

**SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS
ELECTRIC POWER MONITORING SYSTEM BASED ON THE INTERNET OF THINGS**

Maulana Yusuf Al-Mubarak, Mashoedah
Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
maulanayusuf.2020@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things*. Selain itu penelitian ini menguji ketahanan kerja alat selama bekerja di lapangan dan menguji akurasi parameter listrik yang dibaca alat. Pengembangan penelitian menggunakan model AGILE yang terdiri dari : (1) Identifikasi Kebutuhan, (2) Perencanaan, (3) Desain, (4) Pengembangan, (5) Pengujian, (6) Peluncuran, dan (7) Perawatan. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu alat *power monitor*, buku panduan, dan web server. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan analisis data menggunakan teknik analisis statistik deskriptif. Hasil dari pengembangan dari penelitian menunjukkan bahwa pengujian ketahanan kerja berfungsi selama bekerja di lapangan tanpa adanya gangguan. Selanjutnya tingkat akurasi parameter alat yaitu parameter tegangan memiliki tingkat rerata error sebesar 0,10 %, parameter arus rerata error sebesar 1,48%, dan parameter daya listrik rerata error sebesar 1,58%.

Kata kunci : Sistem monitoring, daya listrik, *internet of things*

ABSTRACT

This research aims to produce an electric power monitoring system product based on the internet of things. Apart from that, this research tested the durability of the tool during work in the field and tested the accuracy of the electrical parameters read by the tool. Research development uses the AGILE model which consists of: (1) Needs Identification, (2) Planning, (3) Design, (4) Development, (5) Testing, (6) Launching, and (7) Treatment. The products resulting from this research are a power monitor, manual, and web server. Data collection techniques use observation and data analysis uses descriptive statistical analysis techniques. The results of the development of research show that work endurance testing functions while working in the field without any disturbance. Furthermore, the level of accuracy of the tool parameters, namely the voltage parameter, has an average error rate of 0.10%, the current parameter has an average error of 1.48%, and the electric power parameter has an average error of 1.58%.

Keywords: Monitoring system, electric power, *internet of things*

PENDAHULUAN

Seiring dengan terus berkembangnya Internet of Things (IoT), sistem pemantauan daya menjadi semakin saling terhubung dan cerdas. Integrasi dengan platform IoT, komputasi awan, dan teknologi analitik canggih memungkinkan pemrosesan data waktu nyata, pemeliharaan prediktif, dan kemampuan pemantauan jarak jauh. Konektivitas dan kecerdasan yang ditingkatkan ini memberdayakan pengguna untuk mengakses wawasan penting dan mengambil tindakan proaktif dari mana saja, kapan saja, sehingga mengoptimalkan efisiensi operasional, mengurangi waktu respons, dan memaksimalkan kinerja aset. Selain itu, kemampuan untuk memanfaatkan analitik data besar dan algoritme pembelajaran mesin memungkinkan sistem pemantauan canggih mengungkap pola tersembunyi, memprediksi tren masa depan, dan menawarkan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti untuk pengoptimalan dan peningkatan lebih lanjut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fikran Fauzy dkk (2022) melakukan penelitian untuk mengembangkan PLTS dengan IoT. Terdapat tiga parameter yang akan digunakan dan nantinya diuji. Parameter tersebut adalah tegangan, arus, dan daya. Setelah data ketiga parameter didapat, maka akan dikirim ke aplikasi *blynk*. Pada aplikasi hasil ketiga data tersebut akan ditampilkan berupa grafik. Pada saat pengujian alat pada sistem PLTS off-grid hasil perbandingan

pembacaan nilai (tegangan, arus dan daya) antara alat dan alat validasi standar (multimeter) memiliki rata-rata tingkat kesalahan pengukuran tegangan sebesar 3,3%, arus sebesar 9,8% dan daya sebesar 12%.

Dari hasil penelitian diatas, peneliti ingin mengembangkan alat monitoring *power meter* yang dapat digunakan pada rumah dan instansi. Alat ini digunakan untuk mendeteksi tegangan, arus, daya, dan penggunaan energi yang telah digunakan. Alat akan diuji ketahanannya selama bekerja di lapangan untuk melihat apakah alat masih berjalan dengan lancar. Kemudian alat akan diuji parameter (tegangan, arus, dan daya) dengan alat ukur yang terkalibrasi untuk melihat akurasi alat.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan model pengembangan Research and Development (R&D). R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifitasan produk tersebut. (Sugiyono, 2017: 297). Pengembangan penelitian menggunakan model AGILE yang terdiri dari : (1) Identifikasi Kebutuhan, (2) Perencanaan, (3) Desain, (4) Pengembangan, (5) Pengujian, (6) Peluncuran, dan (7) Perawatan.

