

ANALISIS DAN MONITORING SISTEM POMPA IRIGASI DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS APLIKASI

Kadek Dwi Satya Adi Darma ^{1*}, I Ketut Parti, ST., MT.², I Wayan Teresna, S.Si. M.For.³

¹ Prodi, Jurusan, Politeknik Negeri Bali

² Prodi, Jurusan, Politeknik Negeri Bali

³ Prodi, Jurusan, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: dwiadi2015@gmail.com

Abstrak: Pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya bisa menyalurkan air dari lokasi yang rendah ke lokasi tinggi dengan cara mekanis dengan sumber tenaga surya. Sistem ini nantinya akan bisa memonitoring aktifitas pompa dengan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan melalui Arduino sebagai mikrokontroler dan banyak sensor seperti sensor tegangan DC, sensor daya DC, sensor daya AC dan sensor aliran air. Hasil dari rancangan sistem ini berupa sistem monitoring pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan aplikasi blynk dimana aplikasi ini terdiri dari 2 slide. slide pertama berisikan 6 value display yang menampilkan indikator tegangan panel surya, arus panel surya, tegangan beban, arus beban, debit air yang dialirkan pompa, tegangan aki dan terminal. Pada slide 2 atau slide grafik terdiri dari 2 super chart yang dimana pada setiap super chart berisi 4 grafik yang updet setiap 1 detik.. Perangkat sistem monitoring ini telah diuji coba dengan beberapa metode. Untuk tingkat error perangkat pada rata-rata dimana rata-rata error pembacaan tegangan DC sensor PZEM 017 sebesar 1,19%, rata-rata error pembacaan tegangan AC sensor PZEM-004T sebesar 0,36%, rata-rata error pembacaan arus DC sensor PZEM 017 sebesar 4,3% dan rata-rata error pembacaan arus AC sensor PZEM-004T sebesar 1,35% dan pembacaan pada sensor tegangan DC sebesar 0,8%. Selain itu pada pengujian sensor water flow meter memiliki rata-rata sebesar 2,1%.

Kata Kunci: Pompa Irigasi, Panel Surya, Tegangan, Arus, Blynk

Abstract: Irrigation pumps with solar power generation can deliver water from low locations to high locations by mechanical means with solar power sources. This system will be able to monitor pump activity with solar power plants using Arduino as a microcontroller and many sensors such as DC voltage sensors, DC power sensors, AC power sensors and water flow sensors. The result of this system design is an irrigation pump monitoring system with a solar power plant (PLTS) with the blynk application where this application consists of 2 slides. The first slide contains 6 value displays that display indicators of solar panel voltage, solar panel current, load voltage, load current, water flow flowing by the pump, battery voltage and terminals. On slide 2 or the graph slide, there are 2 super charts where each super chart contains 4 charts which are updated every 1 second. This monitoring system device has been tested with several methods. For the average device error rate where the average error reading the DC voltage of the PZEM 017 sensor is 1.19%, the average error of reading the AC voltage of the PZEM-004T sensor is 0.36%, the average error of reading the DC current sensor PZEM 017 is 4.3% and the average error for reading the AC current of the PZEM-004T sensor is 1.35% and the reading on the DC voltage sensor is 0.8%. In addition, the water flow meter sensor test has an average of 2.1%.

Keywords: Irrigation Pump, Solar Panel, Voltage, Current, Blynk

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan/ Introduction

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak [1]. Irigasi pompa (lift irrigation) adalah suatu sisteim pengairan dengan mendistribusikan air dari tempat yang rendah ke tempat tinggi dengan pompa air yang merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau dalam hal ini air dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa atau saluran air dengan mengubah energi listrik menjadi mekanik [2]. Pompa air menggunakan listrik PLN atau energi terbarukan. Energi terbarukan ini adalah energi yang bersumber dari alam yang mampu dibuat kembali secara bebas, serta

