JURNAL TEKNIK
Volume 19, No. 2, Desember 2021
P-ISSN : 1693-6191 E-ISSN : 2715-7660 DOI : https://doi.org/10.37031/jt.v19i2.185

Analisa Pengembangan Sistem Pemantau Daya Listrik Berbasis IoT

[1]Fenty Pandansari, [2]Hoedi Prasetyo, [3]Yustina Tri Tularsih

[1,2,3] Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1, Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145, (0271) 714466
e-mail: fenty.pandansari@atmi.ac.id

Abstrak

Alat pemantau daya berbasis IoT merupakan perangkat yang tersusun dari sensor CT dengan tipe SCT-013, AC-AC power adapter, Arduino, dan Raspberry Pi. Alat tersebut digunakan untuk memantau tegangan, arus, frekuensi, daya nyata, daya semu dan faktor daya dengan besaran yang diukur yaitu tegangan, arus dan frekuensi. Proses pengukuran dan pemantauan dilakukan dengan tujuan untuk melakukan konservasi, mengontrol kualitas dan penggunaan energi listrik. Pada proses pengukuran dan pemantauan, keakurasian alat merupakan hal yang sangat penting karena berkaitan erat dengan kualitas energi listrik. Penelitian ini menyajikan tentang analisis tingkat akurasi alat pemantau daya terhadap perubahan tegangan, arus dan frekuensi sumber. Metode yang digunakan adalah dengan membuat besar tegangan, arus dan frekuensi yang digunakan sebagai masukan ke sistem menjadi bervariasi dan membandingkan hasil pengukuran alat pemantau daya dengan Multimeter Fluke True RMS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi pada alat pemantau daya berbasis IoT pada parameter tegangan sebesar 99,1%, parameter arus 98,75%-99,25% dan frekuensi sebesar 100%, sehingga sangat baik digunakan untuk mengukur kualitas energi listrik.

Kata kunci: alat pemantau daya, kualitas, akurasi, energi listrik

Abstract

The IoT-based power monitoring device is a device composed of a CT sensor of type SCT-013, an AC-AC power adapter, an Arduino, and a Raspberry Pi. The tool is used to monitor voltage, current, frequency, real power, apparent power and power factor. The measured basic quantities are voltage, current, and frequency. The purpose of the measurement and monitoring processes is to conserve, control the quality, and control the use of electrical energy. In the measurement and monitoring process, tool accuracy is very important because it is closely related to the quality of electrical energy. This study presents an analysis of the accuracy of the power monitoring tool according to the variations in voltage, current, and frequency at the source. The method used is to vary the voltage, current and frequency used as input to the system and compare the measurement results of the power monitor with the Fluke True RMS Multimeter. The test results show that the level of accuracy of the IoT-based power monitoring device on the voltage parameter is 99.1%, the current parameter is 98.75%-99.25% and the frequency is 100%, so it is a proper tool to measure the quality of electrical energy.

Keywords*: power monitoring device, quality, accuracy, electrical energy*

Diterima 30 September 2021
Disetujui 17 November 2021
Dipublikasi 31 Desember 2021

©2021 Fenty Pandansari, Hoedi Prasetyo, Yustina Tri Tularsih
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada Era Industri 4.0 membawa tren pemanfaatan sepenuhnya teknologi informasi dan komunikasi. Lima teknologi yang dikembangkan dan menjadi pilar utama saat ini adalah *Internet of Things* (IoT), *Big Data, Artificial Intelegence*, *Cloud Computing* dan *Additive Manufacturing* (Kementerian Komunikasi dan Informatika RI Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, 2020).

