

PERANCANGAN ALAT UJI KOMPETENSI INSTALASI TENAGA SURYA SISTEM DC BERBASIS INTERNET OF THINGS

Adhitya Parahita Sulistyo^{1*}, AM Trianto Setiabudi², Gregorius Michael Suryajaya³,
Shara Maya Nugraheni⁴, Hoedi Prasetyo⁵, Chatarina Adjeng⁶

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*E-mail: hoedi.prasetyo@atmi.ac.id

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu energi terbarukan yang dipelajari di Politeknik ATMI Surakarta. Mahasiswa dapat belajar merancang dan menentukan komponen yang sesuai untuk membuat sistem tenaga surya. Akan tetapi, belum tersedia alat yang mengukur kompetensi atau kemampuan mahasiswa dalam merakit dan memasang komponen yang digunakan. Selama ini, mahasiswa hanya sebatas merancang dan menentukan komponen yang sesuai. Sistem alat uji kompetensi ini juga didukung oleh teknologi internet of things (IoT) yang digunakan untuk memantau hasil pengukuran dari arus dan tegangan yang dihasilkan oleh tenaga surya. Pemantauan secara nirkabel berbasis ESP32 berfungsi untuk mengirimkan data secara nirkabel ke web server dan cloud adafruit, tetapi ESP32 harus terhubung dengan wifi terlebih dahulu. Besaran yang diukur meliputi arus dan tegangan dari panel surya, baterai, dan beban berupa lampu. Pengukuran tersebut menggunakan sensor ACS712 untuk mengukur arus dan pembagi tegangan untuk mengukur tegangan. Pengiriman data dari ESP32 ke cloud adafruit memerlukan koneksi internet, sedangkan untuk pengiriman data ke web server tidak memerlukan koneksi internet.

Kata Kunci: Adafruit, ESP32, internet of things, tenaga surya, web server.

1. PENDAHULUAN

Politeknik ATMI Surakarta memiliki laboratorium energi, yaitu sebuah laboratorium yang mempelajari tentang pengolahan energi secara tepat dan benar. Salah satunya adalah tentang pemanfaatan energi terbarukan, seperti energi surya. Laboratorium energi telah memiliki komponen yang digunakan untuk mempelajari sistem tenaga surya. Komponen tersebut, antara lain panel surya, inverter, *solar charge controller*, baterai, dan beban (lampu). Selama ini, mahasiswa belajar tentang sistem tenaga surya hanya sebatas merancang sistem secara teoritis.

Selain merancang sistem tenaga surya, mahasiswa melakukan observasi dengan peralatan dan komponen yang tersedia. Observasi tersebut hanya meliputi kegiatan untuk mengetahui cara kerja dan fungsi dari masing-masing komponen. Hal itu dinilai kurang cukup karena belum mengukur sepenuhnya kompetensi dan kemampuan mahasiswa dalam menginstalasi tenaga surya.

Karena hal inilah, dibutuhkan suatu alat untuk berlatih merangkai panel surya sekaligus alat yang dapat digunakan untuk menguji kompetensi mahasiswa. Alat ini dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada mahasiswa agar mahasiswa mendapatkan pengalaman nyata untuk menginstalasi sistem tenaga surya dari penggunaan alat ini. Dimulai dari pemasangan rangka untuk tempat panel surya, menginstalasi sistem, dan untuk memasang sambungan pada mikrokontroler.

Untuk meningkatkan fitur dari alat sistem tenaga surya maka ditambahkan suatu alat yang digunakan untuk memantau tegangan dan arus secara nirkabel pada panel surya. Dengan menggunakan pemanfaatan IoT (*Internet of thing*), sehingga mahasiswa dapat memantau di mana pun dan kapan pun dengan menggunakan gawai yang sudah dihubungkan dengan jaringan internet.

Menurut Osama (2017), bahwa dalam pembelajaran pengalaman langsung dalam merancang dan merangkai sistem tenaga surya sangat penting sehingga harus menggunakan *training kit* solar sistem. Pengguna diajarkan bagaimana cara merancang, menentukan komponen kelistrikan yang sesuai hingga merangkai dari awal setiap komponen yang akan digunakan dalam *training kit* solar sistem.