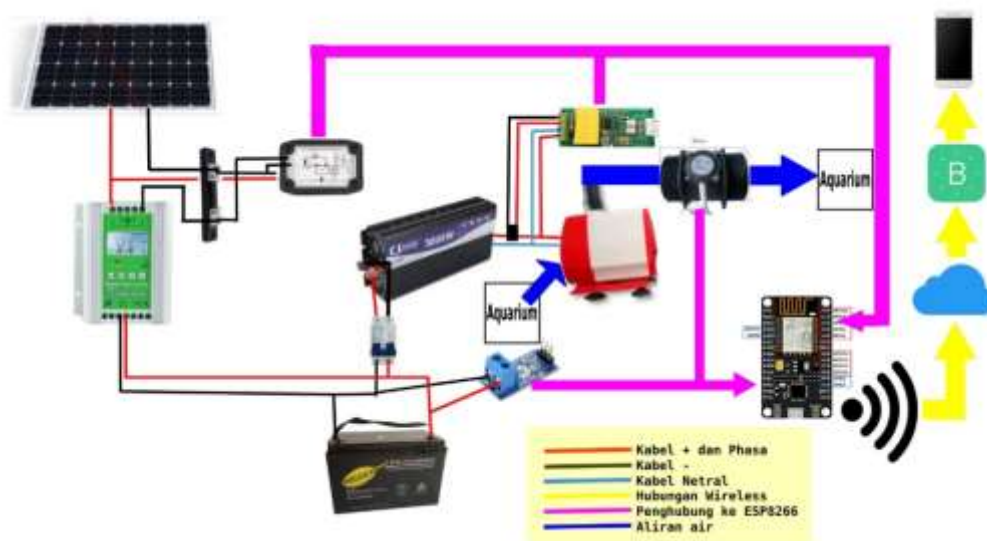
mampu diperbarui terus-menerus dan tak terbatas. Energi terbarukan adalah sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, [3] mampu diciptakan bertujuan memanfaatkan perkembangan teknologi yang semakin canggih, sehingga mampu menjadi sumber energi alternatif. Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan sangat baik pada zaman yang akan datang, karena tidak ada pengotoran yang dihasilkan selama metode perubahan energi, dan juga sumber energinya berlebihan terdapat di alam[4]. PLTS atau lebih dikenal dengan nama sel surya (sel fotovoltaik). Sel surya atau photovoltaic adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Efek photovoltaic ini ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954 peneliti menemukan untuk pertama kali sel surya silikon berbasis pn junction dengan efisiensi 6%. Sekarang [5]. PLTS sangat tepat di terapkan di area persawahan karena area persawahan sangat mudah mendapatkan sinar matahari langsung

Dengan Pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya sudah ada tetapi memiliki kekurangan yaitu tidak ada sistem monitoringnya. Dengan ini penulis tertarik memonitoring dan membuat simulasi pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga Surya berbasis aplikasi. Untuk memonitoring aktifitas pompa dengan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan melalui ESP8266 ini mempunyai processor dan memory yang dapat diintegrasikan dengan sensor dan aktuator melalui pin GPIO untuk melakukan kontrol dan juga pengolahan data [6] dan banyak sensor seperti sensor tegangan DC yang pada sensor ini menggunakan skema pembagi tegangan resistif [7], sensor daya DC yaitu PZEM 017 Modul ini bisa mengukur Tegangan, Arus, Daya dan Energi [4]. Prinsip kerja sensor ini yaitu modul PZEM017 mengukur voltase, arus, dan daya yang akan dikirimkan ke microcontroller terhubung dengan RS485 untuk dikerjakan dan data tertulis dikirimkan ke software yang di tuju melewati saluran internet [8]. sensor daya AC yaitu Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan AC, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik [9] dan sensor aliran air [10]. Monitoring ini berbasis aplikasi melalui handphone berupa angka dan grafik. Monitoring ini bisa dilakukan dengan jarak yang jauh tanpa harus datang ke tempat untuk mengefektifkan waktu. Monitoring ini bertujuan untuk mengambil data untuk menganalisis apakah komponen-komponen pada pompa irigasi dengan PLTS. Dari analisa memperoleh hasil daya dari panel surya dan mengetahui besar daya yang diperlukan oleh pompa sekaligus debit air yang di hasilkan pompa.

