

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 15 NOMOR 1

April 2019

**Desain Low-Cost Sistem Monitoring Pengukuran Potensi Tenaga Matahari dan
Tenaga Angin** 40-46

Aries Jehan Tamamy, Zaenal Arifin, dan Amalia

JRE	Vol. 15	No. 1	Hal 1-74	Banda Aceh, April 2019	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	----------	---------------------------	--------------------------------------

Desain Sistem Pemantauan Pengukuran Potensi Tenaga Matahari dan Tenaga Angin

Aries Jehan Tamamy¹, Zaenal Arifin¹, dan Amalia²

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Dian Nuswantoro

²Jurusan Teknik industri, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Imam Bonjol No.207, Pendrikan Kidul, Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah 50131

e-mail: jehantammy@dsn.dinus.ac.id

Abstrak—Penerapan energi baru terbarukan dapat menjadi alternatif dalam penyediaan energi listrik pada daerah yang belum terjangkau jaringan listrik maupun di daerah perkotaan untuk dapat mengurangi konsumsi listrik pada pemakaian rumah tangga. Salah satu kendala dalam penerapannya adalah bagaimana mengukur potensi energi matahari dan energi angin untuk menentukan kelayakan pemasangan sistem pada suatu daerah. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai controller utama yang dihubungkan dengan sensor tegangan, sensor arus ACS712 30A dan sensor intensitas cahaya BH1750 untuk mengukur potensi tenaga sinar matahari serta sensor kecepatan angin untuk mengukur potensi tenaga angin. Perancangan *software* dilaksanakan dengan menggunakan program Arduino IDE yang berhasil membuat sistem yang stabil dengan biaya yang terjangkau yang mampu beroperasi pada semua jenis panel surya dengan maximum tegangan 34,7 V dan arus ± 30 A. Dari hasil pengujian sistem, dihasilkan sebuah sistem dengan tingkat akurasi pembacaan sensor tegangan sebesar 99,2% dan sensor arus sebesar 95,3% dan sensor cahaya sebesar 99,8% serta tingkat presisi yang baik dengan nilai SDR untuk setiap sensornya sebesar 0,034%, 4,58%, dan 0,026%.

Kata kunci: *sistem pemantauan, data logger, tenaga angin, tenaga matahari*

Abstract—Renewable energy implementation could become the alternative for electrical energy supply in remote area with no network for electricity and also could be implemented in urban area to reduce the electricity consumption in daily usage. One of the problems to implement renewable energy is how to measure solar power potential and wind power potential to decide the qualification to apply the system in certain area. This research used Arduino Uno as main Controller that connected to Voltage sensor, Current Sensor ACS712 30A dan light intensity sensor BH1750 to measure solar power potential and also anemometer to measure wind power potential. Software design was done using Arduino IDE program that successfully produced stable Low-Cost system that can operate well with all kind of solar panel with maximum Voltage of 34.7 V and current ± 30 A. The results from system testing shows that the system has accuracy for voltage sensor with value of 99.2%, current sensor with value of 95.3% and light intensity sensor with value of 99.8% and also has good precision with SDR value for every sensors are 0.034%, 4.58% and 0.026%.

Keywords: *monitoring system, data logger, wind power, solar power*

Copyright © 2019 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai potensi pemanfaatan energi terbarukan yang sangat besar, terutama energi matahari dan energi angin yang terdapat hampir di seluruh bagian Indonesia. Pemanfaatan energi tersebut telah menjadi alternatif dalam penyediaan energi listrik pada daerah yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Selain itu pemanfaatan energi terbarukan juga dapat digunakan di daerah kota untuk mengurangi konsumsi listrik pada pemakaian rumah tangga dengan memanfaatkan energi angin menggunakan kincir angin dan memanfaatkan energi matahari menggunakan panel surya [1].

Beberapa faktor yang harus dipersiapkan untuk penerapan energi baru terbarukan di Indonesia adalah data

potensi Energi Baru Terbarukan (EBT), Teknologi, dan Sumber Daya Manusia (SDM) [2]. Salah satu kendala dari faktor-faktor dalam pemanfaatan energi alternatif tersebut adalah bagaimana menentukan potensi energi pada suatu daerah dengan memanfaatkan teknologi. Dikarenakan biaya investasi instalasi PV tidaklah kecil, penerapan sistem tenaga baru terbarukan belum bisa terlaksana di kalangan masyarakat umum.

