

MONITORING SISTEM ENERGY LIMITER BERBASIS INTERNET OF THINGS

ALFITH^{1*}, ASNAL EFFENDI², ANTONOV BACHTIAR³, ASWIR PREMADI⁴
Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Padang^{1,2,3}
alfith.st.tumangguang@gmail.com*

Abstract: Solar power plants generate a source of direct current voltage. Then, the source of reverse voltage is generated using an inverter. The results of this study show that the specimen can be observed and controlled for 24 hours through a website through the Internet of Things technology. (IoT). It was designed using ESP266 to function as a kWh meter and is equipped with a monitoring and remote-control module. With a 220 Ω barrier value as a barrier variable, the operational reinforcement test series on the photovoltaic surveillance system has an accuracy of 97.34%. The maximum voltage generated is 225 V, with a photovoltaic output at a current of 0.8 A and a minimum voltage of 185 V, so the current value is 0.7 A.

Keywords: ESP8266, Internet of Things, Photovoltaic, Op-Amp

Abstrak: Pembangkit listrik tenaga surya menghasilkan sumber tegangan arus searah. Kemudian, sumber tegangan bolak-balik dihasilkan dengan menggunakan inverter. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa purwarupa dapat diamati dan dikendalikan selama 24 jam melalui situs web melalui teknologi Internet of Things (IoT). Purwarupa ini dirancang dengan menggunakan ESP266 untuk berfungsi sebagai alat ukur kWh meter dan dilengkapi dengan modul monitoring dan pengendalian jarak jauh. Dengan nilai hambatan 220 Ω sebagai variable hambatan, rangkaian pengujian penguatan operasional pada sistem pengawasan photovoltaic memiliki keakurasian sebesar 97,34 %. Tegangan terbesar yang dihasilkan adalah 225 V, dengan keluaran photovoltaic terhadap arus 0,8 A dan tegangan terkecil sebesar 185 V, sehingga nilai arus 0,7 A.

Kata kunci: ESP8266, Internet of Things, Photovoltaic, Op-Amp

A. Pendahuluan

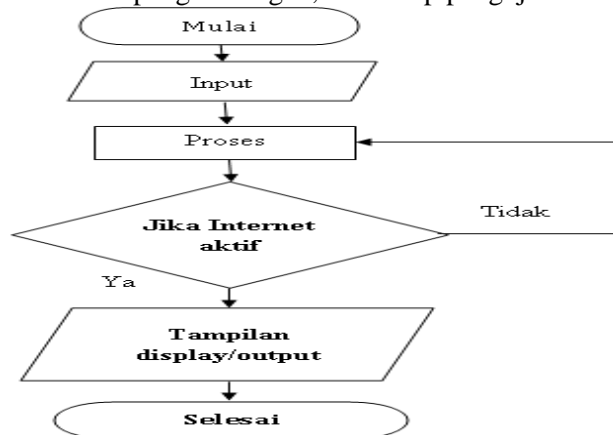
Saat ini, penggunaan energi terbarukan, termasuk energi matahari, telah menjadi alternatif untuk mendapatkan listrik, terutama di lokasi yang jauh dari jaringan listrik PLN. Pembangunan pembangkit listrik tenaga matahari menggunakan sistem photovoltaic (PV) di daerah remote memberikan manfaat bagi masyarakat, dengan peningkatan kondisi ekonomi, sosial, dan budaya. Salah satu kendala pengoperasian sistem PV di daerah remote adalah bahwa sistem tersebut tidak dapat dioperasikan dengan baik. Lokasi pembangkit yang tersebar di daerah *remote* dalam prakteknya menyulitkan pemantauan data kinerja pembangkit terpasang. Monitoring umumnya dilakukan secara manual sehingga parameter dan data monitoring yang diperoleh terbatas, tidak kontiniu, dan tidak lengkap. Selain itu pengamatan oleh operator secara lokal memiliki kelemahan ketika unit pembangkit berada pada lokasi yang tersebar karena harus mendatangi lokasi tiap pembangkit.