Metode/ Method

Dalam perangkat sistem monitoring pompa irigasi ini menggunakan ESP 8266 sebagai mikrokontroler dan untuk sensor ada sensor tegangan DC, modul PZEM-004T V3.0, modul PZEM-017 dan sensor water flow. Untuk komunikasi monitoring pompa irigasi menggunakan dihubungkan dengan jaringan seluler atau WiFi. Data sensor akan disimpan ke dan diakses melalui aplikasi Blynk dalam bentuk grafik dan angka.

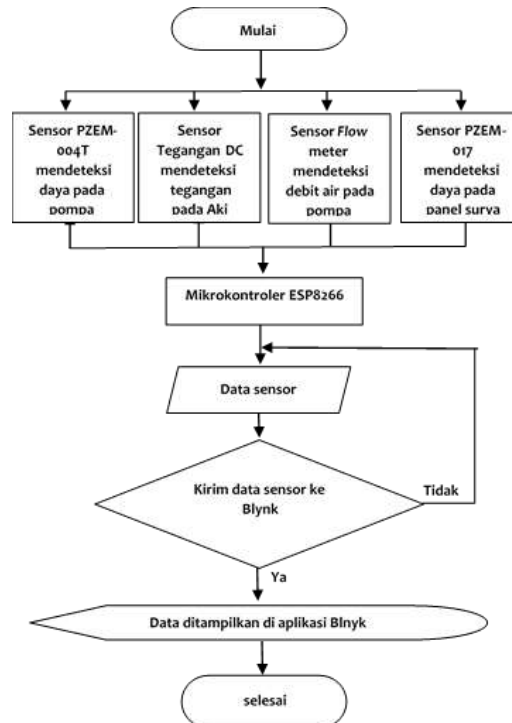
Rancangan Sistem



Gambar 1 Blok diagram Monitoring Pompa Irigasi dengan PLTS

Pada Gambar 1 adalah gambar pengambilan data dan posisi sensor rangkaian system monitoring Pompa Irigasi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dimana menggunakan panel surya 100 Wp sebagai sumber tegangan dan Aki 42 Ah yang bisa mensuplai daya sebesar 504 Watt. Untuk beban menggunakan beban 35 Watt dari pompa aquarium. Pada sistem monitoring menggunakan sensor tegangan DC, module PZEM-004T, sensor flow meter dan module PZEM-0017. Pada sensor tegangan DC membaca tegangan Aki, yang terhubung dengan output sensor. Pada vcc sensor terhubung dengan positif Aki dan gnd sensor terhubung dengan negatif aki, module PZEM-17 berfungsi sebagai sensor tegangan, daya dan arus DC. Sensor ini ada 4 pin output, untuk pin tegangan ada 2 dipasang di kaki positif dan negatif panel surya dan 2 pin lagi di pasang menggunakan shunt yang terhubung seri dengan negatif panel surya. 2 pin arus terhubung paralel pada shunt. Module PZEM-004T membaca tegangan dan arus AC dari inverter. Sensor ini ada 4 pin output, untuk pin tegangan ada 2 dipasang di fasa dan satu di netral pada output inverter. Untuk pin output arus dipasang di CT yang terpasang di fasa pada output inverter. Sensor flow meter atau water flow digunakan untuk menghitung distribusi air dan dipasang di keluaran pompa. Flowchart Alat Monitoring Pompa Irigasi Dengan PLTS ini merupakan Gambaran cara kerja sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS

