihan

arduino disini dipilih karena biaya yang relative murah dengan kemampuan yang sudah cukup memadai untuk mendukung proses monitoring. Mikrokontroler arduino juga dipakai oleh M. Mahendra [4] sebagai pendeteksi gangguan koneksi yang terjadi pada PLTS. Pada penelitian ini terdapat tiga parameter yang dijadikan untuk mengidentifikasi gangguan yaitu tegangan pada panel (V_p), temperature panel (T_p) dan Resistansi panel (R_p).

Alternative lain yang dapat digunakan untuk untuk memonitoring PLTS yaitu menggunakan LabView, seperti yang dilakukan oleh S. Blaifi [5]. Pemilihan Labview disini dilakukan karena ketahanan dan biaya rendah serta dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kegagalan yang terjadi pada proses penyimpanan.

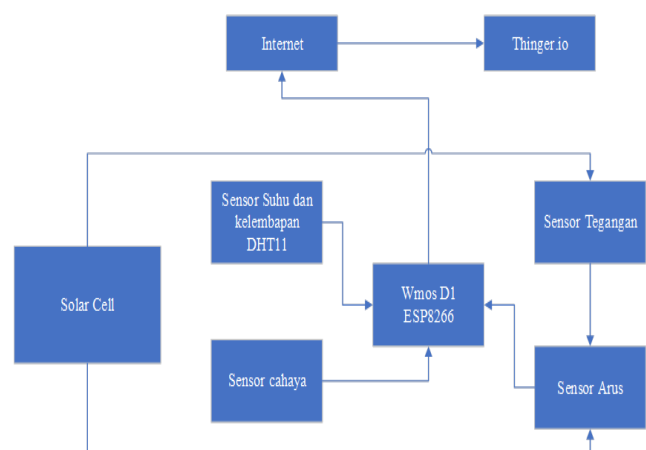
Pendekatan terbaru dari proses monitoring PLTS yaitu dengan menggunakan aplikasi Internet of Things, seperti yang dilakukan oleh Pruthi M. Badave, dkk [6]. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler CC3200 dengan ARM cortex-M4. Sebagai modul komunikasi digunakan On-Board Wifi yang dapat mengirimkan data tiap 30s.

3. PERANCANGAN SISTEM

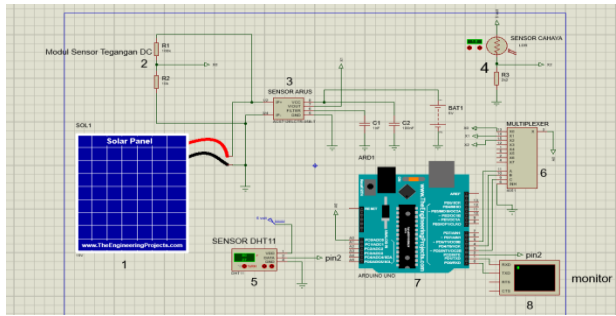
3.1 Perancangan Perangkat Keras

Skema sistem monitoring yang dibangun ditunjukkan pada gambar 1. Pada skema sistem monitoring yang dirancang digunakan 4 jenis sensor, 2 sensor untuk memonitor input panel surya yaitu DHT11 dan LDR serta 2 sensor untuk memonitor output dari panel yaitu sensor arus ACS712 dan sensor tegangan tegangan DC. Keluaran dari keempat sensor masuk ke Wemos D1 ESP8266 yang nantinya akan mengolah sinyal dan mengirimkannya melalui jaringan internet ke aplikasi thinger.io.

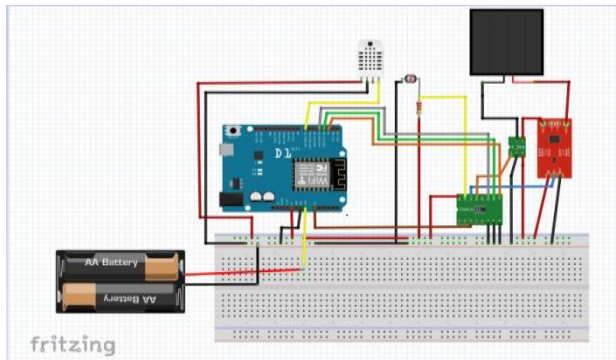
Rangkaian dari skema sistem monitoring ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 1 Skema perancangan sistem monitoring