Oleh karena hal tersebut, sebelum melakukan instalasi PV, diperlukan data potensi energi pada daerah tersebut sehingga instalasi generator kincir angin ataupun PV *system* dapat bekerja dengan efektif. Dengan demikian perlu dikembangkan sebuah sistem pemantauan dan pengukuran potensi energi matahari dan energi angin yang mudah digunakan, terukur dengan baik dan dapat



Gambar 1. Arduino Uno development Board

membantu menentukan kesiapan suatu daerah terhadap energi baru terbarukan.

II. METODE PELAKSANAAN

A. Waktu Objek Penelitian

Waktu pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan. Penelitian dilakukan dengan merancang sebuah sistem pemantauan potensi energi potensi matahari dan potensi energi angin dengan melakukan perancangan di laboratorium Instrumentasi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang, sedangkan pengujian sistem dilaksanakan di daerah Perumahan Nasional Krpyak, kota Semarang, Jawa Tengah.

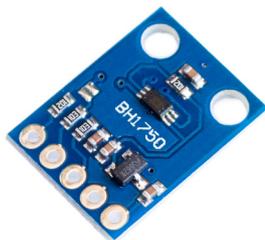
B. Alat dan Bahan Penelitian

Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Microprocessor* Arduino Uno sebagai prosesor utama pada sistem yang digunakan untuk menerima dan mengolah data. Pemakaian Arduino uno R3 seperti Gambar 1 sebagai pengendali hanya digunakan untuk mempermudah penelitian. Untuk pengembangan berikutnya *microprocessor* yang digunakan dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan sistem.

2. Sensor Intensitas Cahaya BH1750 digunakan sebagai sensor pembaca intensitas cahaya matahari dengan satuan Lux (lx) yang mempunyai jangkauan pengukuran dari 0–65535 [3]. Sensor ini merupakan sebuah modul sistem minimum dari IC BH1750 yang mempunyai 5 buah pin untuk suplai dan komunikasi seperti pada Gambar 2.

3. Sensor Arus ACS1750 30A pada Gambar 3 digunakan untuk mengukur arus DC dari PV sistem.



Gambar 2. Sensor Intensitas Cahaya BH1750



Gambar 3. Sensor arus ACS712



Gambar 4. Sensor kecepatan angin

Sensor ini digunakan dengan memperhitungkan nilai arus yang akan diukur diperkirakan kurang dari sama dengan 30A.

4. Sensor Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin dalam satuan m/s. Gambar 4 merupakan anemometer mangkok yang digunakan pada penelitian dengan menggunakan 3 bilah mangkok pada baling-balingnya.

5. Sensor tegangan untuk mengukur teggangan dari PV sistem dengan menggunakan prinsip pembagi tegangan dengan menggunakan dua buah resistor yang disusun secara seri dengan perbandingan kedua resistor dihitung sesuai dengan kebutuhan sistem.

6. *Data Logger Shield* dengan RTC digunakan untuk melakukan pencatatan data berdasarkan waktu dan tanggal pengambilan data. *Data Logger shield* untuk Arduino dapat melakukan pencatatan data secara otomatis, merupakan program *Open Source* dan dapat diaplikasikan dengan biaya yang relatif murah. Selain itu juga dapat disesuaikan untuk penggunaan yang spesifik untuk project dengan biaya rendah [4].

7. *PV system* sebagai objek pengukuran yang mampu mengubah tenaga matahari menjadi tenaga listrik. *PV system* yang dipakai dalam penelitian ini adalah panel surya Shinyoku yang mempunyai spesifikasi seperti tertera pada Tabel 1.

Output solar panel tersebut terhubung dengan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dengan kapasistas 30Ampere.