Flow Chart Sistem Monitoring



Gambar 2 Flow Chart cara kerja

Diagram Gambar 2 menggambarkan proses kerja dari sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS secara otomatis. Pertama Sensor tegangan DC pada aki, module PZEM-017 pada panel surya, module PZEM-004T pada pompa irigasi dan sensor Flow meter memberi sinyal data melalui pin pada ESP8266. Data dari sensor tersebut diolah kembali oleh NodeMCU ESP8266 menjadi nilai tegangan panel surya, arus panel surya, tegangan Aki, tegangan beban AC, arus beban AC, dan debit air. Setelah itu menentukan apakah NodeMCU ESP8266 yang sudah mendapatkan seluruh data sensor terhubung dengan Blynk. Proses selanjutnya mengirimkan semua nilai data yang didapat untuk dikirimkan ke Blynk. Setelah itu data disimpan dan ditampilkan di Blynk berupa angka dan grafik.

Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui parameter dari seluruh alat ini. Dimana mikrokontroler ESP 8266 digunakan untuk pengolahan seluruh data yang didapatkan dari semua sensor, disamping itu ESP 8266 juga digunakan untuk mengirim data pada Blynk yang juga dapat diakses melalui

smartphone. Pengujian ini berfokus pada pengambilan data berupa arus, tegangan, suhu, intensitas cahaya dan flow. Disamping itu juga mencatat pengaruh intensitas cahaya dan suhu terhadap daya yang di hasilkan PLTS. Serta menghitung penggunaan daya pada beban.

1. Pengujian monitoring Pompa Irigasi dengan PLTS

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui besaran arus, tegangan dan daya yang dihasilkan PLTS, energi listrik yang digunakan menuju beban pompa dan aliran air dari pompa. Pemasangan Sensor - sensor dipasang seperti pada Gambar 3.3 lalu akan diamati melalui virtual.

2. Pengujian sensor

Pengujian ini bertujuan mengetahui keakuratan dari sensor arus dan tegangan, dan flow meter yang digunakan. Pengujian akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor melalui virtual dengan hasil pengukuran yang didapatkan dengan multimeter atau perhitungan menggunakan persamaan (1)

$$\%Error\ sensor = \frac{pengukuran\ multimeter - pengukuran\ sensor}{pengukuran\ multimeter} \times 100 \quad (1)$$

a) Pengujian PZEM-004T

Pengujian ini bertujuan mengetahui keakuratan dari sensor PZEM-004T dalam membaca arus dan tegangan AC. Pengujian akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor melalui virtual dengan hasil pengukuran yang didapatkan dengan AVO meter dan Tang Ampere.

b) Pengujian PZEM 017

Pengujian ini bertujuan mengetahui keakuratan dari sensor PZEM 017 dalam membaca arus dan tegangan DC. Pengujian akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor melalui virtual dengan hasil pengukuran yang didapatkan dengan AVO meter.

c) Pengujian sensor tegangan

Pengujian ini bertujuan mengetahui keakuratan dari sensor dalam membaca tegangan DC. Pengujian akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor melalui virtual dengan hasil pengukuran yang didapatkan dengan AVO meter.

d) Pengujian Flow meter

Pengujian ini bertujuan mengetahui keakuratan dari sensor Flow meter dalam membaca kecepatan debit air. Pengujian akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor melalui virtual dengan hasil perhitungan air yang di keluarkan dalam 1 menit.