Gambar 2 Rangkaian sistem monitoring menggunakan proteus



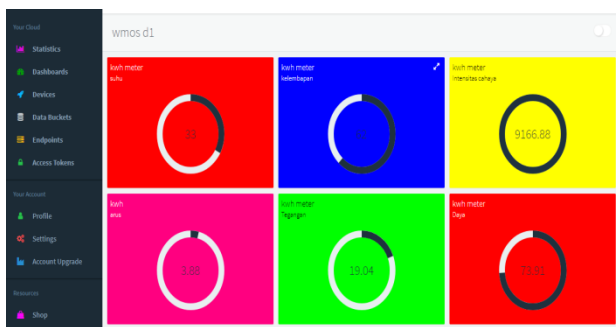
Gambar 3 Rangkaian sistem monitoring dengan fritzing

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

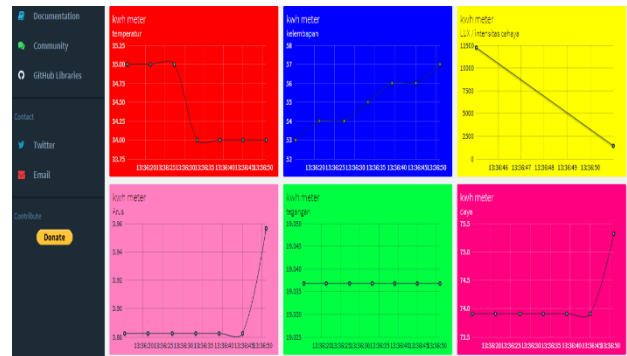
Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua proses yaitu pembuatan desain monitoring menggunakan thinger.io dan perencanaan program pada board Wmos ESP8266

Pada proses pembuatan desain monitoring digunakan server thinger.io. perancangan hasil monitoring ini harus sesuai dengan kebutuhan yang akan ditampilkan melalui sensor dan menggunakan koneksi internet. Dengan menggunakan tool atau library yang ada pada thinger.io ini saya dapat dengan mudah untuk membuat desain tampilan monitoring pada suatu sensor yang terpakai.

Untuk tampilan hasil desain monitoring menggunakan thinger.io dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Tampilan hasil monitoring dalam bentuk nilai



Gambar 5 Tampilan hasil monitoring dalam bentuk grafik

4. PENGUJIAN RANGKAIAN

4.1 Pengujian sensor

Pengujian sensor tegangan DC dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor tegangan DC tersebut. Pengujian sensor tegangan DC hampir sama dengan pengujian sensor tegangan AC, hanya saja menggunakan tegangan sumber DC karena sensor yang diuji merupakan sensor DC. Langkah - langkahnya, Pertama hubungan keluaran tegangan 0-25 VDC pada catu daya ke input sensor tegangan DC pada alat monitoring. Kedua, Secara bersamaan lakukan pembacaan hasil pengukuran dengan multimeter maupun dengan sensor sesuai dengan tabel pengujian. Setelah melakukan pencatatan selesai bandingkan antara pembacaan sensor dan multimeter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan DC

No	Pembacaan sensor tegangan (V)	Pembacaan multimeter (V)	Selisih (V)	Persentase selisih (%)
1	0	0	0	0
2	12.1	12.2	0.1	0.8
3	12	12.2	0.2	1.63
4	12	12.3	0.3	2.43
5	12	12.2	0.2	1.63
6	12	12.2	0.2	1.63
7	11.9	12	0.1	0.83
8	11.9	12	0.1	0.83
9	19	19.2	0.2	1.04
10	19	19.2	0.2	1.04

Pengujian sensor tegangan DC menggunakan alat ukur pembanding yaitu multimeter digital. Sensor tegangan DC pada aplikasi nyata nantinya digunakan sebagai pembaca tegangan pada pengisian baterai. Cara kerja sensor ini yaitu pin ADC.0 Wmos ESP8266 dikonversikan, dikirimkan, disimpan, dan ditampilkan pada halaman website Thingy.io. Berdasarkan pengujian yang dilakukan sesuai dengan Tabel 3.8 pengujiannya menggunakan sumber 0 –19 VDC. Sensor ini

memiliki tingkat presentase selisih paling besar yaitu 2,3% pada tegangan pembacaan multimeter.