Internet of Things (IoT) merupakan infrastruktur jaringan global yang menghubungkan perangkat keras dan virtual melalui pemanfaatan data (PT Cloud Hosting Indonesia, 2019). Adanya teknologi Iot memungkinkan banyak objek dapat dikendalikan dari jarak jauh sehingga dapat meningkatkan efisiensi, akurasi dan manfaat ekonomi (Santoso, Prajogo, & Mursid, 2018). Beberapa produk IoT diantaranya Zigbee, Wifi dan Bluetooth. Wifi memiliki kekurangan pada konsumsi daya dan keamanannya, namun memiliki kelebihan di jarak komunikasi dan kecepatan transmisi (http://www.lifud.com, 2021; https://www.owon-smart.com, 2021). Berbagai sektor yang banyak memanfaatkan IoT antara lain monitoring, pengelolaan infrastruktur, sensor peralatan, bidang Kesehatan dan otomasi (Anggaranie, 2017). Salah satu implementasi IoT pada sektor monitoring dapat dilihat pada alat pemantau daya (Ahdan & Susanto, 2021; Mudaliar & Sivakumar, 2020; Prayitno, Palupiningsih, & Agtriadi, 2019; Purwania, Kumara, & Sudarma, 2020; Zaini, Safrudin, & Bachrudin, 2020).

Alat pemantau daya merupakan perangkat yang digunakan untuk mendapatkan berbagai informasi yang berkaitan dengan pengukuran parameter listrik (Handarly & Lianda, 2018). Adanya alat pemantau daya membuat kualitas dan penggunaaan energi listrik dapat dimonitor secara *realtime* (Cahyo, Ubaidillah, & Ibadillah, 2018; Lianda, Handarly, & Adam, 2019). Kolaborasi IoT dan alat pemantau daya banyak dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, memudahkan proses pendeteksian, pengambilan dan analisis kualitas daya (Aldiansyah, Apriani, & Saleh, 2021; Biasrori, Arimbawa, & W, 2019; Damanik, Suratmadji, & K, 2020; Handarly & Lianda, 2018; Putri, Junfithrana, Widjaya, Ningsih, & Anggriawa, 2020; Lianda, Handarly, & Adam, 2019; Nasar, Setyawan, Faruq, & Sulistiyowati, 2019; Santoso, Prajogo, & Mursid, 2018).

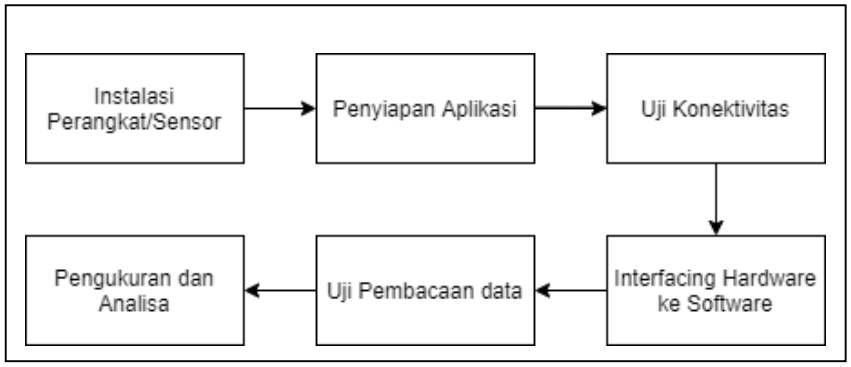
Pada beberapa literasi, uji performansi sistem *monitoring* selalu dihubungkan dengan tingkat akurasi (Handarly & Lianda, 2018; , Handarly, & Adam, 2019; Nasar, Setyawan, Faruq, & Sulistiyowati, 2019; Santoso, Prajogo, & Mursid, 2018). Akurasi merupakan ukuran kemampuan sebuah instrumen atau perangkat untuk menghasilkan nilai pengukuran secara tepat (National Instruments Corp, 2019). Beberapa uji akurasi hasil pengukuran tegangan dan arus pada alat pemantau daya sudah dilakukan (Handarly & Lianda, 2018; Lianda, Handarly, & Adam, 2019; Nasar, Setyawan, Faruq, & Sulistiyowati, 2019; Pratama & Ali, 2019), namun tegangan yang diujikan tidak bervariasi sehingga respon alat terhadap tegangan yang drop belum diketahui dan alat pemantau daya memiliki parameter lain yang perlu diuji tingkat akurasinya.