Setiap rumah yang menggunakan listrik pasti memiliki meteran listrik, juga dikenal sebagai kWh Meter. Alat ini digunakan untuk menghitung seberapa banyak energi listrik yang digunakan oleh bangunan seperti rumah, kantor, dan pabrik. Harga satuan tarif dasar listrik (TDL) dikalikan dengan jumlah kilowatt jam bulanan (kWh) dan ditambahkan dengan nilai abonemen dan pajak akan menghasilkan tagihan bulanan. kWh Meter digital memudahkan pelanggan listrik untuk menghitung pembayaran listrik. Alat ini tidak hanya memberikan nilai pengukuran besarnya arus yang dilihat pada layar LCD, tetapi juga menggunakan tampilan pada komputer yang dapat mencatat penggunaan daya yang terpakai. Dengan demikian, Anda dapat dengan mudah melihat besarnya biaya pemakaian listrik kapan pun Anda ingin melihatnya.

B. Metodologi Penelitian

Rancang Bangun. Dengan menggunakan pendekatan penelitian penelitian dan pengembangan, prototipe alat monitoring pembangkit listrik tenaga surya dirancang dalam

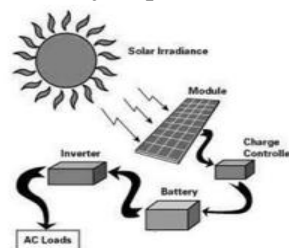
empat tahap utama. Ini adalah tahap analisis dan identifikasi kebutuhan, tahap perancangan sistem, tahap implementasi dan pengembangan, dan tahap pengujian dan evaluasi.



Gambar 1 Flowchart (Diagram Alir Perancangan)

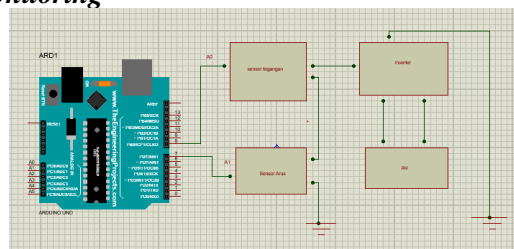
Tahap Analisis dan Identifikasi Kebutuhan. Sistem pemantauan mengumpulkan data tentang parameter arus, tegangan, dan lux dari sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk memantau kondisi pembangkit. Sistem charging mengontrol tegangan masuk pada baterai dan beban supaya tidak terlalu penuh atau terlalu penuh. Ada empat jenis sensor yang digunakan oleh sensor: modul sensor tegangan DC, modul sensor arus (ACS712), dan sensor tegangan AC dengan trafo step-down [3]. **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Salah satu komponen utama PLTS adalah sel surya atau photovoltaic. Dalam sistem monitoring PLTS ini, panel surya jenis polychristal 50 watt peak (WP), yang berarti bahwa sel surya ini memiliki 50 watt peak saat terpapar sinar matahari, dengan peak satu hari yang diasumsikan 5 jam, menghasilkan 250 watt jam per hari.