Gambar 5 menunjukkan MPPT yang dipakai dalam penelitian ini yang merupakan MPPT dengan PWM

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya Shinyoku 50WP

Maximum Power (Pmax)	50 W
Maximum Power Voltage (Vmp)	17,5 V
Maximum Power Current (Imp)	2,86 A
Open Circuit Voltage (Voc)	20,9 V
Short Circuit Current (Isc)	3,18 A



Gambar 5. MPPT 30 Ampere dengan output PWM

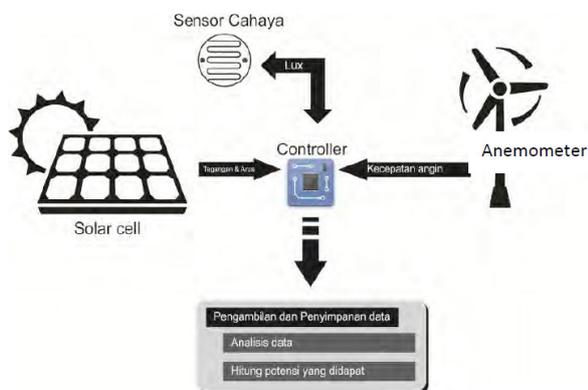
(Power Width Modulation) controller yang memungkinkan untuk mengoptimalkan pengisian baterai [5], [6].

C. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

1. Studi literatur. Pada tahapan pertama penelitian ini, metode analisis perancangan dan pengujian sistem ditentukan berdasarkan referensi yang dapat mendukung penelitian. Tahapan ini juga dilakukan untuk menentukan obyek penelitian dan penentuan lokasi pengujian sistem yang telah dirancang akan dilaksanakan.
2. Perancangan sistem pemantauan dan pengukuran potensi tenaga matahari dan tenaga angin. Desain sistem ini terdiri dari 2 bagian, yaitu desain hardware dan desain software. Desain hardware pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengkabelan untuk menghubungkan PV system, sensor-sensor, microprocessor, LCD dan Power supply seperti pada Gambar 6. Sumber tenaga yang digunakan oleh sistem dapat dihubungkan dengan salah satu dari dua sumber tenaga. Yang pertama dengan menghubungkan dengan baterai 6V–12V ke sistem atau dapat dihubungkan langsung dengan baterai 12V 17AH yang merupakan baterai yang diisi oleh solar panel sehingga sistem tidak memerlukan tambahan sumber daya lagi.

Desain software dilakukan menggunakan program *Arduino IDE (Integrated Development Environment)*.



Gambar 6. Perancangan sistem pemantauan pengukuran potensi energi matahari dan angin

Desain *software* pada sistem lebih diutamakan pada pengambilan data, pemrosesan data menjadi *dataset* dan proses penulisan data ke *SD card* atau *data logger* [7].

3. Proses Pengujian. Proses ini dibagi menjadi 3 tahap pengujian, yaitu uji stabilitas untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan dengan baik, uji Akurasi sistem yang dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diukur sesuai dengan data aslinya atau tidak, dan uji presisi data hasil pengukuran dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh simpangan yang dihasilkan dari hasil pengukuran dengan menggunakan rumus simpangan baku relatif (RSD) dan simpangan baku (SD) seperti pada (1) dan (2).

$$RSD(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \cdot 100\% \tag{1}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{2}$$

4. Analisis dan Penarikan kesimpulan: dari data yang diperoleh pada tahap pengujian akan dianalisis dan diambil kesimpulan untuk menentukan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan.

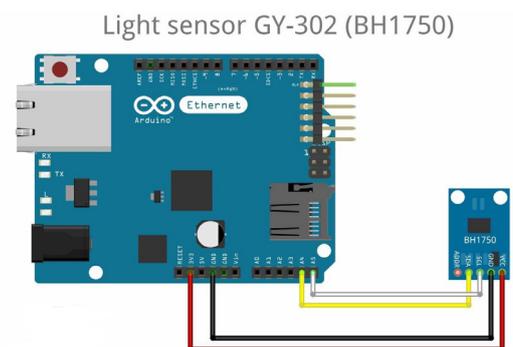
III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Perancangan Hardware

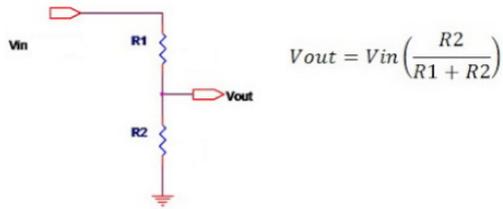
Perancangan sistem pemantauan ini dilakukan dengan menghubungkan sensor cahaya, sensor kecepatan angin, sensor tegangan, sensor arus, data logger, dan peripheral lainnya dengan *microcontroller* Arduino Uno sesuai desain pada Gambar 6 dengan spesifikasi pengkabelan dan pemetaan pin seperti berikut.

