

Sistem Monitoring dan Data Logger Gardu Distribusi Berbasis Mikrokontroler

Muh.Fathur^{1*}, Muhammad Basri², Alauddin Y.³

^{1,2,3}Program studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*

**Email : muhammadfathur425@gmail.com*

Abstract:

A distribution substation is a structure for electric power operations that is useful for transmitting electricity from generators to customers. Electrical energy is produced by generators with a voltage of 11 kV to 24 kV. The purpose of this monitoring system is to monitor, supervise, and control device operations. Regular monitoring is crucial for identifying and addressing issues with devices. Microcontroller-based distribution substation monitoring and data logger research method. The tool is designed to be used to monitor voltage, current, power, energy, and power factor in the R, S, and T phases, where the voltage value detected in residential electricity is 217 V, current 0.10 A, power 0.8 W, energy 0.0 kWh, and power factor 50%. Research on making prototypes produces tools that function well. The current and voltage values in the experiment are detected by the tool, then sent to the server, which is then displayed in the application. The tool also functions as a data logger, which can be used for data processing at PT PLN agencies and consumers.

Keywords: Electricity, distribution substation, monitoring, voltage, data logger

1. PENDAHULUAN

Di zaman sekarang teknologi berkembang dengan begitu pesatnya. Sebagian besar semua peralatan memerlukan listrik sebagai energinya. Kebutuhan pemakaian daya listrik dari tahun ke tahun semakin besar (Putra & Mukhaiyar, 2020).

Energi yang di gunakan saat ini di Indonesia yaitu menggunakan energi fosil dan non fosil, energi fosil yang di gunakan bisa habis dalam waktu cepat atau lambat sistem distribusi listrik di Indonesia sekarang ini dan umumnya menggunakan sistem sentralisasi listrik. Sistem ini mempunyai dampak banyaknya wilayah yang sulit dicapai oleh jaringan listrik dan faktor geologisnya buruk, tidak dapat menikmati listrik, tidak stabilnya listrik pada pemadaman aliran listrik yang berakibat seluruh wilayah yang bergantung pada gardu tertentu (Jokanan et al., 2022).

Arus listrik adalah mengalirnya elektron secara kontinyu pada konduktor akibat perbedaan jumlah elektron pada beberapa lokasi yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah Ampere. Satu ampere arus adalah mengalirnya elektron

sebanyak 628×1016 atau sama dengan satu coulomb per detik melewati suatu penampang konduktor Irwan Dinata dan Wahri Sunanda, 2015:84 (Dalimunthe, 2018). Listrik saat ini merupakan kebutuhan yang saat ini bisa dikatakan telah menjadi salah satu dari 9 bahan pokok masyarakat, oleh karena itu ketersediaan akan energi listrik menjadi pokok dalam kehidupan masyarakat, maka oleh karena itu untuk menjamin pasokan energi listrik mutlak diperlukan. Salah satu factor dalam penjaminan pasokan energi listrik terhadap masyarakat maka diperlukan sistem monitoring yang baik dalam pendistribusian energi listrik tersebut. Dengan adanya sistem monitoring yang baik jika terjadi sebuah kerusakan atau hal-hal yang tidak diinginkan maka dapat dengan mudah diketahui dan segera diatasi sehingga ketersediaan akan energi listrik akan selalu terjaga. Tambahan akses informasi yang dapat menginformasikan keadaan trafo kepada operator, manajemen PLN maupun Unit Pembagi Beban, sehingga memudahkan analisa masalah yang ada pada gardu induk tersebut sehingga mempermudah dalam hal penanganan masalah yang ada (Iskandar, 2011).

Tegangan listrik terjadi dikarenakan adanya beda potensi listrik antara dua titik dalam sebuah rangkaian listrik. Beda potensi listrik tersebut terjadi dalam kurun waktu yang cepat dan dalam waktu yang berulang-ulang dikarenakan beban yang tidak linear (Ardiansyah, 2020).

Sistem Distribusi adalah bagian sistem energi listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk mendistribusikan energi listrik sesuai dengan asal kapasitas listrik yang besar (Bulk Power Supply) kepada konsumen. Dari 11 kV menjadi 24 kV, tegangan dinaikkan oleh gardu induk menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV dan kemudian ditransmisikan melalui saluran. Tujuan penaikan tegangan adalah agar meminimalkan rugi-rugi daya pada saluran transmisi, dalam hal ini rugi-rugi daya sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir melaluinya. Dengan kapasitas yang sama, saat tegangan dinaikkan, arus yang mengalir semakin kecil, sehingga rugi-rugi daya juga akan kecil. Dari saluran tersebut tegangan diturunkan kembali menjadi 20 kV oleh trafo step-up di gardu distribusi, kemudian dengan sistem tegangan ini, penyaluran daya dilakukan melalui saluran distribusi primer sistem tegangan rendah yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen (Pratama et al., 2023).