Menurut Lawal dkk. (2019), menjelaskan tentang pembuatan *training kit solar panel system* yang menggunakan lampu sebagai pengganti energi matahari. *Training kit* yang telah dibuat digunakan untuk mengetahui besaran keluaran daya panel surya dibandingkan dengan kuat pencahayaan dan sudut dari panel surya. Lampu yang digunakan oleh Lawal memiliki daya sebesar 200W dengan kekuatan pencahayaan maksimal sebesar 8000Lux yang bisa diatur sesuai keinginan. Sistem yang digunakan oleh Lawal ini juga menggunakan sistem DC dengan kapasitas 200wp.

Menurut Ranjit dkk. (2012), menjelaskan tentang penggunaan panel surya untuk menunjang pembelajaran mengenai sistem tenaga surya. Alat peraga ini juga disediakan tempat untuk mengukur arus dan tegangan. Akan tetapi, pengukuran tegangan atau arus yang dihasilkan dari panel surya, pengguna harus datang pada alat tersebut dan mengukur secara langsung.

Akan tetapi dalam pengujian yang telah dilakukan masih terdapat kekurangan yaitu belum adanya sistem pengukuran yang dapat dipantau secara nirkabel. Hal ini dinilai kurang praktis sehingga pada alat uji kompetensi instalasi sistem tenaga surya yang dibuat mengusung mikrokontroler yang mendukung *internet of things* (IoT). Penggunaan *internet of things* (IoT) digunakan untuk dapat memantau tegangan dan arus dari panel surya, baterai, dan beban secara nirkabel sehingga pemantauan dapat dilakukan di mana pun dan kapan pun selama gawai terhubung ke jaringan internet.

2. METODOLOGI

Proses pembuatan alat uji ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan yang berupa *hardware* dan *software* sebagai perlengkapan dalam proses perancangan dan pembuatan.

2.1 Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian dan pengerjaan dalam pembuatan alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC dapat dilihat dalam *flowchart* dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Proses Pengerjaan

2.2 Menentukan Kebutuhan

Langkah pertama dalam membuat alat uji kompetensi sistem tenaga surya adalah dengan menentukan kebutuhan. Kebutuhan-kebutuhan tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 1. Requirement List

No.	Permintaan	Solusi	Spesifikasi Teknis
1.	Ada aspek kompetensi industri 4.0	Ditambahkan fitur IoT untuk pengukuran arus dan tegangan	Menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor tegangan dan sensor ACS712.
2.	Rangka mudah dan nyaman untuk bongkar pasang	Menggunakan material yang ringan dan kuat	Menggunakan profil aluminium L dengan area kerja maksimal 140cm.
3.	Alat uji kompetensi sistem DC	Menggunakan komponen tenaga surya sistem DC	Menggunakan tiga panel surya @100wp, baterai 12V, <i>solar charge controller</i> 12V, dan beban.

2.3 Perancangan Sistem Alat Uji

Perancangan pada sistem alat uji ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu perancangan mekanik yang menjelaskan pembuatan rangka panel surya, perancangan sistem kelistrikan yang menjelaskan *wiring diagram*, dan perancangan program untuk pembacaan hasil sensor.

a. Perancangan Mekanik

Perancangan dan pembuatan alat uji ini dilakukan dengan data dari kebutuhan mengenai rangka yang mudah dibongkar pasang. Perancangan mekanik ini didasarkan pada tinggi rata-rata badan yang memiliki rentang usia 18-25 tahun, yaitu sebesar 160 cm sehingga dibuat dengan area kerja paling tinggi 140cm. Perancangan mekanik juga menentukan jumlah panel yang digunakan, yaitu tiga panel surya sesuai dengan spesifikasi *solar charger controller*.

Penyambungan antar profil aluminium menggunakan baut dan *nut* dengan ukuran M6. Menggunakan baut dan *nut* dengan ukuran M6 sudah dapat menyambungkan antar bagian aluminium dengan kuat dan mudah dilakukan.

b. Perancangan Sistem Kelistrikan

Perancangan dan penentuan komponen kelistrikan ini berdasarkan pada spesifikasi komponen yang digunakan pada alat uji tenaga surya sistem DC. Alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC ini memiliki kapasitas 300wp dengan tiga panel surya yang disusun secara paralel. Panel surya disusun secara paralel disebabkan spesifikasi *solar charge controller* yang memiliki arus masukan maksimal sebesar 10A.

c. Perancangan Program

Perancangan program dilakukan dengan membuat desain pada halaman penampil, pengiriman data ke halaman penampil, dan program untuk mengkalibrasikan hasil pembacaan sensor. Selain itu juga pembuatan program untuk mengkoneksikan ESP32 ke *wifi*.