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT.Testindo, Jakarta Timur, dan lingkungan rumah. Waktu penelitian yaitu April – Juni 2024.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian adalah hasil rancang bangun produk, ketahanan kerja alat dan akurasi parameter listrik alat. Dalam penelitian ini, teknik pengambilan data yang dilakukan adalah observasi (pengamatan).

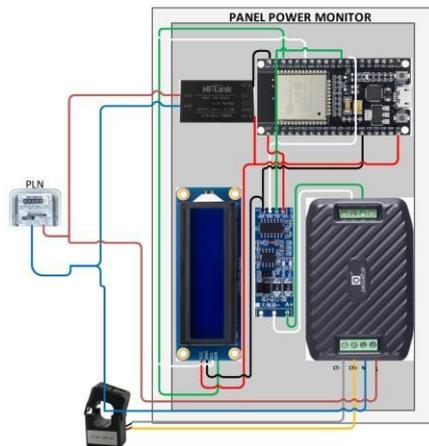
Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data statistik deskriptif. Data dari hasil observasi produk akan dideskripsikan dan dibuat kesimpulannya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Alat Power Monitor

Alat *power monitor* adalah produk yang bersifat perangkat keras. Komponen-komponen yang dibutuhkan dibagi menjadi beberapa blok yaitu inputan, proses, dan keluaran. Pada bagian inputan terdapat tegangan AC 220V dan sensor PZEM-016 sebagai pembaca parameter listrik tegangan AC. Pada blok proses terdapat ESP-32 yang bertugas untuk mengatur blok inputan dan keluaran. Pada blok keluaran terdapat LCD I2C dan Webserver yang digunakan untuk menampilkan data yang dibaca dari sensor PZEM-016. Berikut adalah wiring diagram produk.



Gambar 1. Wiring diagram Power Monitor

Komponen kemudian dirakit dengan acuan dari *wiring diagram* yang telah dibuat. Setelah dirakit, produk yang telah dirakit diberikan penutup atau *casing* dengan bahan akrilik 4mm. Selanjutnya alat dipasang pada dinding.



Gambar 2. Alat Power Monitor yang telah Terpasang

Kode program digunakan untuk memproses data yang akan diambil dan dikirimkan ke webserver. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP-32 sehingga kompatibel dengan software Arduino IDE.

Buku Panduan

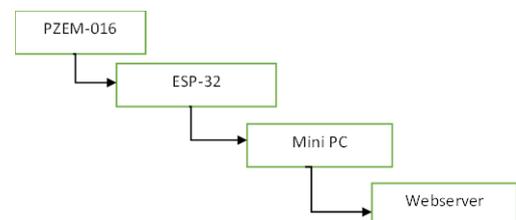
Buku petunjuk digunakan untuk memberikan informasi mengenai produksi sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things*. Buku memuat ena halaman termasuk cover. Pada halaman pertama memuat cover dari buku petunjuk. Halaman selanjutnya memuat dari spesifikasi dari komponen-komponen yang digunakan pada alat power monitor. Pada halaman kelima memuat fitur-fitur dari sistem monitoring dan penggunaan webserver. Halaman terakhir digunakan untuk petunjuk perawatan dan error handling.



Gambar 3. Buku Petunjuk Produk

Webserver

Webserver akan digunakan untuk menampilkan data parameter yang didapat oleh alat monitoring. Data disajikan dalam dua bentuk, yaitu langsung di alat melalui LCD maupun lewat koneksi Wi-Fi dan internet dengan webserver. Agar komunikasi webserver dapat berjalan lancar, peneliti terlebih dahulu membuat algoritma. Berikut adalah tahapan proses dari komunikasi via webserver.



Gambar 4. Proses Komunikasi Webserver

Pada webserver, ditampilkan grafik yang memvisualisasikan data parameter yang didapat. Data berupa *power*, *electrical parameter*, *legend*, *voltage*, *arus*, energi listrik dan penggunaan energi per hari.



Gambar 5. Tampilan Webserver

Pada bagian *power*, ditampilkan data daya listrik. Data daya yang diambil adalah *real power* (Watt) dan *apparent power* (kVA). *Electrical parameter* terdiri dari voltage, arus, $\cos\phi$, dan frekuensi.