Gardu Distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi PLN yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk mendistribusikan tenaga listrik pada konsumen atau pelanggan, atau pengertian lainnya adalah suatu bangunan gardu listrik yang terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR). Yang memiliki tujuan untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah TR 220/380V (Asna et al., 2021).

Data logger merupakan sebuah instrumen yang dapat membaca nilai besaran seperti temperatur, kecepatan angin, kadar gas, arus, tegangan, kelembaban dan besaran alam lainnya menggunakan sensor elektronik maupun elektromekanik kemudian nilai besaran yang terdeteksi di simpan ke dalam SD card secara real time[8][9]. Sebagian besar alat ukur ini sudah tersedia di pasaran dengan berbagai macam fitur, harga dan spesifikasinya. Tetapi pada kondisi tertentu diperlukan suatu sistem perangkat akuisisi tersendiri yang sesuai dengan kebutuhan objek pengukuran seperti rentang nilai pengukuran, akurasi dan aksesibilitas data. Ketersediaan port input dan kapasitas penyimpanan data juga menentukan fleksibilitas penggunaan sistem data logging di berbagai aplikasi panel surya, seperti panel surya skala besar. Beberapa perangkat pencatat data dapat menyimpan data besar tetapi tidak memiliki port input atau sebaliknya (Pulungan & Putri, 2022).

monitoring adalah merupakan sebuah kegiatan untuk menjamin akan tercapainya semua tujuan organisasi dan manajemen. Monitoring juga didefinisikan sebagai langkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana, mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi, melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan, mengetahui kaitan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran kemajuan. Berdasarkan definisi diatas disimpulkan bahwa monitoring adalah kegiatan yang mengkaji dan mengevaluasi atas informasi tentang kinerja pelaksanaan suatu proyek atau kegiatan dengan melihat apakah telah terjadi peningkatan dengan adanya tindakan serta memastikan kepatuhan terhadap peraturan (Agus Wantoro et al., 2021).

Dari beberapa penelitian terdahulu penelitian ini untuk memonitoring tegangan, arus, daya, dan faktor daya yang bisa dimonitoring jarak jauh menggunakan Blynk, modul PZEM-004T untuk mendapatkan nilai tegangan, arus, daya dan faktor daya, dan mikrokontroler NucleoMCU ESP8266 (Ma'ruf et al., 2021).

Dengan menggunakan sistem monitoring pada gardu distribusi PLN, diharapkan dapat memantau arus dan tegangan listrik pada gardu distribusi yang sedang dimonitoring. Oleh itu, penulis tertarik untuk mengangkat suatu judul penelitian Prototype Sistem Monitoring dan Data Logger pada Gardu Distribusi Berbasis Mikrokontroler yang mana nantinya arus dan tegangan listrik dapat dipantau secara real-time oleh perangkat smartphone dan data disimpan secara berkala untuk tujuan tinjauan lanjutan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Berikut adalah beberapa bentuk penelitian oleh penulis diantaranya penelitian lapangan (*Field Research*) dengan pengamatan maupun tanya jawab langsung mengenai data-data yang sedang teliti dan kajian kepustakaan (*Literature Study*) dilakukan secara

review mulai dari catatan yang ada di perkuliahan, beberapa buku, serta browsing *internet* yang berhubungan dengan permasalahan tersebut.

2.2 Lokasi dan waktu penelitian

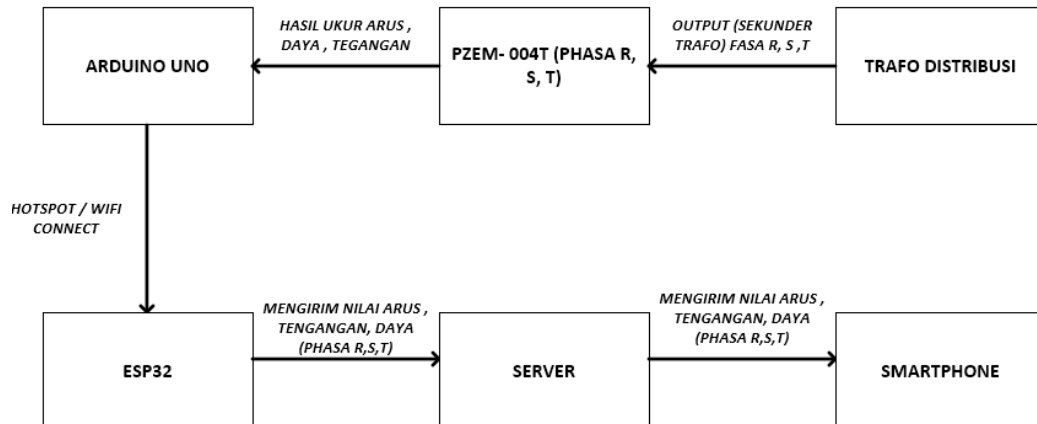
Penelitian ini dikerjakan di PLN UP3 Pinrang ,ULP Watang Sawitto dan waktu yang dipergunakan untuk pelaksanaan penelitian tersebut kurang lebih ($\pm$)2 bulan.