Pada penelitian ini akan diuji tingkat akurasi pengukuran sistem pada alat pemantau daya berbasis IoT. Alat pemantau daya berbasis IoT yang diuji merupakan perangkat yang terdiri dari 3 buah sensor CT, 1 buah AC-AC 220V to 9V, Arduino,

Raspberry Pi dan memanfaatkan wifi untuk koneksi ke gawai. Perangkat ini pernah diuji tingkat akurasi pengukuran arusnya terhadap kalibrasi *interface* (Prasetyo, Tularsih, & Pandansari, 2021), namun belum pernah diuji tingkat akurasinya terhadap perubahan tegangan, arus dan frekuensi.

Metode

Penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu instalasi perangkat/sensor, penyiapan aplikasi, uji konektivitas, interfacing hardware ke software, uji pembacaan data dan pengukuran serta analisa. Aplikasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan IoT dashboard yang dapat diakses dengan web browser dan dibangun menggunakan perangkat lunak Node-RED. Pada tahapan uji konektivitas dipastikan bahwa semua perangkat lunak dan alat dapat berfungsi dengan baik. Tahapan pada penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1.



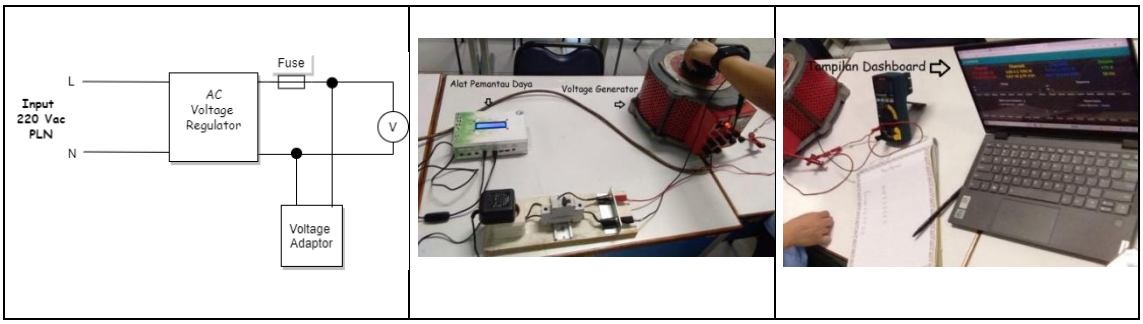
Gambar 1. Diagram Alir Analisa Pengembangan Sistem pemantau Daya

Metode yang digunakan untuk proses pengukuran data melalui tiga skenario yaitu

Instalasi perangkat/sensor dilakukan dengan beberapa skenario yaitu

1. Instalasi perangkat tanpa beban

Proses ini dilakukan untuk menguji akurasi pengukuran tegangan yang dilakukan oleh sistem. Tegangan yang akan diukur dibuat bervariasi dari 75 – 220 Vac dengan menggunakan voltage regulator.