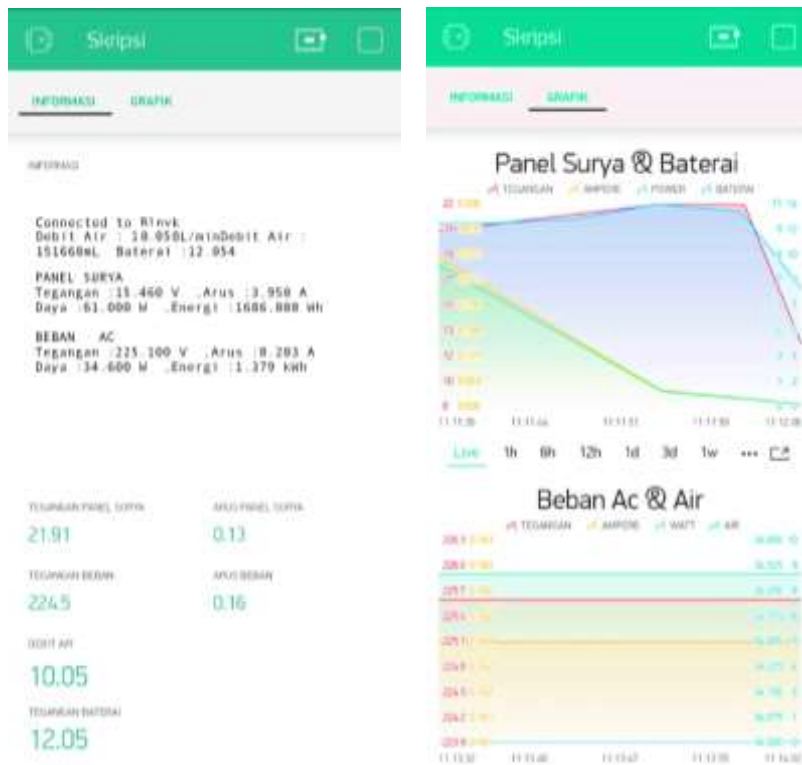
Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion



Gambar 3 Implementasi Hardware

Dari hasil hardware dan software yang sudah dilakukan, dapat dianalisa beberapa hal terkait implementasi sistem tersebut. Didalam kotak Mikrokontroler & Sensor pada Gambar 3 terdapat mikrokontroler dan sensor -sensor yang memonitoring pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Yang dimana terdiri dari ESP 8266 pada tengah atas berwarna hitam sebagai mikrokontroler, PZEM 004T sebagai

sensor tegangan dan arus AC pada bagian kanan bawah kotak, PZEM 017 sebagai sensor tegangan dan arus DC pada bawah ESP 8266 berwarna hitam. Selain itu terdapat sensor tegangan DC di sebelah kiri ESP 8266, ada shunt 50 A di sebelah PZEM 017 dan rs485 sebagai penghubung antara ESP 8266 dan PZEM 017 di antara PZEM 017 dan PZEM-004T. Untuk bagian luar terdapat MPPT pengatur pengisian Accumulator/Baterai yang bersumber dari panel surya pada bagian kiri atas, di bawahnya terdapat kotak mikrokontroler dan sensor – sensor yang yang memonitoring tegangan dan arus. Selain itu di tengah ada inverter pengubah tegangan DC ke AC dan pada bagian kanan berupa lampu dan stop kontak. Pada stop kontak terhubung dengan pompa pada bagian kanan bawah Gambar. Untuk penyimpanan daya DC menggunakan aki 42 Ah terlihat pada Gambar di bagian tengah bawah. Flow meter yang terletak pada kanan pompa sebagai pembaca debit air.



(slide 1) (slide 2)
Gambar 4 Implementasi Software

Data yang didapat dari sensor-sensor yang terhubung pada mikrokontroler ini akan diproses oleh mikrokontroler ESP8266 untuk dapat ditampilkan pada Blynk dan disimpan di server Blynk. Dari data yang sudah terkirim pada blynk kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan display value untuk dapat dipantau dari jarak jauh. Hasil software yaitu menggunakan Blynk yang berfungsi sebagai penyimpanan data dan menampilkan data pada smartphone dari pembacaan sensor yang telah di dapat. Pada slide pertama terdapat informasi pembacaan sensor dan informasi terhubungnya mikrokontroler dengan blynk. Pada slide ke 2 terdapat grafik panel surya, beban, baterai dan debit air. Selain itu data pada grafik bisa di kirim melalui gmail yang terdaftar pada aplikasi Blynk.