1. Sensor cahaya

Sensor cahaya yang dipakai adalah BH1750 yang dihubungkan menggunakan protokol komunikasi I2C dengan alamat 0x23 dan disambungkan dengan pin SDA pada pin A4 dan SCL pada pin A5 Arduino seperti pada Gambar 7. Data yang dikirimkan oleh sensor cahaya kemudian disimpan dalam format integer. Komunikasi I2C juga dilakukan secara paralel terhadap LCD yang digunakan untuk menampilkan data pada sistem. Data



Gambar 7. Pengkabelan sensor cahaya BH1750



Gambar 8. Rancangan sensor tegangan dengan sistem pembagi tegangan yang diambil disesuaikan dengan standar pencahayaan dalam dan luar ruangan [8].

2. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan prinsip pembagi tegangan sehingga mampu membaca data tegangan di atas batas maximum ADC pada Arduino Uno.

Pada Gambar 8, Pin Vout pada Sensor tegangan dihubungkan dengan pin analog A2 untuk membaca tegangan dengan ADC internal Arduino yang beresolusi 0–1024 untuk tegangan 0–5V. hasil dari pengukuran sensor tegangan tersebut kemudian dikalikan dengan ratio perbandingan R1 dan R2 untuk mendapatkan nilai Vin yang sesungguhnya. Untuk ratio R1 dan R2 yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebesar 6,94:1. Dengan maximum pengukuran tegangan sebesar 34,7V.

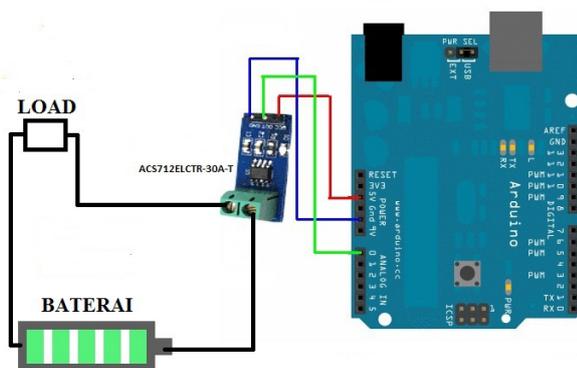
3. Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sensor arus DC dengan tipe ACS712-30A-T dalam bentuk chipset yang mampu mengukur arus DC hingga 30A [9]. data sensor tersebut berupa data analog yang dihubungkan dengan Arduino Uno pada Pin A0 dengan penempatan rangkain seperti Gambar 9.

Pembacaan data dilakukan dengan melakukan sampling sebanyak 150 data dengan interval 2ms yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat.

4. Sensor Kecepatan Angin

Sensor kecepatan angin yang digunakan mempunyai spesifikasi 4 buah kabel dengan pembagian 2 kabel daya



Gambar 9. Pengkabelan sensor arus DC ACS712



Gambar 10. data logger shield XD-204 dengan integrated RTC DS1307

yang dihubungkan dengan tegangan 12V dan 2 kabel data yaitu data dalam bentuk arus dan data dalam bentuk tegangan. Data dari sensor kecepatan angin yang dipakai dalam penelitian ini merupakan data tegangan analog yang dipasang pada pin analog A3 pada Arduino. Berikut ini adalah spesifikasi dari anemometer yang digunakan dalam penelitian

Model	: JL-FS2
Type	: three cups
Output signal range	: 0-5V (Voltage signal)
Supply voltage	: DC12-24V
Power consumption	: Voltage MAX≤0.3W
Start wind speed	: 0,4-0,8m/s
Resolution	: 0,1m/s
Effective range	: 0-30m/s
System error	: ±3%