2. Pengujian Sensor Arus DC

Pengujian sensor arus digunakan untuk mengetahui kinerja dari sensor arus tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan arus/hasil pembacaan alat ukur dengan hasil pembacaan ACS712. Tahap pengujian yaitu hubungkan sensor dengan tegangan kerja VDC lalu memberi beban DC untuk pengukuran arus DC. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Arus DC

No	Pembacaan sensor arus (A)	Besar Beban (Watt)	Tegangan Beban (V)	Perhitungan Arus (A)	Persentase selisih (%)
1	0	-	-	-	0
2	0	-	-	0	0
3	0.33	5	12	0.416	6.25
4	0.36	5	12	0.416	6.25
5	0.39	5	12	0.416	6.25
6	0.37	5	12	0.416	6.25
7	0.39	5	12	0.416	6.25

Pengujian sensor arus DC hasilnya dapat dilihat pada Tabel 18, pengujian menggunakan beban resistor dan tegangan DC sesuai dengan tabel pengujian. Pada saat pengujian memiliki nilai selisih paling besar yaitu 0,05A pada saat beban 9 Ohm dan tegangan 9 Vdc sesuai dengan hukum ohm maka nilai arus sesuai perhitungan adalah 0,1A, sedangkan pada pembacaan sensor 1,05A.

3. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu digunakan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut. pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai dari sensor suhu dengan alat ukur thermometer. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Suhu

No	Pembacaan Sensor DHT11 (C)	Pembacaan Termostat (C)	Persentase Selisih (%)
1	0	0	0
2	65	65	0
3	80	80	0
4	65	65	0
5	67	67	0
6	80	80	0
7	90	90	0
8	60	60	0

4. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

Pengujian sensor intensitas cahaya ini memiliki tujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor LDR.

Pengujian ini dilakukan dengan cara pembandingan luxmeter dengan sensor LDR pada tingkatan cahaya yang berbeda. Hasil pada pengujian sensor LDR dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Sensor LDR

No	Pembacaan sensor LDR (Lux)	Pembacaan Lux meter (Lux)	Selisih (Lux)	Persentase selisih (%)
1	133,33	144	11,33	7,4
2	213,33	213,33	0	0
3	330	345,65	15,65	4,52
4	25	27	2	7,4
5	20	25,43	5,43	21,35
6	15	15	0	0
7	10	10	0	0
8	330	330	0	0

Pengujian sensor LDR dilakukan dengan pembandingan dengan alat ukur luxmeter. Pembandingan dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan meletakkan sensor pada jarak tertentu. Hasil Pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 19, didapat selisih paling besar yaitu 25 lux pada saat sumber cahaya pada jarak 20 cm pembacaan alat ukur 1453 lux sedangkan sensor membaca 1478 lux. Sensor intensitas cahaya memiliki keterbatasan sampai batas maksimal 65535 lux, sehingga apabila pembacaan di atas 65535 lux output dari sensor tidak stabil.

4.2 Pengujian Sistem Keseluruhan

Wujud fisik hasil realisasi alat monitoring PLTS berbasis internet of things dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



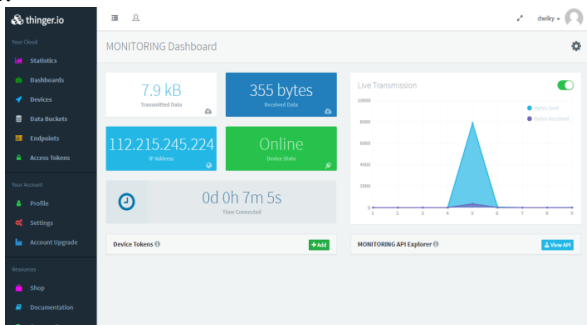
Gambar 6 Tampak luar perancangan



Gambar 7 Tampak dalam perancangan sistem monitoring

Sesuai dengan perencanaan mikrokontroler yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah Wmos ESP8266 untuk mengolah sensor dan pengirim data. Sensor yang digunakan ada 4 jenis sensor, yaitu : (1) sensor tegangan DC; (2) sensor arus AC/DC menggunakan modul ACS712 memiliki kemampuan maksimal membaca arus 20A; (3) sensor intensitas cahaya menggunakan LDR dengan kemampuan maksimal dapat membaca 37139.535 lux; (4) sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan. Tampilan website dapat dilihat pada Gambar 8, alamat website yaitu Thinger.io. Data monitoring yang ditampilkan berupa GUI.