2.3 Alat dan bahan

Dalam melaksanakan penelitian, penting untuk memiliki alat dan bahan yang menyokong proses ini. Beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan meliputi:

Tabel 1. Alat dan bahan

Alat	Bahan
1. Laptop / PC 2. Smartphone	1. PZEM-004T 2. Kabel Jumper 3. ESP832 4. Arduino Uno



Gambar 1. Blok Diagram Rancangan Alat

Diatas merupakan sistem yang diusulkan dimana pada bagian keluaran trafo distribusi *phasa R, S* dan *T* yang mana nilai tegangan , daya dan arus listrik akan dibaca oleh modul *PZEM-004T* yang kemudian nantinya nilai pengukuran dari modul *PZEM-004T* tersebut akan dikirimkan ke Arduino Uno, Disebabkan keterbatasan *Arduino Uno* untuk mengirimkan data secara *online* maka *arduino Uno* akan mengirim nilai tegangan, daya

dan arus ke modul *ESP32*, namun perlu support dari wifi / hotspot yang tersedia di lokasi gardu distribusi. Kemudian nilai hasil pengukuran tersebut akan diterima oleh server. Server kemudian akan menyimpan log data tersebut berdasarkan waktu penerimaan dan kemudiannya akan mengirimkan data tersebut kepada *smartphone*.

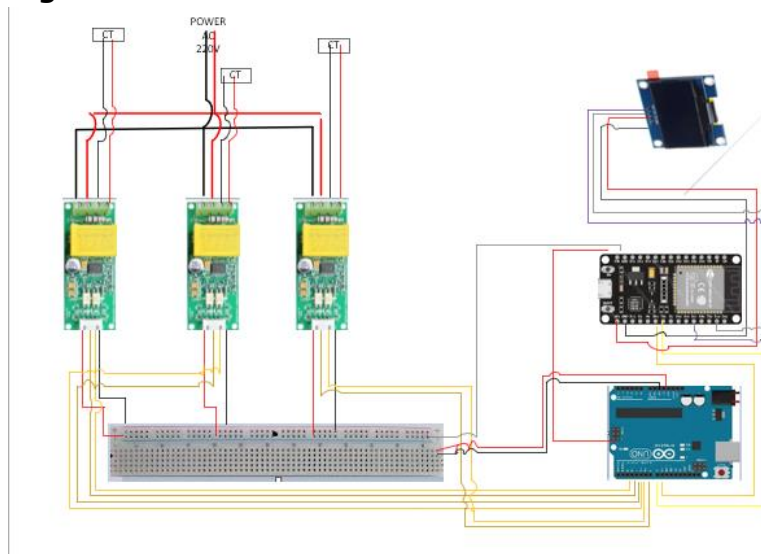
2.4 Teknik pengumpulan data

Metode yang diterapkan oleh penulis untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini mencakup beberapa pendekatan, yaitu:

1. Observasi adalah cara yang melibatkan pemantauan dan penulisan dengan cara seksama, cermat, serta terstruktur berkaitan dengan kejadian yang sedang berlangsung. Proses ini dilakukan dengan pergi langsung ke lokasi penelitian.
2. Dokumentasi adalah proses mengumpulkan informasi dalam bentuk gambar, dokumen, atau catatan tertulis.
3. Wawancara adalah dengan melakukan wawancara terhadap tempat penelitian tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Hardware



Gambar 2. Perancangan Hardware

Diatas merupakan koneksi antara *arduino uno*, *PZEM 004-T v3*, *esp32* dan *oled 0,96*. Dimana ketiga *pzem 004-t* terhubung ke *arduino uno* yang mana *uno* melakukan pembacaan *voltage*, *current*, *power*, *energy* dan *power factor*. Nilai ini kemudian dikirim ke *esp32* melalui *serial communication* untuk menutupi kekurangan *uno* berkomunikasi ke dunia luar, ini dengan cara menghubungkan *arduino uno* dan *esp32*. *Esp32* terhubung kepada *oled 0.96* untuk memberikan indikator bahwa *wifi* maupun nilai yang

didepnteksi oleh *uno* melalui *pzem* dapat terdeteksi dan ditampilkan. *Esp32* kemudian mengirimkan nilai tersebut kepada server yang nantinya ditampilkan ke aplikasi *mobile* yang telah dibuat.