5. Data Logger Shield dengan RTC

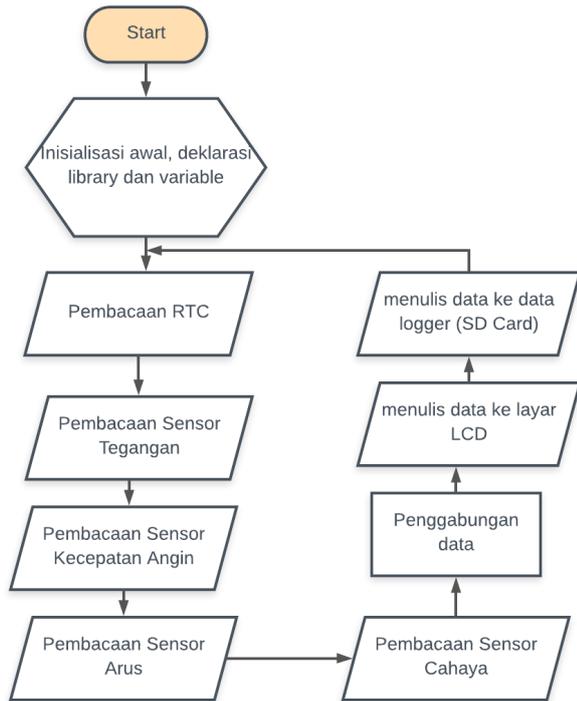
Gambar 10 memperlihatkan *Data logger* yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *data logger shield* dengan tipe XD-204 yang sudah mempunyai RTC (*Real Time Clock*) dengan tipe DS1307 di dalamnya. Data pada RTC diakses menggunakan komunikasi I2C yang dilakukan secara parallel bersama dengan LCD dan sensor intensitas cahaya. Sedangkan komunikasi data dengan SD card dilakukan dengan menggunakan komunikasi serial. Data dari semua sensor yang terpasang pada Arduino kemudian dipantau dan ditulis dalam SD card [10]

RTC pada *shield* tersebut digunakan untuk mencatat waktu pengambilan data yang dilakukan secara periodik. Format pembacaan RTC yang digunakan dalam penelitian ini adalah dd/mm/yyyy untuk tanggal dan hh:mm:ss untuk waktu.

B. Analisis Perancangan Software

Perancangan software dilakukan dengan menggunakan software Arduino IDE dengan desain program seperti *Flowchart* pada Gambar 11.

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 11, program dimulai dengan melakukan inialisasi *variable* dan *library* program terlebih dahulu. Pembacaan RTC (*Real Time Clock*) dilakukan pertama kali setelah inialisasi awal. Setelah itu pembacaan sensor dilakukan secara berurutan mulai dari sensor tegangan, sensor kecepatan angin, sensor arus dan sensor cahaya. Data yang didapat dari pembacaan sensor kemudian disatukan dalam satu buah *variable string* yang selanjutnya ditulis ke dalam SD Card dengan format excel file .CSV [11] dengan interval 1–2 detik untuk setiap



Gambar 11. Flowchart program sistem pemantauan pengukuran potensi tenaga surya dan tenaga angin

kelompok data. Selain itu data hasil pembacaan juga di tampilkan pada layar LCD 2x16 secara langsung.

C. Uji Stabilitas Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan program selama 1 hari dan membandingkan data yang berhasil dibaca dan di tulis dalam SD card. Stabilitas sistem dapat diukur dari kelengkapan data selama satu hari apakah terdapat data yang hilang atau tidak.

Tabel 2 merupakan tabel sampel pengambilan data selama pengujian stabilitas sistem. Data pada kolom pertama merupakan tanggal pengambilan data. Pada kolom kedua merupakan waktu pengambilan data. Pada kolom ketiga merupakan data pembacaan arus dengan menggunakan ACS712. Data pada kolom keempat adalah

Tabel 2. Tabel sampel data pengujian stabilitas sistem

Date	Time	Current	Light	Wind	Volt
11/8/2018	9:06:32	0,67	46265	0,06	19,66
11/8/2018	9:06:34	0,67	46380	0,03	19,66
11/8/2018	9:06:35	0,67	46430	0,03	19,66
11/8/2018	9:06:36	0,66	46469	0,29	19,66
11/8/2018	9:06:37	0,67	46418	0,41	19,63
11/8/2018	9:06:38	0,66	46385	0,29	19,66
11/8/2018	9:06:39	0,67	46401	0,44	19,63
11/8/2018	9:06:40	0,67	46423	0,53	19,7
11/8/2018	9:06:41	0,67	46395	0,62	19,63
11/8/2018	9:06:43	0,67	45848	0,76	19,66
11/8/2018	9:06:44	0,67	46485	0,73	19,66

Tabel 3. Sampel hasil pengujian akurasi sensor tegangan

Nomor Pengujian	Tegangan sistem (V)	Tegangan multimeter (V)	Akurasi
1	5,9	6,0	98,3%
2	9,3	9,4	98,9%
3	11,6	11,6	100%
4	18,3	18,3	100%
5	20,2	20,1	99,5%

data hasil pembacaan intensitas cahaya menggunakan BH1750. Sedangkan data pada kolom kelima dan keenam merupakan data kecepatan angin dan tegangan yang dihasilkan PV sistem.

