

## SISTEM MONITORING VOLTAGE POWER STATION BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

Wahyu Nur Susilo<sup>1</sup>, Diah Aryani<sup>2</sup>, Popong Setiawati<sup>3</sup>, Pas Mahyu Akhirianto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul Jakarta

<sup>4</sup>Fakultas Teknik Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Tegal  
Jalan Arjuna Utara No.9, Kebun Jeruk – Jakarta, Indonesia 11510

E-mail: <sup>1</sup>wahyunursusilo@student.esaunggul.ac.id, <sup>2</sup>diah.aryani@esaunggul.ac.id,  
<sup>3</sup>popong.setiawati@esaunggul.ac.id, <sup>4</sup>pas.pma@bsi.ac.id

(Diserahkan: 15-06-2023, Artikel Review: 10-08-2023, Diterima: 14-08-2023, Diterbitkan: 20-08-2023)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring daya listrik berbasis Mikrokontroler ESP32 guna membantu staff electric dalam mendapatkan data yang bisa dilihat kembali dapat memonitoring tegangan listrik secara real time yang terjadi di lapangan serta dapat mengurangi permasalahan yang ada di site pabrik PT. Kartika Prima Abadi (KPA) yang terletak di Sulawesi Tenggara yang sering mengalami pemadaman listrik yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi pemadaman secara mendadak pada saat tegangan dari PLN menurun dari tegangan normal, maka ada jeda bagi para staff electric untuk melakukan over change ke sumber genset agar pabrik tetap beroperasi secara aman & tidak mengganggu operasional. Penelitian yang menggunakan flowchart untuk menggambarkan cara kerja alat dan perancangan blok diagram system dengan menggunakan beberapa komponen alat elektronika seperti Mikrokontroler ESP32, Panel distribusi PLN 400 V, power meter Modbus, RS458 dan monitoring system menggunakan IoT. Hasil penelitian ini memungkinkan para pekerja atau admin listrik untuk memantau tegangan menggunakan monitor dengan menampilkan informasi data pemantauan tegangan atau tegangan 1 fasa dan 3 fasa serta dapat melakukan penyimpanan data hasil monitoring tegangan listrik dapat dijadikan acuan/bahan data sebagai laporan harian.

**Kata kunci:** Mikrokontroler ESP32, Monitoring, flowchart, IoT

### Abstract

*This study aims to design an ESP32 microcontroller based electric power monitoring system to assist electric staff in obtaining data that can be viewed again, to monitor electric voltage in real time that occurs in the field and to reduce problems that exist at the PT. Kartika Prima Abadi (KPA) which is located in Southeast Sulawesi, which often experiences power outages which cannot be predicted when there will be a sudden blackout when the voltage from PLN drops from normal voltage, so there is a pause for the electric staff to over change to the generator source. so that the factory continues to operate safely & does not disrupt operations. Research using flowcharts to describe how the tool works and design block diagrams of the system using several electronic device components such as the ESP32 microcontroller, PLN 400 V distribution panel, Modbus power meter, RS458 and monitoring system using IoT. The results of this study allow workers or electricity admins to monitor voltage using a monitor by displaying information on monitoring data for voltage or voltage for 1-phase and 3-phase voltages and can store data on the results of monitoring electric voltage which can be used as a reference/data material as a daily report.*

**Keywords:** Microcontroller ESP32, Monitoring, flowchart, IoT

### PENDAHULUAN

Setiap tahunnya penggunaan energi semakin meningkat menurut data statistik Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Indonesia melaporkan konsumsi listrik pada tahun 2022 yang mencapai 1.173 kWh/kapita yang mengalami peningkatan yang tinggi sekitar 4% dibandingkan

tahun 2021 yang menjadi rekor dalam lima decade terakhir [1].

Dalam kehidupan manusia, energi listrik merupakan salah satu komponen yang sangat penting antara lain dapat terlihat pada beberapa industri dan sektor yang membutuhkan energi listrik, antara lain sektor rumah tangga, bisnis, industri, masyarakat, gedung perkantoran pemerintah, dan penerangan jalan umum [2]. Keandalan sistem selalu

diperhitungkan oleh PLN saat mendistribusikan energi listrik dari produsen ke konsumen dengan memberikan layanan yang baik dan jarang menghasilkan penghentian, baik sebagai akibat dari kejadian yang tidak direncanakan atau gangguan sehingga kontinuitas pelayanan yang terbaik sering diprioritaskan untuk beban yang dianggap penting dan tidak pernah ingin mengalami pemadaman, bahkan untuk jangka waktu yang relatif singkat seperti kualitas daya yang baik antara lain meliputi kapasitas daya yang cukup, tegangan yang stabil, dan frekuensi arus bolak-balik yang konstan [3].