Tujuan dilakukannya pengambilan data sensor dan Pengujian pada penelitian ini untuk mengetahui keakuratan dari sensor yang digunakan serta mengetahui kinerja dari alat monitoring sistem pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berbasis aplikasi. Metode Pengujian dilakukan dengan mencatat data sensor yang ditampilkan secara virtual lalu dibandingkan dengan hasil terukur menggunakan multimeter, sehingga diketahui untuk persentase error sensor yang digunakan, yang akan ditunjukkan pada persamaan berikut. Berdasarkan dari pengujian semua sensor yang dilakukan selama 7 hari didapatkan rata-rata error dalam sehari. Pada pengujian. Dari rata-rata tersebut akan dicari kembali untuk rata-rata error dalam 7 hari.

Table 1 Hasil Pengujian PZEM 017

Rata-rata Error Sensor PZEM 017		
Hari Ke	Persentase Error Tegangan (%)	Persentase Error Arus (%)
1	0,58	6,89
2	0,99	3,11
3	0,61	5,64
4	1,29	4,23
5	1,28	3,14
6	1,65	3,54
7	1,93	3,54
Rata - Rata	1,19	4,30

Berdasarkan dari Tabel 1 hasil pengujian sensor PZEM-004T dengan alat ukur standar yang telah didapatkan tersebut, maka sensor PZEM-004T yang digunakan pada rancangan sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS. Mendapatkan presentase nilai error arus pada panel surya didapatkan nilai berkisar pada 3,11% - 6,89% dan nilai error tegangan pada panel surya didapatkan nilai berkisar pada 0.58% - 1,93% yang terlihat pada Gambar 4.54 . Hasil error pada sensor yang dibandingkan dengan alat ukur standar berupa multimeter sangat kecil, dimana untuk rata-rata error nilai arus sensor sebesar 4,3% dan untuk rata-rata nilai error tegangan pada sensor yaitu sebesar 1,19%

Table 2 Hasil Pengujian Sensor Tegangan DC

Rata-rata Error Sensor Tegangan	
Hari Ke	Persentase Error Tegangan (%)
1	1,35
2	0,59
3	0,63
4	0,98
5	0,72
6	0,79
7	0,58
Rata - Rata	0,80

Berdasarkan dari Tabel 2 hasil pengujian Sensor Tegangan DC dengan alat ukur standar yang telah didapatkan tersebut, maka Sensor Tegangan DC yang digunakan pada rancangan sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS. Mendapatkan presentase nilai error tegangan pada aki didapatkan nilai berkisar pada 0.58% - 1,35% yang terlihat pada Gambar 4.55 . Hasil error pada sensor yang dibandingkan dengan alat ukur standar berupa multimeter sangat kecil, dimana untuk rata-rata error pada 7 hari dari tegangan pada sensor yaitu sebesar 0.80%.

Table 3 Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Rata-rata Error Sensor PZEM-004T		
Hari Ke	Persentase Error Tegangan (%)	Persentase Error Arus (%)
1	0,27	1,42
2	0,35	0,94
3	0,39	1,02
4	0,45	1,20
5	0,34	2,39
6	0,35	0,91
7	0,37	1,56
Rata - Rata	0,36	1,35

Berdasarkan dari Tabel 3 hasil pengujian sensor PZEM-004T dengan alat ukur standar yang telah didapatkan tersebut, maka sensor PZEM-004T yang digunakan pada rancangan sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS. Mendapatkan presentase nilai error arus pada beban AC didapatkan nilai berkisar pada 0,91% - 1,56% dan nilai error tegangan pada beban AC didapatkan nilai berkisar pada 0,27% - 0,45% yang terlihat pada Gambar 4.56 . Hasil error pada sensor yang dibandingkan dengan alat ukur standar berupa multimeter sangat kecil, dimana untuk rata-rata error nilai arus sensor selama 7 hari sebesar 1,35% dan untuk rata-rata nilai error tegangan pada sensor yaitu sebesar 0,36%.