2.4 Pembuatan Alat Uji

Pembuatan alat uji diawali dengan pengadaan komponen khususnya profil aluminium. Profil aluminium digunakan untuk menopang panel surya. Panel surya yang digunakan sejumlah tiga yang masing-masing memiliki berat 10kg. Pada pembuatan penyangga panel surya dibagi menjadi dua bagian, tempat untuk satu panel dan tempat untuk 2 panel. Hal ini dibuat demikian karena sistem hanya memerlukan tiga panel surya sedangkan untuk sistem *on grid* memerlukan lima panel.

Pembuatan sistem kelistrikan pada alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC memerlukan penentuan spesifikasi komponen yang sesuai agar terhindar dari kesalahan. Setelah penentuan komponen selesai, selanjutnya adalah *mapping* komponen-komponen tersebut agar terletak pada *panel box* secara rapi dan hemat tempat.

Pemrograman pada ESP32 membutuhkan aplikasi Arduino.IDE sebagai *software* untuk memprogram modul ESP32. Bahasa yang digunakan untuk memprogram adalah bahasa C dengan tambahan beberapa *library* untuk memudahkan dalam pemrograman. Berdasarkan halaman penampilannya, program ESP32 dibagi menjadi dua, yaitu program pemantauan melalui Adafruit. dan program pemantauan melalui *web server*.

a. Program Pemantauan Melalui Adafruit.

Langkah awal sebelum memulai memprogram ESP32 adalah membuat desain pada halaman Adafruit. Pada halaman tersebut terdapat beberapa *block* yang berfungsi sebagai

input dan *output*, salah satu *block* yang digunakan adalah *gauge* untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor.

Program yang dikirim ke *cloud* Adafruit mengharuskan ESP32 terhubung dengan *wifi* yang terdapat koneksi internet. Oleh karena itu, memerlukan dua kali otorisasi untuk mendapatkan akses internet dari *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA. Pertama dengan menghubungkan *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA dan yang kedua ialah *login* melalui halaman yang diberikan. Akan tetapi, ESP32 tidak memiliki *interface* untuk *login* sehingga harus diprogram mengisi *form login* secara otomatis.

Selanjutnya ialah memprogram ESP32 dengan memasukkan alamat halaman Adafruit agar dapat mengirim ke halaman Adafruit yang dikehendaki. Program pada bagian ini merupakan hal yang cukup penting karena tidak akan terjadi perubahan data atau peringatan bila salah memasukkan alamat Adafruit.

Setelah identifikasi alamat Adafruit selesai, selanjutnya adalah memprogram kalibrasi hasil pembacaan sensor agar sesuai dengan nilai aktualnya karena terdapat penyimpangan hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan hasil pembacaan dengan *multimeter*. Kalibrasi sensor arus dan sensor tegangan memerlukan beberapa peralatan, yaitu catu daya, *multimeter*, dan Microsoft Excel. Langkah pertama adalah menentukan nilai sampel dari masing-masing sensor kedua adalah mengambil data nilai *analog to digital converter* (ADC) setiap sampel. Ketiga adalah menentukan rumus linear regresi yang mendekati dengan hasil pembacaan *multimeter*. Langkah terakhir membandingkan hasil dari rumus tersebut dengan hasil pembacaan *multimeter*.

Selanjutnya, program hasil kalibrasi tersebut diunggah ke halaman Adafruit untuk ditampilkan dalam bentuk *gauge*. Pengiriman data ke masing-masing *gauge* dibedakan dengan alamat yang berbeda dengan *gauge* lainnya. Pengiriman data tersebut hanya dapat dilakukan selama 15 detik sekali karena Adafruit hanya mampu menerima data sebanyak 30 kali dalam satu menit.

b. Program Pemantauan Melalui Web Server

Program yang dikirim ke *web server* tidak mengharuskan ESP32 terhubung dengan *wifi* yang terdapat koneksi internet. Sehingga cukup hanya dengan terkoneksi dengan *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA tanpa perlu *login*. Hal ini dapat berfungsi dan bekerja dengan baik karena ESP32 membuat *web* pada jaringan internal *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA.