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa pengambilan data dapat berjalan dengan baik dengan interval pengambilan data berkisar antara 1–2 detik tanpa ada data yang hilang.

D. Uji Akurasi Sistem

Dalam pengujian Akurasi, hasil data tegangan dan arus dari PV system monocrystalline 50W yang diukur sistem ditampilkan pada serial monitor dan LCD kemudian dibandingkan dengan alat ukur yang lain untuk menentukan ketepatan pengukuran alat. Dalam pengujian ini data yang diuji adalah data pada sensor tegangan, sensor arus, dan sensor cahaya.

Untuk pengujian sensor tegangan dan sensor arus pada sistem, data yang ditampilkan di layar LCD dibandingkan dengan data dari pengukuran multimeter digital yang sudah terkalibrasi. Tabel 3 merupakan tabel perbandingan nilai pengukuran sensor pada sistem dengan multimeter. Pengukuran dilakukan masing-masing sebanyak 100 kali untuk sensor tegangan dan sensor arus dengan menggunakan nilai tegangan yang bervariasi untuk setiap pengukurannya.

Dari sampel hasil pengukuran pada Tabel 3 dapat dihitung nilai akurasi dengan cara mengalikan hasil perbandingan pengukuran sistem dengan pengukuran alat pembanding. Sehingga dapat dihitung nilai rata-rata akurasi sensor tegangan hasil pengujian adalah sebesar 99,2%. sedangkan sampel dari data pengukuran arus dapat dilihat di Tabel 4.

Untuk pengujian arus, dapat dihitung akurasi rata-rata dari pengujian sebesar 95,3%.

Pengujian sensor cahaya dilakukan dengan membandingkan nilai pada LCD dengan nilai yang didapat dengan Lux Meter di Laboratorium Fakultas

Tabel 4. Sampel hasil pengujian akurasi sensor arus

Nomor Pengujian	Arus sistem (A)	Arus mutimeter (A)	Akurasi
1	0,05	0,05	100%
2	0,11	0,10	90,9%
3	0,27	0,25	92,6%
4	0,54	0,55	98,2%
5	0,89	0,89	100%

Tabel 5. Sampel hasil pengujian akurasi sensor cahaya

Nomor Pengujian	Intensitas cahaya sistem (Lux)	Intensitas Cahaya Lux Meter (Lux)	Akurasi
1	420	421	99,8%
2	662	664	99,7%
3	1109	1109	100%
4	14874	14870	99,9%
5	35791	35785	99,9%

Tabel 6. Sampel hasil pengujian presisi pengukuran sistem

Nomor Pengukuran	Tegangan sistem (V)	Arus sistem (A)	Intensitas Cahaya (Lux)
1	18,51	0,07	3560
2	18,51	0,07	3562
3	18,50	0,07	3561
4	18,51	0,07	3561
5	18,50	0,07	3560
6	18,50	0,07	3562
7	18,50	0,06	3560
8	18,50	0,07	3562
9	18,49	0,07	3560
10	18,50	0,07	3560

Teknik Udinus. Pengujian pada sensor ini juga dilakukan sebanyak 100 kali dengan nilai yang berbeda untuk setiap pengukurannya.

Pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa tingkat akurasi rata-rata dari sensor cahaya BH1750 yang digunakan pada penelitian adalah 99,8%.

E. Uji Presisi Pengukuran Data

Sama seperti pengujian akurasi, pengujian ini dilakukan pada sensor tegangan, sensor arus dan sensor cahaya dengan melakukan sepuluh kali pengukuran terhadap satu kondisi yang sama kemudian dihitung berapa besar simpangan dari setiap pengukuran yang dilakukan.