Pengambilan data untuk pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan server web Thinger.io yang sudah mempunyai fitur GUI. Keadaan photovoltaic dapat dilihat dari data dan GUI pada tampilan perangkat lunak. Secara garis besar prinsip kerja dari bagian sistem penerima yaitu, mengambil dan mengolah data yang dikirim dari bagian sistem pengirim secara serial. Tetapi sebelum photovoltaic terkoneksi dengan server web Thinger.io pastikan terlebih dahulu untuk mengaktifkan koneksi internet yang terhubung melalui perangkat smart meter. Indikator smart meter dalam keadaan online digambar pada gambar 8.



Gambar 8. Perangkat smart meter dalam keadaan online

5. ANALISA

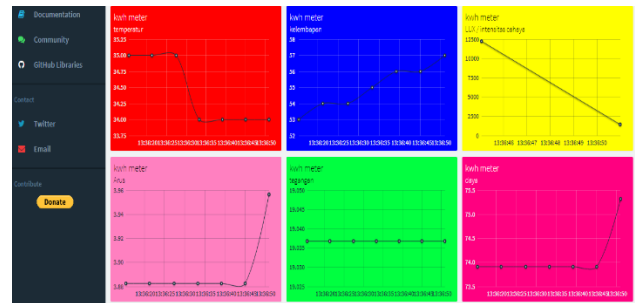
Pengambilan data PLTS dilakukan pada dua keadaan yaitu pada cuaca cerah dan cuaca mendung.

5.1 Data PLTS cuaca cerah

Hasil pengambilan data yang diterima secara serial pada server web Thinger.io photovoltaic dalam keadaan cuaca cerah. Adapun hasil data tersebut dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10. Dari plot grafik pada Gambar 10 diperoleh nilai tegangan maksimum sebesar 19,04 Volt sedangkan untuk nilai arus maksimumnya dihasilkan sebesar 3,88 Amper dengan memakai beban. Hasil pengujian sistem yang terecord pada database dengan Data Buckets:



Gambar 9 Data GUI PLTS saat cuaca cerah



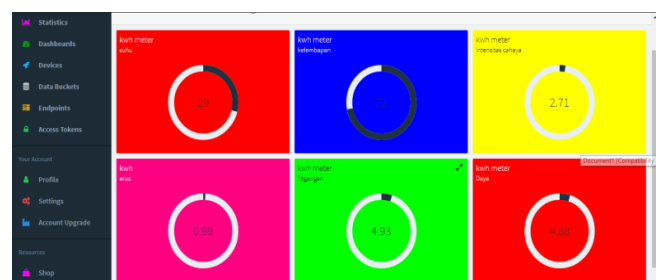
Gambar 10 Data grafik PLTS saat cuaca cerah

Tabel 5 Data PLTS saat cuaca cerah

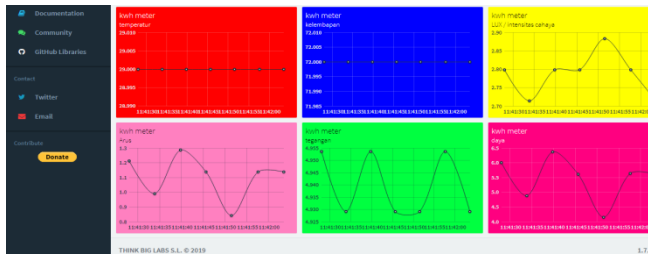
ts	LUX	arus	suhu	daya	humidity	v
2019-07-16T13:15:26.549	434.326	3.808	31	72.501	72	19.037
2019-07-16T13:16:37.478	1065.87	3.734	32	71.091	68	19.037
2019-07-16T13:29:12.835	null	3.883	33	73.911	63	19.037
2019-07-16T13:31:20.101	null	3.883	33	73.911	61	19.037
2019-07-16T13:32:30.891	7923.35	3.808	33	72.501	62	19.037
2019-07-16T13:34:35.354	null	3.957	34	75.321	58	19.037
2019-07-16T13:35:57.812	421.168	3.808	35	72.501	53	19.037
2019-07-16T13:39:45.370	null	3.883	34	73.911	58	19.037
2019-07-16T13:40:56.011	37139.9	3.883	32	73.911	62	19.037
2019-07-16T13:42:06.904	null	3.883	32	73.911	64	19.037