Gambar 2 Sistem Panel Surya

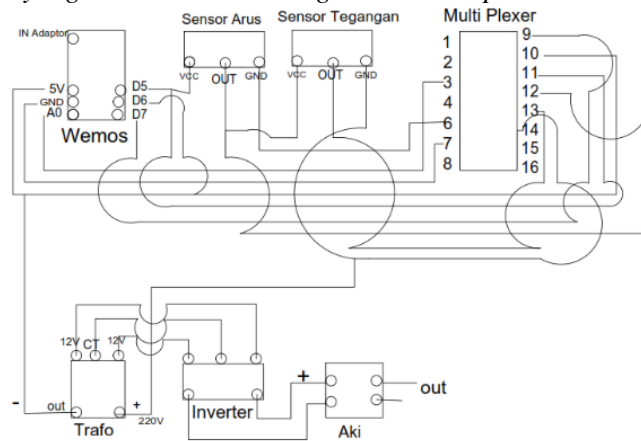
Perancangan Sistem Monitoring



Gambar 3 Blok Diagram Perancangan Alat

Alat ini menggunakan empat jenis sensor, yaitu sensor tegangan DC, sensor ACS 712, dan sensor tegangan AC. Rangkaian WEMOS ini akan membaca arus, tegangan, dan lux yang diolah oleh ATMEGA328, dan kemudian hasil pembacaan sensor akan dikirim secara otomatis ke situs web. ACS712 adalah sensor arus yang digunakan yang memanfaatkan efek Hall untuk mengukur arus AC dan DC. Tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linier mulai dari 2,5V ($1/2 \times XCC$, tegangan catu daya VCC = 5V) dalam kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus +20A atau 0,5V pada arus -20A (positif/negatif tergantung pada polaritas, nilai di bawah 0,5V atau 4,5V dc). Dengan nilai 100 mV/Ampere, perubahan tingkat tegangan berkorelasi linier dengan besaran arus. Persamaan digunakan untuk menghitung nilai arus. Sistem ini membutuhkan sebuah sensor yang dapat mengidentifikasi arus photovoltaic.

Teknologi efek hall mengubah sensor ini menjadi lebih kecil dan memiliki fungsi resistor shunt dan transformer arus. Selanjutnya, pengubah analog ke digital (ADC) mengubah sinyal analog ini sehingga dapat dibaca oleh sistem yang dimaksud. Namun, untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh photovoltaic, rangkaian Op-Amp harus dilemahkan dulu sebelum dimasukkan ke ADC. Dalam kasus ini, rangkaian differensial harus ditambahkan sebelum masuk ke ADC untuk mengubah sinyal analog yang dihasilkan oleh driver (penguat) sensor tersebut. Data yang dihasilkan terdiri dari kode biner yang dibuat berdasarkan perintah WEMOS yang diproses secara real-time. Untuk sensor arus yang melindungi terhadap arus yang lebih besar, WEMOS D1 menggunakan bahasa C dalam pemrograman. WEMOS D1 membaca nilai dari ADC dan kemudian menyimpannya untuk menampilkan nilai tegangan dan arus sebenarnya yang dihasilkan oleh rangkaian modul photovoltaic.

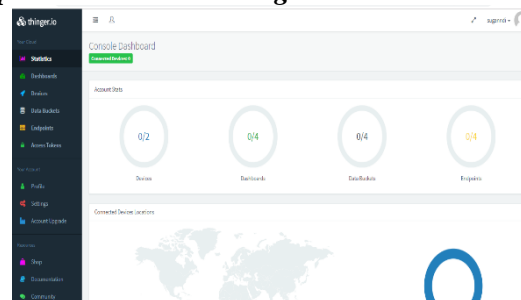


Gambar 4 Wiring Diagram

Software Monitoring Photovoltaic. menggunakan web user interface Thinger.io. Salah satu kelebihan Thinger.io adalah bahwa itu memiliki kemampuan untuk melacak output photovoltaic, yaitu tegangan dan arus. Program Monitoring Photovoltaic melakukan ini. Program ini tidak hanya memonitor tegangan dan arus, tetapi juga dapat menyimpan data yang dibaca oleh Wemos pada database. Database yang digunakan dalam program ini berformat csv, dan spesifikasi pengukuran dari software pemantauan adalah display dan database.