Table 4 Hasil Pengujian Sensor *Water Flow*

No	Percobaan	Flow meter virtual (L/min)	Pengukuran Manual (L/min)	Error sensor (%)
1	ke 1	10,9	10,85	0,5
2	ke 2	10,4	10,35	0,5
3	ke 3	10,5	10,12	3,8
4	ke 4	10,403	10,3	1,0
5	ke 5	10,2	9,9	3,0
6	ke 6	10,4	10,1	3,0
7	ke 7	10,612	10,25	3,5
8	ke 8	10,54	10,4	1,3
9	ke 9	10,61	10,45	1,5
10	ke 10	10,75	10,4	3,4
Rata-rata		10,5315	10,312	2,1

Berdasarkan Tabel 4 pengujian sensor flow meter pada debit air didapatkan selisih yang variatif. Selisih nilai debit pada sensor dengan pengukuran manual menggunakan gelas takar berkisar pada 0,05 – 0,38 L/menit. Selain itu sensor untuk rata – rata pembacaan sensor 10,53 L/ menit dan pengukuran manual sebesar 10,31 L/menit Berdasarkan dari pengujian sensor flow meter yang dilakukan selama 1 menit sebanyak 10 kali didapatkan rata-rata terkecil pada percobaan pertama dan kedua sebesar 0,05% dan terbesar pada percobaan ketiga sebesar 3,8%. Dimana untuk rata-rata error sensor dengan percobaan sebanyak 10 kali sebesar 2,1%.

Simpulan/ Conclusion

1. Perancangan sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS berhasil dibuat. yang dimana sistem ini terdiri dari 2 bagian alat yaitu simulasi pompa irigasi dengan PLTS pada gambar 3 (a) dan kotak panel pada Gambar 3 (b) Pada alat mikrokontroller dan sensor yang berada kotak panel dapat terhubung pada simulasi pompa irigasi dengan PLTS. Sistem monitoring pompa irigasi dengan PLTS dapat membaca dan mengirim data tegangan dan arus panel surya, tegangan aki, debit air, tegangan dan arus beban. Semua parameter dapat di pantau melalui aplikasi Blynk.
2. Dari pengujian modul PZEM 017 pada Tabel 1 memiliki nilai rata-rata error sensor pengukuran tegangan dan arus panel surya sebesar 1,19% dan arus sebesar 4,3%. Sedangkan module PZEM-004T pada Tabel 2 menghasilkan nilai rata-rata error sensor tegangan AC sebesar 0,36% dan arus AC sebesar 1,35%. Pada sensor tegangan DC pada Tabel 3 yang mengukur tegangan Aki memiliki error sensor sebesar 0,8% dan Sensor flow meter sebesar 2,1% terlihat pada pada Tabel 4 Dari data bisa disimpulkan bahwa modul PZEM-004T memiliki nilai error terkecil pada pengukuran tegangan AC dan yang terbesar ada pada module PZEM 017 pada pengukuran arus DC tetapi semua Sensor masih dalam kategori sangat akurat.
3. Dari perancangan sistem monitoring pompa irigasi dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menghasilkan parameter data tegangan panel surya DC, tegangan beban AC, arus panel surya DC, arus beban AC, tegangan Aki dan flow meter terlihat pada Gambar 4 Dari parameter tersebut kemudian ditampilkan pada aplikasi Blynk berupa display value dan data grafik yang dapat diakses menggunakan smartphone. Selain itu menghasilkan data Tabel yang bisa di download melewati gmail yang terdaftar pada aplikasi Blynk. Data tersebut bisa di liat menggunakan aplikasi excel.

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Sampaikan terima kasih kepada para pihak yang mendukung penelitian dan pemberi data.