Selanjutnya memasukkan program kalibrasi sensor agar pembacaan hasil sensor sesuai dengan nilai aktualnya. Kalibrasi sensor arus dan sensor tegangan pemantauan melalui *web server* memerlukan beberapa peralatan, yaitu catu daya, multimeter, dan Ms. Excel. Langkah pertama adalah menentukan nilai sampel dari masing-masing sensor kedua adalah mengambil data nilai *analog to digital converter* (ADC) setiap sampel. Ketiga adalah menentukan rumus linear regresi yang mendekati dengan hasil pembacaan multimeter. Langkah terakhir membandingkan hasil dari rumus tersebut dengan hasil pembacaan multimeter.

Selanjutnya, program hasil kalibrasi tersebut diunggah ke *web server* untuk ditampilkan dalam bentuk *gauge*. Pengiriman data ke masing-masing *gauge* dibedakan dengan alamat yang berbeda dengan *gauge* lainnya. Pengiriman data melalui *web server* memiliki keunggulan tersendiri, yaitu dapat dipantau secara *real-time*.

2.5 Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan pada alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC adalah dengan menguji rangka panel surya, menguji tampilan hasil pembacaan sensor melalui Adafruit dan *web server*, dan hasil akurasi pembacaan sensor. Pengujian rangka mekanik untuk menopang panel surya dapat dilakukan dengan mengukur area kerja maksimal dan jumlah bagian aluminium yang digunakan pada sistem DC. Pengujian tampilan pemantauan hasil pembacaan sensor dapat dilihat atau mengakses halaman pemantauan Adafruit dan *web*

server. Pengujian hasil pembacaan sensor dapat dilakukan dengan cara menghitung selisih dari nilai yang seharusnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan tentang pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC. Berikut adalah penjelasan lengkap dari masing-masing pengujiannya.

3.1. Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik dilakukan dengan menghitung jumlah bagian aluminium yang digunakan, yaitu sebanyak 26 kerangka aluminium profil L pada sistem DC. Dalam pembuatannya dibagi menjadi dua, yaitu kerangka yang dapat memuat satu panel surya dan kerangka yang dapat memuat dua panel surya. Hal ini dibagi menjadi dua karena dalam pembuatan mekanik bersama dengan sistem *on grid* yang menggunakan lima panel surya.

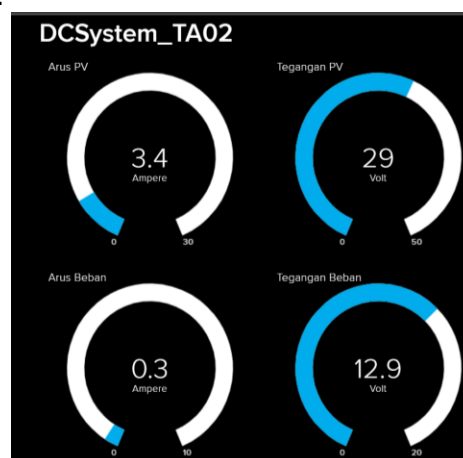


Gambar 2. Kerangka Panel Surya Sistem DC

Gambar 2 adalah kerangka panel surya yang digunakan pada sistem DC. Jumlah panel yang digunakan sebanyak tiga panel dengan total daya sebesar 300 WP. Kerangka untuk sistem DC memiliki 26 bagian aluminium profil L dan dengan jumlah baut-*nut* yang digunakan sebanyak 40 pasang. Kerangka tersebut memiliki tinggi 140 cm sehingga mudah untuk bongkar pasang sebagai alat uji kompetensi instalasi tenaga surya.