Prinsip Kerja Sistem, Untuk mengetahui berapa banyak daya yang dihasilkan oleh rangkaian modul photovoltaic setiap harinya, sistem monitoring ini melacak nilai dan arus inverter secara real-time. Ini dilakukan dengan mengirimkan informasi tegangan ke rangkaian sensor arus dan penguatan operasional untuk mengukur tegangan terkondisi dari sensor arus. Untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh photovoltaic, sensor arus DCS-01 digunakan; sensor ini merupakan rangkaian pengkondisi dan mendeteksi aliran arus hingga 20A melalui modul tersebut. Keluaran dari sensor ini dapat dihubungkan ke ADC sehingga sistem WEMOS dapat mengukur arus DC yang dihasilkan oleh photovoltaic. Pengukuran Wemos D1 ESP8266 akan menghasilkan nilai tegangan dan arus yang dikirimkan ke PC melalui serial komunikasi dengan perangkat lunak Thinger.io. Pengukuran modul inverter diambil dari sumber solar cell melalui web Thinger.io, dan hasilnya disimpan dalam data bucket atau database komputer.

Perancangan Program pada Sistem Monitoring



Gambar 5 Web Thinger.io

C. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 : Hasil Pengujian

Ts	Arus	Tegangan AC
2019-08-19T11:44:40.312	1	204
2019-08-19T13:45:40.145	1	204
2019-08-19T13:46:44.546	1	204
2019-08-19T13:48:39.303	0,7	185
2019-08-19T15:50:08.520	0,84	225

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel di atas menunjukkan bahwa sensor arus menghasilkan tegangan tertinggi saat tegangan modul photovoltaic maksimum. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa perubahan tegangan yang dihasilkan dari sistem photovoltaic sebanding dengan tegangan yang dihasilkan. Dengan teknologi hall effect, sensor arus ini dapat mengukur medan magnet di sekitar kawat voltase. Perubahan arus menghasilkan perubahan tegangan AC, yang berbanding lurus dengan perubahan arus. Saat keluaran photovoltaic berkisar antara 18-19 Volt, tegangan terbesar yang dihasilkan adalah 225 V. Oleh karena itu, grafik keluaran menunjukkan arus sebesar 0,8 A terhadap arus yang disensor, dan tegangan terkecil yang dihasilkan dari pengujian tersebut adalah 185 V, yang menunjukkan nilai arus sebesar 0,7 A.

Analisa Hasil Pengujian, Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan output photovoltaic berubah sebanding dengan perubahan tegangan output pada skala V-dc. Tabel pengujian juga menunjukkan bahwa ketika permukaan modul photovoltaic selalu mengarah tepat ke arah pergerakan matahari, tegangan output akan meningkat..

Pengujian Sensor Tegangan AC, Tujuannya adalah untuk melakukan pelemahan berulang kali sehingga saat input maksimal didapat output minimal yang diukur pada skala rata-rata (tegangan yang diukur dengan voltmeter) 226V AC.

1. Hasil Pengujian

Tabel 2 Hasil Data Buckets :

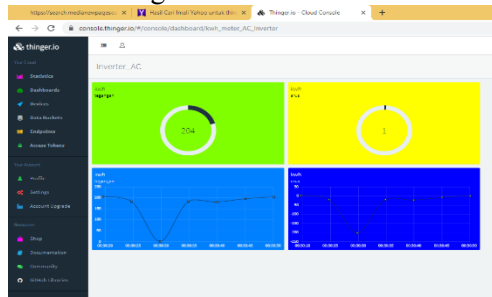
Ts	Arus	Tegangan AC
2019-08-19T11:44:40.312	1	204
2019-08-19T13:45:40.145	1	204
2019-08-19T13:46:44.546	0,8	226
2019-08-19T13:48:39.303	1	204
2019-08-19T15:50:08.520	0,7	226

Tabel hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan tertinggi diperoleh ketika matahari berada di tengah hari.