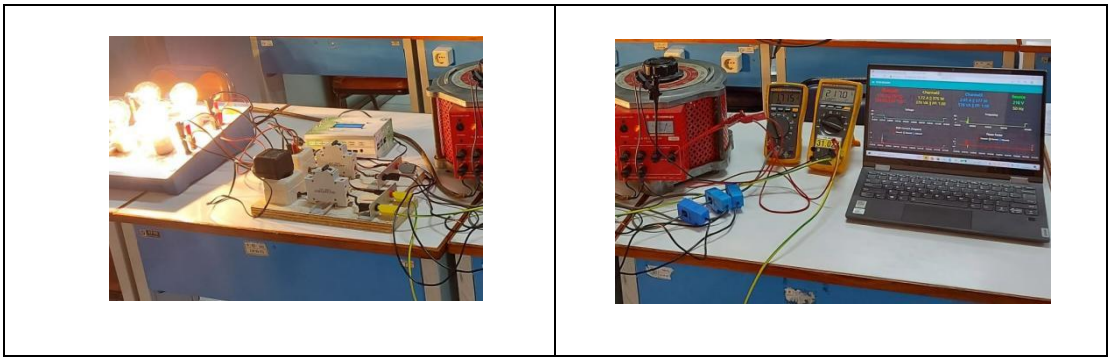


(a) (b) (c)

Gambar 2. Uji akurasi pengukuran tegangan: (a) Diagram Blok Uji Perangkat Tanpa Beban (b) Foto pengukuran (c) Tampilan Dashboard pengukuran tegangan

2. Instalasi dengan beban.

Pada skenario ini ditambahkan beban pada sistem. Beban diatur sedemikian hingga agar didapat nilai arus yang bervariasi.

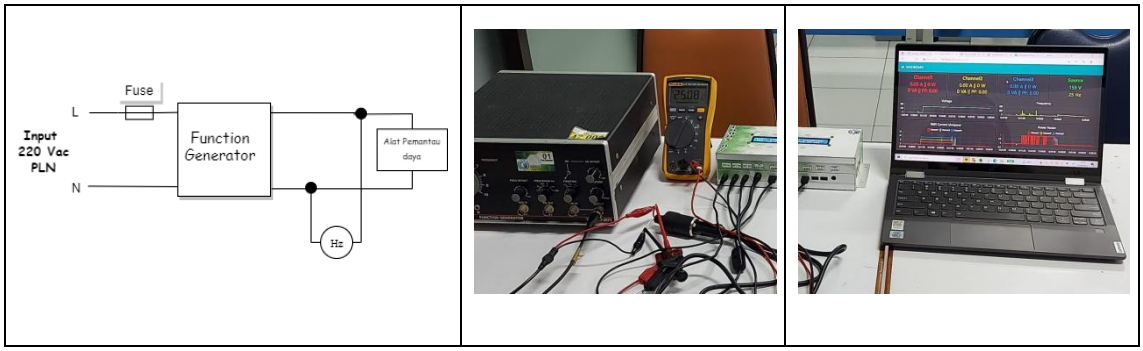


(a) (b)

Gambar 3. Diagram Blok Instalasi untuk pengukuran arus: (a) Foto pengukuran Arus (b) Tampilan Dashboard pengukuran Arus

3. Instalasi dengan menggunakan *function generator* dan tanpa beban

Skenario berikutnya adalah dengan menghubungkan sumber tegangan PLN dengan function generator agar didapat nilai frekuensi yang bervariasi.



(a) (b) (c)

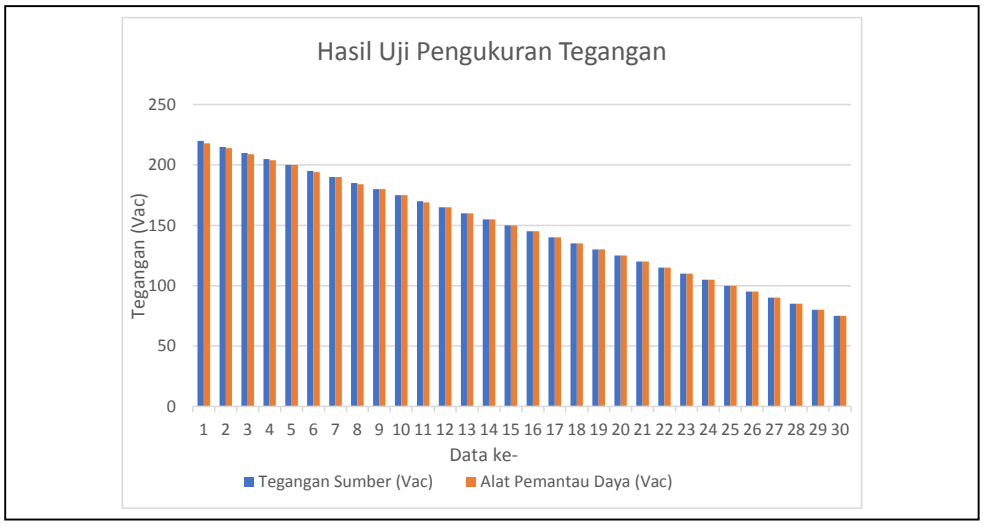
Gambar 4. Instalasi untuk pengukuran frekuensi: (a) Diagram Blok Pengukuran Frekuensi (b) Foto pengukuran (c) Tampilan Dashboard pengukuran Frekuensi