3.2. Pengujian Halaman Tampilan

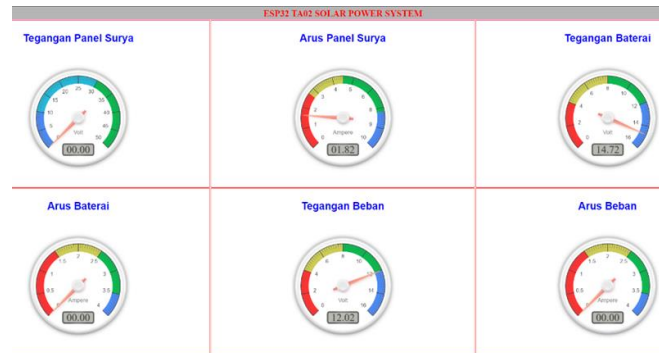
Berdasarkan dari media pemantauannya, pengujian tampilan pemantauan ESP32 dibagi menjadi dua, yaitu melalui Adafruit dan melalui *web server*. Pengujian pada ESP32 yang menggunakan Adafruit menampilkan data hasil pembacaan sensor yang dikirimkan ESP32 ke dalam bentuk *gauge*.



Gambar 3. Tampilan Halaman Adafruit

Pada gambar 3, dapat dilihat bahwa ada enam *gauge* yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor pada sistem DC melalui Adafruit. Hasil pembacaan

sensor ini meliputi dua macam besaran, yaitu tegangan dan arus. Pembacaan pada besaran tegangan terdiri atas, panel surya, baterai, dan beban. Pembacaan pada besaran arus terdiri atas, panel surya, baterai, dan beban. Setiap *gauge* memiliki alamat yang berbeda-beda untuk memudahkan identifikasi *gauge* dan data yang akan dikirimkan. Pengiriman data ke halaman penampil melalui Adafruit memiliki batasan, yaitu 30 kali dalam satu menit. Oleh karena itu, dalam pengiriman data harus memiliki waktu tunggu selama beberapa detik agar tidak melebihi batasan tersebut. Pada pemantauan melalui Adafruit, ada keterlambatan waktu pengiriman selama 15 detik untuk sekali pengiriman data.



Gambar 4. Tampilan Halaman Web Server

Gambar 4 merupakan tampilan hasil pembacaan jika menggunakan pemantauan melalui *web server*. Sama seperti pemantauan dengan menggunakan Adafruit, pada *web server* akan menampilkan besaran arus dan tegangan. Pada besaran tegangan akan menampilkan data yang diukur yaitu panel surya, baterai, dan beban. Pembacaan besaran arus terdiri dari pengukuran panel surya, baterai dan beban. Tampilan dalam bentuk *gauge* dibuat dalam bahasa HTML dengan menggunakan *software* Arduino.IDE. Halaman pemantauan *web server* dapat diakses melalui *browser* dengan memasukkan alamat IP.

Pemantauan melalui *web server* memiliki waktu *load* halaman yang lebih lama karena halaman tersebut cukup berat bagi ESP32. Semakin banyak gawai yang mengakses halaman *web server* pemantauan tersebut, semakin berat juga kinerja ESP32 dan sering mengakibatkan *error* dengan kode 404, yang berarti halaman tidak ditemukan.

Kelebihan dari pemantauan *web server* ini dapat dipantau secara *real-time* yang berarti langsung *update* sehingga mendapatkan data terkini. Berbeda dengan Adafruit yang harus menunggu 15 detik untuk sekali pengiriman. Kelemahan dari pemantauan melalui *web server* ini mengharuskan gawai terhubung dengan *wifi* yang sama dengan ESP32, yaitu *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA sehingga tidak bisa dipantau dengan jarak yang jauh sampai tidak terhubung dengan *wifi* POLITEKNIK ATMI SURAKARTA.

3.3. Pengujian Hasil Pembacaan Sensor

Pengujian hasil pembacaan sensor pada alat uji ini disimulasikan dengan menggunakan catu daya untuk menggantikan panel surya. Pengujian ini meliputi dua macam media pemantauan, yaitu Adafruit dan *web server*. Dari pengujian dengan media pemantauan Adafruit didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pembacaan Sensor Pemantauan Adafruit

No.	Besaran yang diukur	Nilai Uji Coba	Nilai pembacaan Adafruit
1	Tegangan Panel Surya (V)	17,25	17,4
2	Tegangan Baterai (V)	6	5,8
3	Tegangan Beban (V)	6	5,9
4	Arus Panel Surya (A)	1	1,3
5	Arus Baterai (A)	1	1,3
6	Arus Beban (A)	1	1,2

Data dari tabel 2 terdapat selisih antara nilai uji coba dengan nilai hasil pembacaan sensor. Pengukuran dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran tegangan dan arus. Pada panel

surya terdapat selisih sebesar +0,15 V, untuk baterai terdapat selisih sebesar -0,2 V, untuk beban berupa lampu terdapat selisih sebesar -0,1 V. Sama seperti tegangan, pada arus juga terdapat selisih. Pada panel surya terdapat selisih sebesar +0,3 A, untuk baterai mempunyai selisih sebesar +0,3 A, dan untuk beban yang berupa terdapat selisih sebesar +0,2 A. Dari data tersebut didapatkan rata-rata selisih sebesar 0,15 A pada pengukuran tegangan, sedangkan untuk arus terdapat rata-rata selisih sebesar 0,27 A.