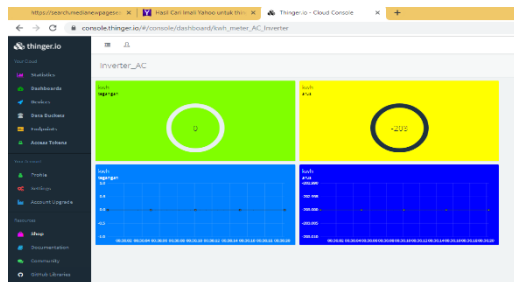
Analisa Hasil Pengukuran, Hasil perhitungan persen error yang ditunjukkan pada tabel di atas menunjukkan bahwa ada perbedaan antara hasil yang diukur dan yang dihitung. Ketidakpresisian komponen dan suara dari luar adalah penyebabnya. Tabel di atas menunjukkan pelemahan sebesar lebih dari 60 kali. Sinyal output dari modul photovoltaic memberikan sinyal input ke rangkaian di atas. $\Delta V = (\sum V \text{ Output Pengukuran} - \sum V \text{ Output Teori}) / \text{Jumlah Data} = 4,63 - 4,51 = 0,12 \text{ Volt}$. Ini menunjukkan bahwa ketelitian pengukuran dalam keadaan nyata tidak berkurang karena persen errornya masih lebih dari 3% dalam keadaan ideal. Dengan demikian, total persentase error yang dihasilkan dari rangkaian op-amp atau sensor tegangan adalah 0,12 Volt.

$\text{Error persen} \times \%100 = \text{Teori Pengukuran} \%100$
 $4,51 \ 4,51 \ 4,63 \times - = = 2,66 \%$ Dari perhitungan di atas, kita dapat mengetahui bahwa rangkaian pengujian operasional peningkatan untuk sistem pengawasan photovoltaic memiliki keakurasian sebesar 100% - 2,66% = 97,34 %. Disini kita tidak mempertimbangkan kekuatan pelemahan, karena yang

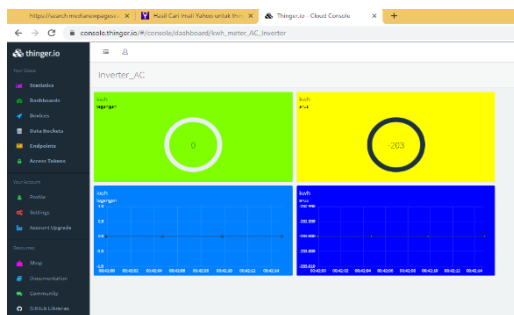
dibuat hanyalah untuk melemahkan sinyal output photovoltaic yang sangat besar. Tujuan pelemahan ini adalah agar sinyal output photovoltaic dapat diproses atau diolah pada bagian pengubah ADC, yang outputnya diukur oleh ESP8266 WEMOS D1. Nilai tegangan maksimum sebesar 222,135 Volt dan nilai arus maksimum sebesar 2.2820 Ampere dihasilkan dari pengujian sistem yang terekam pada database dengan Data Buckets. Data yang diterima dari modul photovoltaic terdiri dari nilai tegangan, arus, dan daya dari setiap pencuplikan yang dilakukan pada waktu yang sama. Data ini disimpan dalam database yang diterima dari modul photovoltaic selama proses pengambilan data, di mana variable resistansi dengan nilai hambatan 220 Ω digunakan untuk mensimulasikan beban.



Gambar 9 *thinger.io*



Gambar 10 Hasil Monitoring inverter



Gambar 11 Hasil Uji Coba

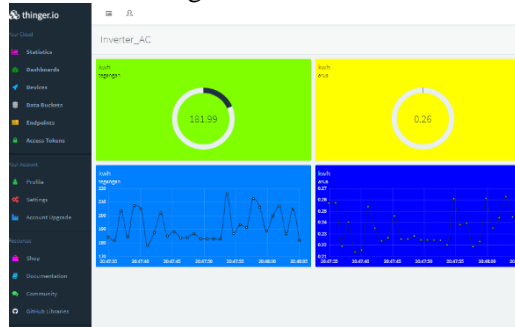
Dalam percobaan ini, penulis menggunakan satu lampu LED dengan beban 5 watt; dalam percobaan kedua, saya mencoba menggunakan dua lampu LED dengan beban 10 watt, masing-masing. Dalam percobaan pertama, inverter menghasilkan tegangan 204 volt dengan arus 1 ampere, tetapi lampu tidak muncul di monitor dan hasilnya menunjukkan nol.