Journal Article

- [1] y Bungaran, H. and Exaudi, "Perencanaan Jaringan Irigasi Sekunder Daerah Irigasi Lebak Semendawai Kabupaten Oku Timur Provinsi Sumatera Selatan," *Jur. Tek. Sipil Politek. Negeri Sriwij. Palembang*, p. 55, 2015.
- [2] Kasmir, "Analisis Pemanfaatan Pompa Air Untuk Irigasi Di Desa Rato Kecamatan Bolo Kabupaten Bima," *Skripsi*, 2019, [Online]. Available: <http://repository.ummat.ac.id/441/>
- [3] H. Assiddiq et al., "STUDI PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN BERBASIS SEL FOTOVOLTAIK UNTUK MENGATASI KEBUTUHAN LISTRIK RUMAH SEDERHANA DI DAERAH TERPENCIL".
- [4] I. Wiguna, F. Damsi, and I. Luthfi, "Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (lot)," *Electro Natl. Conf.*, vol. 1, no. 1, pp. 217–223, 2021.
- [5] M. Usman, "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2020, doi: 10.30591/polektr.v9i2.2047.
- [6] S. R. OKTAVIA, "RANCANG BANGUN DAN MONITORING METER PDAM DIGITAL MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS SMARTPHONE," *Progr. Stud. D3 Fis. Fak. Mat. DAN ILMU Pengetah. ALAM Univ. SUMATERA UTARA MEDAN*, 2021.
- [7] J. Hutagalung and U. F. Sari, "Penerapan Metode K-Means dan MOORA dalam Penerimaan Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS)," *InfoTekJar J. Nas. Inform. ...*, vol. 1, 2021, [Online]. Available: <https://www.jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/4093>
- [8] A. F. Haykal, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Sistem Monitor Performance Panel Surya Secara Real Time Berbasis lot," 2021.
- [9] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/semnaspnl/article/view/1694>
- [10] E. Saputra, M. Kabib, and B. S. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino," *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 73–80, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i1.3089.
- [1] y Bungaran, H. and Exaudi, "Perencanaan Jaringan Irigasi Sekunder Daerah Irigasi Lebak Semendawai

- Kabupaten Oku Timur Provinsi Sumatera Selatan,” *Jur. Tek. Sipil Politek. Negeri Sriwij. Palembang*, p. 55, 2015.
- [2] Kasmir, “Analisis Pemanfaatan Pompa Air Untuk Irigasi Di Desa Rato Kecamatan Bolo Kabupaten Bima,” *Skripsi*, 2019, [Online]. Available: <http://repository.ummat.ac.id/441/>
- [3] H. Assiddiq *et al.*, “STUDI PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN BERBASIS SEL FOTOVOLTAIK UNTUK MENGATASI KEBUTUHAN LISTRIK RUMAH SEDERHANA DI DAERAH TERPENCIL”.
- [4] I. Wiguna, F. Damsi, and I. Luthfi, “Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (Iot),” *Electro Natl. Conf.*, vol. 1, no. 1, pp. 217–223, 2021.
- [5] M. Usman, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya,” *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2020, doi: 10.30591/polektr.v9i2.2047.
- [6] S. R. OKTAVIA, “RANCANG BANGUN DAN MONITORING METER PDAM DIGITAL MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS SMARTPHONE,” *Progr. Stud. D3 Fis. Fak. Mat. DAN ILMU Pengetah. ALAM Univ. SUMATERA UTARA MEDAN*, 2021.
- [7] J. Hutagalung and U. F. Sari, “Penerapan Metode K-Means dan MOORA dalam Penerimaan Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS),” *InfoTekJar J. Nas. Inform. ...*, vol. 1, 2021, [Online]. Available: <https://www.jurnal.uisu.ac.id/index.php/infotekjar/article/view/4093>
- [8] A. F. Haykal, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, “Sistem Monitor Performance Panel Surya Secara Real Time Berbasis Iot,” 2021.
- [9] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, “Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/semnaspnl/article/view/1694>
- [10] E. Saputra, M. Kabib, and B. S. Nugraha, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino,” *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 73–80, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i1.3089.
- Earl Gates, *Introduction to Basic Electricity and Electronics Technology*. New York: Delmar, 2014.