Dari Tabel 6 hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa tingkat presisi dari sensor tegangan, sensor arus, dan sensor cahaya BH1750 yang digunakan pada penelitian dapat diketahui dengan menghitung nilai simpangan baku relatif (RSD) dengan menggunakan rumus pada (1) Dimana merupakan rata-rata hasil pengukuran. Simpangan baku (SD) dapat dicari dengan menggunakan rumus pada (2).

Dengan menghitung nilai simpangan baku relatif dan simpangan baku menggunakan (1) dan (2), dapat diperoleh nilai RSD pada sistem pemantauan pengukuran potensi tenaga matahari dan angin untuk sensor tegangan, sensor arus, dan sensor cahaya sebesar 0,034%, 4,58%, dan 0,026% yang menunjukkan bahwa presisi dari pengujian tersebut tinggi dikarenakan nilai RSD yang dihasilkan rendah.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sistem biaya rendah pemantauan dan pengukuran potensi tenaga matahari dan tenaga angin yang mampu memantau dan mencatat data potensi tenaga matahari berupa tegangan, arus dari panel surya, dan intensitas cahaya dengan tingkat akurasi dan SDR sensor tegangan sebesar 99,2% dan 0,034%, sensor arus sebesar 95,3% dan 4,58% dan sensor cahaya sebesar 99,8% dan 0,026%.

Sistem ini juga mampu memantau dan mencatat potensi tenaga angin berupa kecepatan angin hingga 30m/s dengan stabil dan mampu beroperasi secara terus menerus selama satu bulan masa penelitian dengan memanfaatkan panel surya untuk melakukan pengisian baterai. Sistem ini dapat beroperasi dengan semua jenis Panel Surya dengan maksimal tegangan 34,7 V dan maximal arus ± 30 A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan pada penelitian ini melalui Skema Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) (053/A38.04/UDN-09/II/2018).

REFERENSI

- [1] Winasis, W. Azis, R. Imron, and S. Fajar, "Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Jurnal Nasional Teknik Elektro Teknik Informatika (JNTETI)* Vol. 5, No. 4, p.328-333 November 2016
- [2] T. Hamdani, (View Sept. 2018). "Arcandra Paparkan 3 Kunci Kembangkan Energi Terbarukan di RI [Online]," Available: <https://finance.detik.com/energi/d-3987615/arcandra-paparkan-3-kunci-kembangkan-energi-terbarukan-di-ri>
- [3] M. Pamungkas., H. Hafiddudin, and Y. S. Rohmah, "Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, Vol. 3, No. 2, p.120-132, 2015.
- [4] M. Fuentes, M. Vivar, J. M. Burgos, J. Aguilera, and J. A. Vacas, "Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for PV system monitoring using Arduino™ that complies with IEC standards," *Solar Energi Materials and Solar Cells*, Vol.130, p.529-543, November 2014.
- [5] A.F. Farizy, D.A. Asfani. "Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature". *Jurnal Teknik ITS*, Vol.5, No.2, p.278-282, Oktober 2016.
- [6] E. Machmud, "Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Sel Untuk Aplikasi Pada Sistem Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTAg)," *Jurnal Gamma Universitas Muhammadiyah Malang* Vol.9, No.1, p.170-178 September 2013.
- [7] Z. Arifin, and H. Rahadian, "Rancang Bangun Stand-Alone Automatic Rain Gauge (ARG) Berbasis Panel Surya," *Jurnal Nasional Teknik Elektro* Vol.6, No.3, p. 178-184, 2017.
- [8] The National Optical Astronomy Observatory NOAO, (View Jun. 2018). "Recommended Light Levels (Illuminance) for Outdoor and Indoor Venues" Available: https://www.noao.edu/education/QLTkit/ACTIVITY_Documents/Safety/LightLevels_outdoor+indoor.pdf.
- [9] O. Dwiyanto, "Kwh Meter Digital Dengan Sensor Arus Acs712

- Berbasis Mikrokontroler Atmega 32,” Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2010.
- [10] M. Ikhsan, and Y. Away, “Teknik Reduksi Energi pada Perancangan Data Logger Parameter Matahari,” Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol.11, No.1, p.30-35, 2014.
- [11] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, “Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time,” Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol.11, No.4, p.123-128, 2015.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