Pada bagian *legend* digunakan untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang ambang-ambang batas data. Energi listrik ditampilkan dalam bentuk kumulatif dan pengembangannya dapat dikembangkan menjadi penggunaan energi listrik harian.

Ketahanan Kerja Alat

Untuk mendapatkan data ketahanan alat, peneliti menggunakan mini-PC untuk merekam data yang masuk. Data disimpan dalam bentuk CSV.

Name	Date modified	Type
TMR_Power_Monitoring74	27/06/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring75	28/06/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring76	29/06/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring77	30/06/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring78	01/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring79	02/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring80	03/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring81	04/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring82	05/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring83	06/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring84	07/07/2024 0:00	CSV File
TMR_Power_Monitoring85	08/07/2024 0:00	CSV File

Gambar 6. Penyimpanan Data Pembacaan

Dari data yang didapat pada file .csv dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring dapat berfungsi dengan baik dengan waktu kerja selama penggunaan di lapangan. Dengan ini produk dinyatakan memiliki ketahanan kerja yang layak.

Akurasi Parameter Alat

Uji akurasi dilakukan untuk mengukur akurasi nilai parameter listrik data yang dibaca sistem monitoring dengan membandingkan dengan alat ukur. Parameter listrik yang diukur adalah tegangan (V), arus (A), dan daya (Watt). Sebagai alat ukur digunakan ZOTEK ZT- 102 untuk mengukur tegangan (V) dan Masstech MS2001 untuk mengukur arus

(A). Berikut adalah hasil dari uji akurasi parameter listrik.

Tabel 1 Pengujian Akurasi Parameter Listrik

No	Parameter	Alat Uji			Alat Ukur			1	2
		1	2	3	1	2	3		
1	Tegangan (V)	205,5	205,5	205,5	205,2	205,3	205,4	0,15%	0,10%
2	Arus (A)	30,36	30,34	30,35	29,9	29,8	30	1,52%	1,78%
3	Power (Watt)	6238,98	6234,87	6236,93	6135,48	6117,94	6162	1,66%	1,88%
Rerata Error		Tegangan			Arus			Power	
		0,10%			1,48%				

Dari hasil diatas pada pengujian tegangan memiliki tingkat error 0,15% ; 0,10 ; dan 0,05% dengan rerata error sebesar 0,10%. Kemudian pada pengujian arus mendapatkan error sebesar 1,52%; 1,78%; dan 1,15% dengan rerata error sebesar 1,48%. Parameter uji terakhir adalah daya yang memiliki tingkat error 1,66 %; 1,88%; dan 1,20% dengan rerata error sebesar 1,58%. Dari data tersebut dibandingkan dengan toleransi kelayakan pembacaan dari standar BSN. Untuk tegangan AC sebesar $\pm 2\%$ (hasil penelitian 0,10%), arus AC sebesar $\pm 3\%$ (hasil penelitian 1,48%), dan daya listrik sebesar $\pm 3\%$ (hasil penelitian 1,58%). Dapat disimpulkan sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things* memiliki tingkat akurasi yang layak digunakan sebagai sistem monitoring daya listrik.

PEMBAHASAN

Alat *power monitor* yang dihasilkan menggunakan beberapa komponen. Pada blok input terdapat komponen sensor PZEM-016 sebagai pembaca tegangan arus bolak-balik (AC). Data dari PZEM-016 kemudian dikonversi.

dari RS-485 ke serial. Kemudian pada blok proses terdapat ESP-32 yang mengatur segala program seperti membaca sensor PZEM-016, *broadcast* data parameter listrik, dan mengatur tampilan LCD I2C. Selain itu mini-PC sebagai penerima *broadcast* data dari ESP-32 mengirimkan data ke webserver. Pada blok keluaran terdapat LCD I2C yang digunakan untuk menampilkan data parameter dan status dari ESP-32. Alat *power monitor* kemudian diberikan penutup (*cassing*) dengan bahan dasar akrilik dengan ketebalan 4 mm. Alat kemudian di pasang pada dinding disamping MCB listrik untuk mengambil tegangan AC.

Buku petunjuk dibuat untuk pengguna mengetahui alat *power monitor* dan cara kerjanya. Buku petunjuk berisi dari spesifikasi dari komponen-komponen yang digunakan. Selanjutnya terdapat cara kerja alat beserta fitur-fitur yang ada. Buku petunjuk juga memuat melakukan perawatan dan perbaikan alat.