Penelitian sebelumnya tentang sistem kontrol untuk peralihan antara catu daya utama PLN dan generator cadangan dan catu daya atau *Uninterruptible power supply* (UPS) selama peralihan catu daya listrik, dimana UPS dan Genset berfungsi sebagai dua sumber daya cadangan dalam transisi catu daya otomatis yang dikembangkan sebagai hasil dari penelitian [4]. Selain itu untuk peralihan tenaga listrik ke sumber cadangan lainnya, penelitian terdahulu juga dilakukan dengan membuat saklar kendali otomatis menggunakan dari sumber tegangan PLN ke energi alternatif yang dapat mengontrol listrik jika sumber tegangan PLN tiba-tiba *off* dapat segera dialihkan ke genset alternatif lain agar listrik standby 24 jam sehari tanpa perlu repot-repot mencemaskan PLN atau cuaca karena lampu menyala terus menerus tanpa ada gangguan dengan menggunakan *Mikrokontroler* Raspberry Pi sebagai pengendali Relay dan Arduino sebagai ADC dari Sensor Tegangan [5].

Banyak konsep dalam ranah elektronika digital yang saat ini bermunculan yang diterapkan pada teknologi *Mikrokontroler* mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi [6]. Salah satunya adalah *Mikrokontroler* ESP32 yang dikembangkan oleh Espressif System, yang merupakan pengganti dari ESP8266 yang memiliki keunggulan dibandingkan *Mikrokontroler* lain, termasuk pin out tambahan, pin analog lebih banyak, memori lebih besar, dan Bluetooth 4.0 dengan energi rendah [7][8]. Selain itu *Mikrokontroler* ESP32 ini telah memiliki modul *WiFi* pada chip prosesor twin core yang menggunakan instruksi Xtensa LX16 yang dapat mendukung pembuatan sistem aplikasi Internet of Things serta Manfaat utama dari *Mikrokontroler* ini termasuk harganya yang terjangkau, kemudahan penggunaan, jumlah pin I/O yang cukup, dan adaptor *WiFi* [9].

Pada penelitian terdahulu yang berfokus pada pemantauan daya listrik, yang tetap menggunakan perangkat lunak open source seperti blynk, peneliti menggunakan diagram blok dari berbagai sistem pemantauan kelistrikan dengan koneksi RS485 dan penghasil data melalui protokol *Modbus* serta master terhubung dengan aplikasi Blynk sebagai pembaca data menggunakan *Mikrokontroler* ESP32 yang dilengkapi dengan *WiFi* [10] sedangkan pada penelitian ini aplikasi *monitoring* tegangan yang dibuat oleh peneliti merupakan sistem dapat

terhubung dengan internet dan memonitor aplikasi web yang dibangun sehingga sistem *monitoring* ini dapat diverifikasi pada waktu dan tanggal yang telah ditentukan, memungkinkan verifikasi dan pencetakan data voltase.