Proses pengukuran untuk pengambilan data dilakukan sewaktu, sehingga terkait uji ketahanan alat belum dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Pada skenario pertama data hasil uji pengukuran tegangan pada alat pemantau daya dibandingkan dengan multimeter Fluke True RMS yang mewakili nilai tegangan sumber ditunjukkan pada Gambar 5.



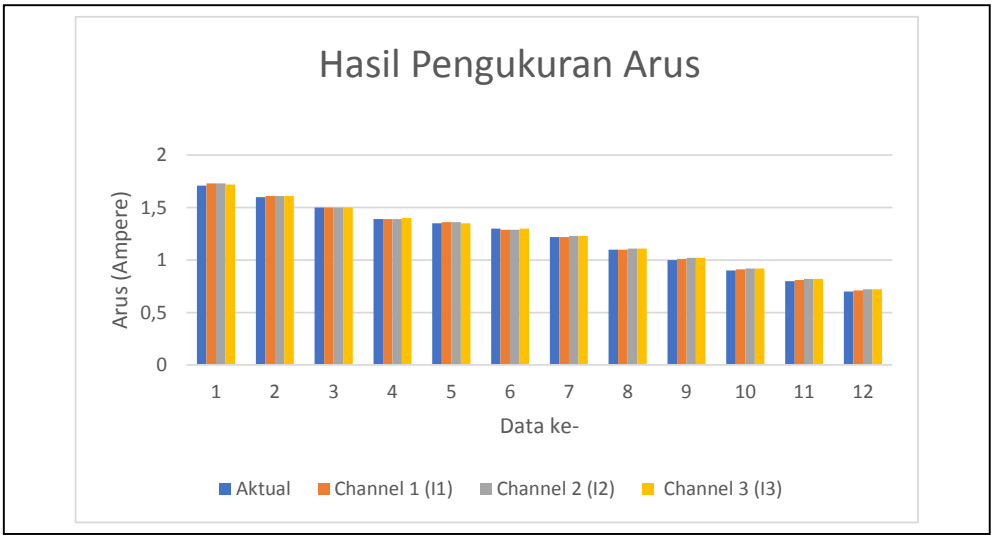
Gambar 5. Hasil Uji Akurasi Pengukuran Tegangan

Perbandingan antara nilai pengukuran tegangan dengan nilai aktual dari sumber menunjukan bahwa pengukuran tegangan sumber dengan menggunakan multimeter Fluke True RMS berhimpit dengan hasil pengukuran dari sistem pemantau daya berbasis IoT. Data yang dihasilkan ditunjukkan pada Table 1.

Tabel 1. Hasil uji akurasi pengukuran tegangan

Jumlah data	Rentang Pengukuran	Selisih nominal	Percent error
30	75 – 220 Vac	mean = 0,27 min = 0 max = 2,00	mean = 0,13 % min = 0 % max = 0,90 %

Untuk proses uji akurasi pengukuran arus, digunakan 3 channel, dimana I_1 merupakan pengukuran menggunakan sensor arus SCT-013 5A, I_2 menggunakan sensor arus SCT-013 10A dan I_3 merupakan pengukuran menggunakan sensor arus SCT-013 15A dengan lokasi pengukuran pada posisi yang sama. Data hasil pengukuran arus ditunjukkan pada Gambar 6.