Pengolahan Data dan Analisa Grafik Hasil Pengujian. Alat ukur digital berbasis WEMOS yang digunakan untuk mengukur nilai tegangan, arus, dan daya. Nilai-nilai ini termasuk parameter energi listrik modul photovoltaic, seperti perubahan tegangan terhadap waktu dan perubahan arus terhadap waktu. Dari data pengukuran ini, kita dapat mengetahui hubungan antara perubahan tegangan terhadap waktu dan perubahan arus terhadap waktu. Ini ditunjukkan dengan perubahan grafik yang dibuat oleh program pengolahan data Microsoft Office Excel dan software photovoltaic yang dibuat dengan Borland Delphi. Data diambil tiga kali dengan beban yang berbeda, sehingga karakteristik photovoltaic berubah seiring waktu.

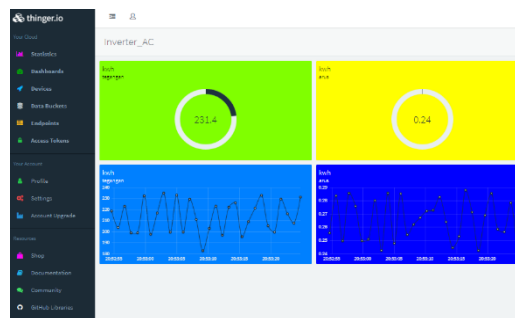
Setelah mengumpulkan sejumlah tabel dan grafik dari sistem yang dirancang untuk memonitor photovoltaic secara realtime secara hardware dan software, langkah selanjutnya

adalah menganalisis data dan grafik tersebut secara keseluruhan. Hasil analisis diklasifikasikan menurut target dan tujuan uji.

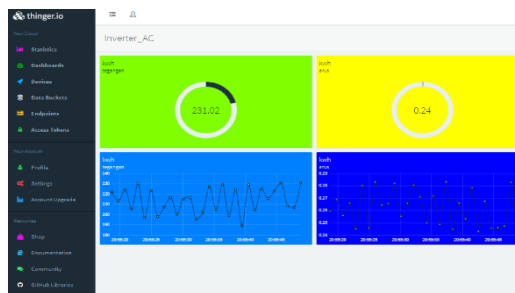
Mengidentifikasi Karakteristik Photovoltaic: Data yang ditemukan pada tabel Data Hasil Pengukuran Energi Listrik pada Modul Photovoltaic menunjukkan bahwa meskipun arus yang dihasilkan dari modul photovoltaic berubah-ubah pada awalnya, ia tetap dalam kisaran nilai yang konstan (mengalami stagnasi). Namun, ketika intensitas matahari yang diterima dari modul berkurang, arus tersebut cenderung menurun.



Gambar 12 Hasil Pengujian Satu Lampu



Gambar 13 Hasil Pengujian Dua Lampu



Gambar 14 Hasil Pengujian Tiga Lampu

Kinerja Sistem Pada Saat Monitoring, Dengan menggunakan WEMOS WEMOSB1-ESP8266 dan ADC data 10 bit, pembacaan sangat baik dengan tingkat error yang rendah karena clock yang digunakan dibagi untuk data 10 bit. ACS721 adalah sensor arus yang dapat mengukur arus dengan sangat akurat. Program delphi digunakan untuk membuat tampilan di komputer. Selain itu, komponen comport digunakan untuk berkomunikasi dengan sistem minimum WEMOSB1-ESP8266, yang merupakan komponen tambahan untuk komunikasi serial dalam borland delphi. Menurut data yang diperoleh dari percobaan, sensor arus dapat mendeteksi arus dari 0–20 Ampere dengan tegangan output maksimal photovoltaic sebesar 0,894 Ampere. Untuk menggunakannya pada sitem yang dibuat, tegangan TTL maksimumnya diatur menjadi 3.1 Ampere. Ini karena arus maksimum yang dihasilkan modul photovoltaic pada skala ini.