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor Pemantauan Web Server

No.	Besaran yang diukur	Nilai Uji Coba	Nilai pembacaan Web server
1	Tegangan Panel Surya (V)	17,25	17,3
2	Tegangan Baterai (V)	6	5,72
3	Tegangan Beban (V)	6	6,14
4	Arus Panel Surya (A)	1	1,32
5	Arus Baterai (A)	1	1,21
6	Arus Beban (A)	1	1,26

Dari tabel 3 didapatkan hasil bahwa terdapat selisih antara nilai uji coba dengan nilai pembacaan *web server*. Pengukuran ini dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran tegangan dan arus. Pada pengukuran tegangan panel surya terdapat selisih sebesar -0,05 V, untuk baterai memiliki selisih sebesar -0,28 V dan pada beban berupa lampu terdapat selisih sebesar +0,14 V. Sedangkan pada pengukuran arus panel surya terdapat selisih sebesar +0,32 A, untuk baterai terdapat selisih sebesar +0,21 A, dan untuk beban berupa terdapat selisih sebesar +0,26 A. Dari data ini didapatkan nilai rata-rata selisih dari nilai pengukuran tegangan sebesar 0,15 V, sedangkan untuk nilai pengukuran arus didapatkan nilai rata-rata selisih sebesar 0,26 A.

Hasil dari pengujian hasil pembacaan nilai sensor melalui Adafruit dan *web server* dapat dinilai kurang baik. Hal ini disebabkan pemakaian rumus linear regresi yang kurang akurat dengan hasil pembacaan oleh *multimeter*, nilai resolusi sensor yang besar (ACS712 sebesar 0,5A dan sensor tegangan sebesar 2,5% dari nilai tertinggi), dan pembacaan ESP32 yang tidak linear.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian perancangan alat uji kompetensi tenaga surya sistem DC berbasis *internet of things* didapatkan hasil bahwa dalam menampilkan data berupa hasil pengukuran dapat menggunakan dua media, yaitu Adafruit dan *web server*. Pengukuran menggunakan Adafruit dinilai lebih tepat digunakan jika ingin memantau hasil pengukuran tegangan dan arus pada sistem DC pada tempat yang tidak memungkinkan untuk menggunakan alamat *wifi* yang sama. Namun, penggunaan Adafruit ini terkendala banyaknya data yang dapat diterima oleh Adafruit, sehingga dibuat *delay* waktu sebesar 15 detik agar data yang dikirim tidak melebihi 30 kali.

Penggunaan *web server* digunakan saat pemantauan dilakukan dengan menggunakan jaringan *wifi* yang sama. Dengan menggunakan *web server* data pemantauan arus dan tegangan dapat dipantau secara *real-time*. Akan tetapi, tidak dapat dipantau jika terhubung dengan *wifi* yang sama, yaitu POLITEKNIK ATMI SURAKARTA.

Hasil dari pembacaan sensor memiliki penyimpangan yang cukup besar jika dibandingkan dengan hasil pembacaan dengan *multimeter*. Hasil pembacaan arus dan tegangan sensor melalui Adafruit dan *web server* memiliki perbedaan pembacaan hingga 0,3V dan 0,3A.

DAFTAR PUSTAKA

- Lawal, M. O., Olanrewaju, M. D., & Afolabi, O. O. (2019). *DEVELOPMENT AND PERFORMANCE EVALUATION OF A PV-BASED SOLAR TRAINER*. In 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SCIENCES (p. 1117).
- Osama, M., 2017, *Development of Solar System Educational Training Kit*, Department of Electrical and Electronics Engineering.
- Ranjit, S., 2012, *Development of Solar Edutional Training Kit*, International Journal of Engineering and Innovative Technology, (hal.1-5).