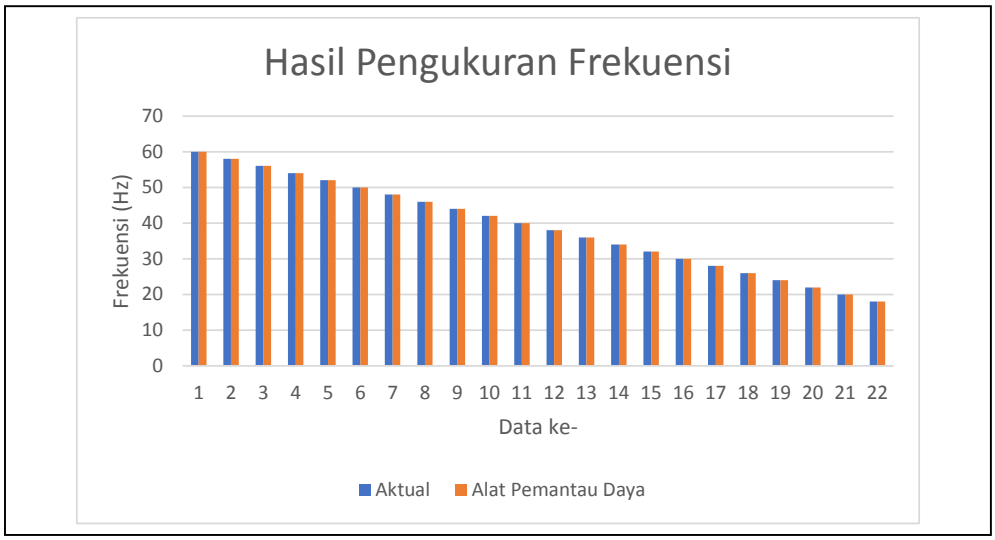
Gambar 6. Hasil Pengukuran Arus dari 3 Channel

Rekapitulasi hasil pengukuran arus dari 3 channel ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji akurasi pengukuran Arus

Jumlah data	Rentang Pengukuran	Percent error (%)		
		I_1	I_2	I_3
12	0,71 – 1,73 A	mean = 0,75 min = 0 max = 2	mean = 1,25 min = 0 max = 2	mean = 1,08 min = 0 max = 2

Hasil pengukuran frekuensi pada alat pemantau daya dengan range frekuensi sumber 18 -60 Hz ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Frekuensi pada Alat Pemantau Daya

Dari hasil pengukuran frekuensi pada alat pemantau daya, dari 22 data yang digunakan sebagai sample dengan rentang frekuensi 18-60 Hz diperoleh percent error sebesar 0%. Pengukuran frekuensi pada alat pemantau daya ini memiliki hasil yang sama dengan hasil pengukuran pada multimeter pembanding.

Pembahasan

Pada Gambar 5 ditunjukkan hasil pengukuran tegangan pada alat pemantau daya dibandingkan dengan nilai tegangan sumber. Nilai yang diujicobakan bervariasi antara 75 – 220 Vac. Dari 30 nilai yang diujikan terlihat bahwa nilai tegangan terukur berada pada posisi berhimpit dengan tegangan sumber. Pada Tabel 1, terlihat bahwa error yang terjadi bervariasi dari 0 – 2 Vac dengan rata-rata error sebesar 0,27 Vac. Dalam presentase range kesalahan yang terukur sebesar 0 – 0,90% dan nilai rerata error 0,13% (ditunjukkan dengan nilai *min, max dan mean percent error* pada table 1) sehingga tingkat akurasi minimum pengukuran tegangan mencapai 99,1% Uji akurasi tegangan alat pemantau daya terhadap tegangan dinyatakan akurat (Pratama & Ali, 2019).