5.2 Data PLTS saat cuaca mendung

Hasil pengambilan data yang diterima secara serial pada software monitoring Thinger.io dalam keadaan cuaca mendung ditunjukkan pada gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 11. Data parameter PLTS saat cuaca mendung



Gambar 12. Grafik parameter PLTS cuaca mendung

Tabel 6 Data PLTS saat cuaca mendung

ts	LUX	arus	suhu	daya	humidity	tegangan
2019-07-21T13:35:03.812	0.87074	0.990135	30	-	79	-0.93885
2019-07-21T13:36:05.452	0.87074	1.13824	30	1.06864	76	-0.93885
2019-07-21T13:37:15.932	1.0092	1.13824	31	1.01298	95	-0.88995
2019-07-21T13:38:16.786	0.87074	1.13824	31	1.06864	84	-0.93885
2019-07-21T13:39:16.428	0.87074	0.619865	31	8.35991	79	13.4867
2019-07-21T13:40:15.493	1.74664	0.619865	31	8.3296	78	13.4377
2019-07-22T10:39:35.835	2.63064	0.990135	29	4.90473	74	4.9536
2019-07-22T10:40:46.532	2.88337	0.990135	29	4.90473	72	4.9536
2019-07-22T10:41:57.651	2.7986	1.13824	29	5.63841	72	4.9536
2019-07-22T10:43:29.639	1.22293	1.2123	29	7.03667	72	-5.8044

6. KESIMPULAN

Pada pengujian sistem yang dibuat untuk monitoring photovoltaic ini memberikan kemudahan dalam pengambilan data maupun pengolahannya dari hasil pengukuran seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya output yang dihasilkan dari modul photovoltaic dengan harapan mendapatkan ketelitian dalam pengukuran photovoltaic itu sendiri. Dengan adanya server Thingier.io untuk IoT maka dapat memonitoring photovoltaic secara kejauhan melalui koneksi internet. Dari data yang diperoleh pada saat cuaca cerah berdasarkan hasil percobaan dapat diketahui bahwa sensor tegangan DC mendeteksi output photovoltaic maksimal sebesar 19,04 Volt DC, intensitas cahaya maksimal sebesar 9066.68, sensor suhu maksimal sebesar 33 celcius, kelembapan sebesar 62, daya yang

dihasilkan sebesar 73,91 VA, Dan sensor arus ACS712 sebesar 3,88 Amper. Hal ini dikarenakan pada skala tersebut merupakan arus maksimum dan tegangan maksimum yang dihasilkan dari modul photovoltaic.

Sedangkan data yang diperoleh pada saat cuaca mendung berdasarkan hasil percobaan dapat diketahui bahwa sensor tegangan DC mendeteksi output photovoltaic maksimal sebesar 13.4867 Volt DC, intensitas cahaya maksimal sebesar 2.63, sensor suhu maksimal sebesar 31 celcius, kelembapan sebesar 95, daya yang dihasilkan sebesar 8.35 VA, Dan sensor arus ACS712 sebesar 1.138 Amper

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. G. M, *Solar Energy*. World Scientific Publishing Company, 2016.
- [2] d. Rina Irawati, "Micro-Grid Plts Untuk Menjaga Kualitas Daya Di Industri," *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, vol. 10 No. 1, pp. 9 - 20, 2011.
- [3] Mahbubur. M. rahman, J. Selvaraj, N.A. Rahim, M. Hasanuzzaman, "Giba modern monitoring system for PV based power generation"" ,*Renewable and Suitainable Energy review*, Elsevier., 2017.
- [4] M. Mahendran, V. Ananddharaj, K. Vijayavel, and D. Prince Winston, "Permanen Mismatch faultch identification of photovoltaic cell using arduino," *ICTACT Journal on Microelectronic*, 2015,.
- [5] S. Baifi, S. Moulahon, I.Colak and W. Merraouche, "Monitoring and enhaced dynamic modeling of battery by genetic algoritm using LabVIEW applied in photovoltaic system," Springer, 2017.
- [6] Prutha M. Badave, B. Karthikeyan, S. M. Badave, S.B. Mahajan, P. Sanjeevikumar and Gurjit Singh Gill, "Health Monitoring System of Solar Photovoltaic Panel: An Internet of Things Application," Springer, 2018