Webserver menggunakan grafana sebagai visualisasi data yang didapat. Data yang didapat ditampilkan dalam bentuk diagram garis, diagram batang, maupun *gauge*. Pada bagian 'Power' menampilkan data daya berupa *real power* dan *apparent power* yang ditampilkan dalam bentuk *gauge*. Selanjutnya pada 'Electrical Parameter' menampilkan data tegangan, arus , $\cos \phi$, dan frekuensi yang ditampilkan dengan bentuk *gauge*.

Bagian selanjutnya adalah 'Legend' untuk memberitahu ambang batas dari parameter-parameter listrik. Selanjutnya bagian 'Voltage' dan 'Arus' digunakan untuk menampilkan data tegangan dan arus dalam bentuk diagram garis *time series* dan disajikan nilai data maks, min, rata-rata, dan terakhir. Pada bagian 'Energy' digunakan diagram garis untuk menampilkan data kumulatif dari penggunaan energi listrik. Bagian terakhir yaitu penggunaan 'Energi Harian' yang dibuat dengan memperses data dari energi listrik yang didapat. Bagian ini digunakan untuk memberikan penggambaran penggunaan energi listrik harian.

Pengujian ketahanan kerja sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things* dilakukan selama bekerja di lapangan. Hasil dari pengujian ketahanan kerja alat adalah alat dapat berfungsi selama bekerja di lapangan tanpa adanya gangguan.

Pengujian akurasi parameter listrik dilakukan sebanyak tiga kali dengan membandingkan nilai parameter alat uji dengan alat ukur. Alat ukur yang digunakan adalah ZT-102 dan MS2001. Pada parameter tegangan memiliki tingkat rerata error sebesar 0,10 %. Selanjutnya pada parameter arus memiliki tingkat rerata error sebesar 1,48%. Kemudian parameter daya listrik memiliki rerata error sebesar 1,58%. Pengujian ini memiliki perbedaan tingkat akurasi pada parameter arus dan daya listrik jika melihat datasheet dari sensor PZEM-016.

SIMPULAN

Produk pengembangan sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things* dikembangkan dengan model *Agile Modeling Method Engineering* yang dibagi beberapa tahap yaitu : (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Perencanaan, (3) Desain, (4) Pengembangan, (5) Pengujian, (6) Peluncuran, (7) Perawatan. Produk yang dihasilkan pada penelitian ini antara lain : (1) Alat *Power Monitor*, (2) Buku Petunjuk, (3) Webserver.

Kelayakan, ketahanan, dan akurasi yang dihasilkan dari produk sistem monitoring yang dikembangkan peneliti dinyatakan layak dalam penggunaan sebagai monitoring daya listrik.

SARAN

Berdasarkan penelitian diatas, saran yang dapat disampaikan adalah penggunaan komponen sebaiknya menggunakan komponen yang di rakit sendiri dan membuat PCB tersendiri. Selain itu pengembangan alat sebaiknya tidak hanya memonitoring penggunaan listrik saja, namun dapat memiliki tindakan yang dapat mengatur penggunaan listrik dengan *internet of thing*

DAFTAR PUSTAKA

- Auric, A., & Pangaribuan, H. (2023). mplementasi Aplikasi E-Wallet untuk UMKM Menggunakan Metode Agile dengan Qr Code pada Tensorflow Berbasis Android. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 8(1), 119-129.
- Fauzy, F., Areni, I. S., & Gunadin, C. (2022). Rancang Bangun Alat Telemetry Parameter Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT. *Jurnal EKSITASI*, 1(1).
- Kamalogis Teknik Fisika. (2021). *Mengenal Protokol modbus*. Ikatan Mahasiswa Teknologi Instrumentasi. <https://kamalogis.ft.ugm.ac.id/2021/08/18/mengenal-protokol-modbus/> (akses pada 27 Mei 2024)
- Muttakin, M. Y. (2021). Rancang Bangun Monitoring Lampu *Internet of Things* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Nebrida, A. P., Amador, C. D., Madiam, C. M., & Ranche, G. J. S. (2023). Development of Smart Meter to Monitor Real Time Energy Consumption for Sustainability. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 14(4), 28-39.
- Rizaldy, A., & Simorangkir, A. C. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Pengarsipan Surat Masuk dan Surat Keluar Menggunakan Metode Agile Development: Outgoing Mail Filing Information System With Agile Development Method. *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering (IJIRSE)*, 3(2), 175-183.
- Sugiyono.(2017).*Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r&d*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono.(2019).*Metode Penelitian Kuantitatif* Bandung: Alfabeta Bandung.