Gambar 6, menunjukkan hasil pengukuran arus pada 3 channel yang mengukur aliran arus pada rangkaian yang sama. Pada proses uji akurasi pengukuran arus, range rerata error yang diperoleh dari 3 chanel adalah 0,75%, 1,25%, 1,08% sehingga tingkat akurasi *channel* 1 sebesar 99,25%, *channel 2* sebesar 98,75% dan *channel* 3 sebesar 98,92%-Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa penggunaan sensor SCT-013 pada alat pemantau daya berbasis IOT dengan kalibrasi menunjukkan nilai yang akurat (Lianda, Handarly, & Adam, 2019; Suteja & Antara, 2021). Pengukuran arus dengan rata-rata error atau kesalahan yang terjadi dengan nilai dibawah 5% masih dianggap wajar dan dapat diterima (Prasetyo, 2021).

Pada tahap pengujian terhadap perubahan frekuensi dalam range 18 – 60 Hz, alat *monitoring* daya menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dengan *error* 0%. Akurasi frekuensi meter dikategorikan sangat baik ketika berada dibawah nilai 0,03% sehingga dapat memenuhi kebutuhan akuisisi data (Purwowibowo & Prakosa, 2015)

Kesimpulan

Dari hasil uji akurasi pengukuran, didapat kesimpulan bahwa alat pemantau daya memiliki tingkat akurasi sangat baik sehingga dapat digunakan untuk menentukan kualitas energi listrik bahkan pada saat tegangan sumber mengalami drop. Pada range pengukuran tegangan 75-220 Vac, alat memiliki rata-rata tingkat akurasi minimum sebesar 99,1%. Untuk hasil pengukuran arus pada 3 channel, tingkat akurasi yang dicapai antara 98,75%-99,25%. Alat Pemantau Daya juga dapat bekerja dengan sangat baik pada rentang pengukuran frekuensi 18-60Hz.

Saran

Sebaiknya proses uji akurasi juga dilakukan pada parameter faktor daya dan dilakukan secara *real* di industri dalam jangka waktu yang lama sehingga dapat diukur pula ketahanan dari alat pemantau daya.

Daftar Pustaka

Ahdan, S., & Susanto, E. R. (2021). Implementasi Dashboard Smart Energy Untuk Pengontrolan Rumah Pintar Pada Perangkat Bergerak Berbasis Internet of Things. *Jurnal TEKNOINFO Vol.15 No. 1*, 26-31.

Aldiansyah, Apriani, Y., & Saleh, Z. (2021). *Monitoring* Arus dan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Internet Of Things. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi Vol. 8, No. 2*, 889-896.

Anggaranie, G. (2017, November 03). *https://supplychainindonesia.com/manfaat-internet-of-*things-*dan-potensinya-dalam-sektor-logistik-dan-transportasi/*.

Retrieved from https://supplychainindonesia.com: https://supplychainindonesia.com/manfaat-internet-of-things-dan-potensinya-dalam-sektor-logis

Biasrori, R., Arimbawa, I. A., & W, I. W. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Konsumsi Listrik Dengan Implementasi IoT dan Fuzzy Rule Mining. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 60-69.

Cahyo, M. D., Ubaidillah, A., & Ibadillah, A. F. (2018). Rancang bangun Sistem Proteksi dan *Monitoring* Energi Listrik Berbasis Mikrokontroller Menggunakan Visual Studio Uji Coba diakses di PT. Pancawana Indonesia. *CYCLOTRON* , 1-6.

Damanik, I. A., Suratmadji, & K, A. J. (2020). Monitoring Energi Secara Realtime pada Mesin Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik Vol.10, No.1*, 1-8.