Tabel 3 : Hasil Data

Ts	Arus	Tegangan AC
2019-08-19T11:44:40.312	1	204
2019-08-19T13:45:40.145	0,26	181,99
2019-08-19T13:46:44.546	0,24	231,4
2019-08-19T13:48:39.303	0,89	222,135
2019-08-19T15:50:08.520	0,24	231,02

Untuk memaksimalkan radiasi yang diserap, pergerakan photovoltaic harus mengikuti arah matahari

D. Penutup

Ada beberapa kesimpulan yang dapat dibuat dari seluruh proses yang telah dilakukan dalam penelitian ini, mulai dari penelitian literatur, perancangan dan pembuatan hardware dan software, hingga pengujian sistem keseluruhan. Kesimpulan ini adalah sebagai berikut: 1) Agar perangkat ini dapat membaca data melalui thinger, perangkat harus terhubung ke internet; 2) Inverter mengeluarkan jumlah beban yang sangat kecil; 3) Aki tidak perlu digunakan dalam keadaan kurang tegangan; dan 4) Modul WEMOS D1 memiliki jumlah pin analog yang sangat terbatas.

Daftar Pustaka

- [1]A. H. Rina Irawati, Zuhaidi, "MICRO-GRID PLTS UNTUK MENJAGA KUALITAS DAYA DI INDUSTRI," Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan, vol. Vol. 10 , pp. 9–19, 2011.
- [2]T. R. IVAN SAFRIL HUDAN, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT)," J. Tek. Elektro Unesa, vol. 08, No.01, pp. 91–99, 2019.
- [3]I. R. d. I. Fitriana, "ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI INDONESIA " plts, p. 43, 2010.
- [4]ALFITH, Alfith; DIRNI, Randu Apriza. Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Jarak Jauh Menggunakan Nodemcu Amica CP2102 Berbasis Mobile. Jurnal Teknik Elektro, 2021, 10.2: 93-98.
- [5]ALFITH, A. Optimalisasi ATS (Automatic Transfer Switch) pada Genset (Generator Set) 2800Watt Berbasis TDR. Institut Teknologi Padang. Hlm, 2017, 226-232.
- [6]ALFITH, Alfith; KARTIRIA, Kartiria. Pengembangan Perancangan Smart Traffic Light Berbasis LDR Sensor Dan Timer Delay System. Jurnal Teknik Elektro, 2019, 8.1: 35-39.
- [7]ALFITH, Alfith. Perancangan Smart Traffic Light dengan Wireless Module. Jurnal Teknik Elektro, 2017, 6.1: 57-62.
- [8]ALFITH, Alfith; KARTIRIA, Kartiria. Development and Designing Smart Traffic Light with Xbee Pro. In: MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. p. 01009.
- [9]ALFITH, Alfith. Konfigurasi Battery Pada Pembangkit Renewable Energi. Journal of Teknik Elektro ITP, 2015, 4.1: 46-50
- [10]S. J. Darby, "Smart Meters and Residential Customers," in Smart Grid Handbook, pp. 1–13, 2016.
- [11]E. Alfiansyah, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK PADA FOTOVOLTAIK SECARA REALTIME BERBASIS WEMOS ATMEGA 16 " plts p. 27, 2009.
- [12]R. C. Pambudi.dkk, "Analisa Performansi dan Monitoring Berbasis Web Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Fakultas Teknologi Industri ITS " TEKNIK ITS, vol. 7, p. 3, 2018.