3.2 Perancangan Software



Gambar 3. Perancangan Software

Diatas adalah Gambaran dari aplikasi yang telah dibuat. Aplikasi ini menampilkan nilai untuk tiga fasa yang dimonitoring yaitu *fasa R*, *fasa S* dan *fasa T*. Pada tampilan diatas terlihat bahwa *fasa R* menampilkan nilai yang telah terdeteksi oleh alat yang telah dibuat oleh penulis sebelumnya, yang mana *fasa S* dan *fasa T* menunjukkan kegagalan mengambil data.

3.2 Pengujian

3.2.1 Pengujian Nilai Error Alat (Perbandingan alat ukur)

Tabel 2. Pengujian Nilai Error Alat (Indikator Tegangan)

Hasil Ukur (Alat)	Hasil Ukur (Tang Ampere)	Persentase Nilai Error (%)
223,6 V	224,4 V	0,36 %

Tabel 3. Pengujian Nilai Error Alat (Indikator Arus)

Hasil Ukur (Alat)	Hasil Ukur (Tang Ampere)	Persentase Nilai Error (%)

0,28 A	0,3 A	6,67%
--------	-------	-------

Setelah melakukan Pengujian alat dengan membandingkan hasil pengukuran antara alat yang dirancang dan alat untuk mengukur tegangan dan arus (*Digital Clamp Meter*) dan didapatkan hasil persentase nilai error kesalahan alat adalah $<10\%$ (kurang dari sepuluh persen). Kemudian penulis melakukan pengambilan sampling data, yang mana alat tersebut di setting untuk mengirim nilai hasil ukur alat yang dirancang penulis dengan interval waktu yang berbeda, dan hari yang berbeda untuk mengukur keakuratan dan kegunaan dari alat tersebut.

3.2.2 Pengujian Nilai Error Alat (Perbandingan rumus)

Tabel 3. Persentase nilai error perhitungan rumus dan pengukuran alat

Voltage (Pengujian Alat)	Voltage (Pengujian Rumus)	Persentase error
222,3 V	222,3 V	0 %
Current (Pengujian Alat)	Current (Pengujian rumus)	Persentase error
0,08 A	0,08 A	0 %
Power (Pengujian Alat)	Power (Pengujian rumus)	Persentase error
16,90 A	17,624 A	0,72 %

Tabel diatas menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan dan hasil pengujian pada alat masih terdapat persentase kesalahan (Error) pada Pengukuran Power (Daya).,Yang mana nilai Persentase Error pada alat $<5\%$. Adapun indikator yang mengalami kesalahan / selisih adalah indikator pengukuran pada Daya atau *Power*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, Dihasilkan sebuah alat dan aplikasi Prototype Sistem Monitoring dan *datalogger* pada gardu distribusi berbasis Mikrokontroler yang dibuat sudah bebas dari kesalahan. Alat tersebut sudah diuji berdasarkan hasil perhitungan rumus dan pengujian perbandingan menggunakan alat ukur Digital Clamp Meter.

REFERENSI

Agus Wantoro, Slamet Samsugi, & Muhammad Joko Suharyanto. (2021). Sistem

- Monitoring Perawatan dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus : Kota Metro Lampung). *Jurnal Tekno Kompak*, 15(1), 116–130.
- Ardiansyah, A. (2020). Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things). *Universitas Islam Indonesia*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/23561>
- Asna, M., Suriana, I. W., Yasa, I. W. S., Utama, I. W., & Sariana, I. M. (2021). *Analisis Konstruksi Posisi*. 4(1), 46–55.
- Dalimunthe, R. A. (2018). Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus. *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 1(1), 333–338.
- Iskandar, D. (2011). Sistem Informasi Gardu Induk dan Gardu Distribusi PLN. *Seminar Nasional Informatika, 2011(semnasIF)*, 26–31.
- Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 47–55. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p47-55>
- Ma'ruf, A., Purnama, R., & Susilo, K. E. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, dan Faktor Daya Berbasis IoT. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 5(1), 81–86. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i1.219>
- Pratama, R., Saragih, Y., & Latifa, U. (2023). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 88–92. <https://doi.org/10.30596/rele.v5i2.13084>
- Pulungan, A. B., & Putri, S. R. (2022). Data Logger berbasis IC Multiplexer untuk Pengukuran Arus dan Tegangan pada Panel Surya Skala Besar. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 8(1), 151. <https://doi.org/10.24036/jtev.v8i1.116822>
- Putra, D. A., & Mukhaiyar, R. (2020). Monitoring Daya Listrik Secara Real Time. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 8(2), 26. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i2.109138>