Handarly, D., & Lianda, J. (2018). Sistem *Monitoring* Daya Listrik Berbasis IoT. *Journal of Eletrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE) Vol 3 No 2*, 205-208.

http://www.lifud.com. (2021, 10 15). Retrieved from http://www.lifud.com: http://www.lifud.com/news/129

https://www.owon-smart.com. (2021, January 19). Retrieved from https://www.owon-smart.com: https://www.owon-smart.com/news/difference-between-wifi-bluetooth-and-zigbee-wireless/

Kementerian Komunikasi dan Informatika RI Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika. (*2020*, Januari 28). *https://aptika.kominfo.go.id/2020/01/revolusi-industri-4-0/*. Retrieved from https://aptika.kominfo.go.id: https://aptika.kominfo.go.id/2020/01/revolusi-industri-4-0/

Lianda, J., Handarly, D., & Adam. (2019). Sistem *Monitoring* Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol 4, No 1*, 79-84.

Mudaliar, M. D., & Sivakumar, N. (2020). IoT based real time energy monitoring system using Raspberry Pi. *Internet of Things*, 1-16.

Nasar, M., Setyawan, N., Faruq, A., & Sulistiyowati, I. (2019). *A SImple Real-Time Energy Analytics Model for Smart Building Using Open IoT Platforms*. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi (JET), Vol. 19, No. 2*, 83-90.

National Instruments Corp. (2019, Maret 14). *https://www.ni.com/en-id/innovations/white-papers/06/understanding-instrument-specifications----how-to-make-sense-out.html#section--1769825186*. Retrieved from https://www.ni.com/: https://www.ni.com/

Prasetyo, H. (2021). *On-Grid Photovoltaic System Power Monitoring Based on Open Source and Low-Cost Internet of Things Platform*. *EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon* Resource *Sciences & Green Asia Strategy, Vol 08, Issue 01*, 98-106.

Prasetyo, H., Tularsih, Y. T., & Pandansari, F. (2021). *Design of Power Monitoring System Based on Internet of Things (IoT) with Calibration Interface*. *International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)* (pp. 1-5). : Bandung, Indonesia: IEEE.

Pratama, R., & Ali, M. (2019). Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya, dan Temperatur Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Edukasi Elektro, Vol. 3, No. 2*, 55-62.

Prayitno, B., Palupiningsih, P., & Agtriadi, H. B. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *JURNAL PETIR Vol. 12, No. 1*, 72-80.

PT Cloud Hosting Indonesia. (2019, September 18). *https://idcloudhost.com/mengenal-apa-itu-internet-of-things-iot-defenisi-manfaat-tujuan-dan-cara-kerja/*. Retrieved from https://idcloudhost.com: https://idcloudhost.com/mengenal-apa-itu-internet-of-things-iot-defenisi-manfaat-tujuan-dan-cara-kerja/

Purwania, I. B., Kumara, I. S., & Sudarma, M. (2020). *Application of IoT-Based System for Monitoring Energy Consumption. International Journal of Engineering and Emerging Technology, Vol 5, No 2*, 81-93.

Purwowibowo, & Prakosa, J. A. (2015). Prototipe Frekuensi Meter Rentang Ukur (10-2000) Hz terkalibrasi ke Standar Primer Frekuensi. *INKOM*, 11-20.

Putri, D. N., Junfithrana, A. P., Widjaya, M. S., Ningsih, Y. K., & Anggriawa, D. O. (2020). Perancangan dan Analisis Sistem Pemantauan Konservasi dan Efisiensi Energi Berbasis Internet of Things. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Vol 18, No 02*, 119-134.

Santoso, H. B., Prajogo, S., & Mursid, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT). *ELKOMIKA*, 357-366.

Suteja, W. A., & Antara, A. S. (2021). Analisis Sensor Arus Invasive ACS712 dan Sensor Arus Non Invasive SCT013 Berbasis Arduino. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Vol 8. No 1*, 13-21.

Zaini, M., Safrudin, & Bachrudin, M. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT. *TESLA Vol 22 No 2*, 139-150.