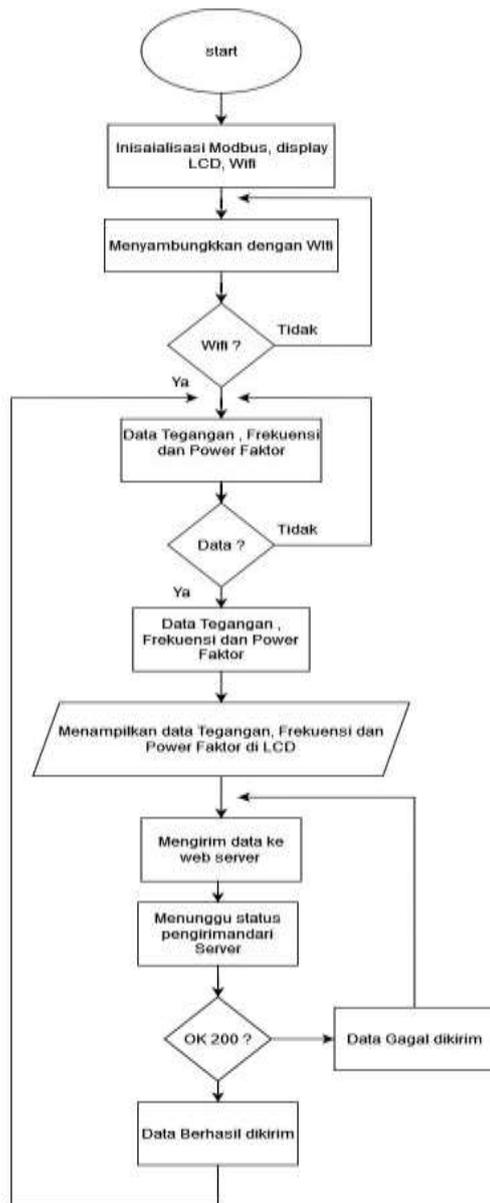
Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *monitoring* daya listrik berbasis *Mikrokontroler* ESP32 guna membantu *staff electric* dalam mendapatkan data yang bisa dilihat kembali serta dapat *memonitoring* tegangan listrik secara real time yang terjadi di lapangan serta dapat mengurangi permasalahan yang ada di site pabrik PT. Kartika Prima Abadi (KPA) yang terletak di Sulawesi Tenggara yang sering mengalami pemadaman listrik yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi pemadaman secara mendadak. Jika tegangan dari PLN menurun dari tegangan normal, maka ada jeda bagi para *staff electric* untuk melakukan *over change* ke sumber genset agar pabrik tetap beroperasi secara aman & tidak mengganggu operasional. Sehingga diharapkan dengan adanya sistem ini dapat melakukan penyimpanan data hasil *monitoring* tegangan listrik dapat dijadikan acuan/bahan data sebagai laporan harian. Karena selama ini pemantauan hanya melalui “Tool Tori PD204Z-3S4 AC Digital Display Power Monitor Meter” yang hanya dapat melakukan pemantauan dengan format digital, akan tetapi belum dapat melakukan penyimpanan data dari hasil *monitoring* tegangan listrik yang dapat di replay dan dicetak.

## METODE PENELITIAN

Perancangan sistem *monitoring* ini memerlukan tahapan yang memberikan penjelasan tentang tahapan sistem yang akan dibangun, pada penelitian ini penjelasan tahapannya dijelaskan dalam bentuk *flowchart* yang memberikan gambaran prosedur pemrosesan suatu program, kegiatan secara manual atau keduanya sehingga bertujuan untuk menyampaikan informasi kepada pembaca tentang proses kerja perancangan *system monitoring* ini [11].

Berdasarkan gambar 1 diatas. *Flowchart* alat diatas terdapat:

- 1 (satu) simbol terminal, yang berperan sebagai “start” pada aliran proses *flowchart* sistem penyampaian informasi yang berjalan.
- 8 (delapan) simbol proses, yang menyatakan sebuah proses Inisialisasi *Modbus*, display LCD, *WiFi*, Menyambungkan dengan *WiFi*, Data Tegangan, Frekuensi dan Power Faktor. Data Tegangan, Frekuensi dan Power Faktor, Mengirim data ke web server, Menunggu status pengiriman dari server, Data Gagal dikirim, Data Berhasil dikirim.

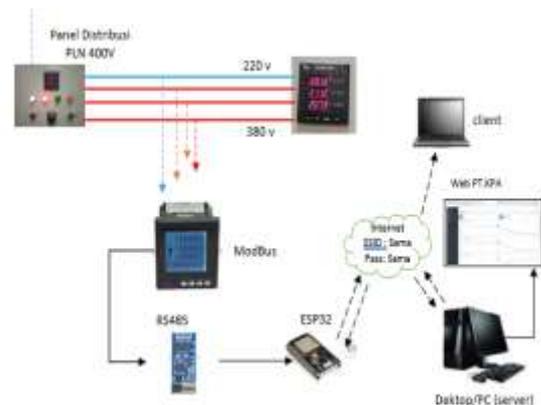


Gambar 1. Flowchart Alat

3. 1 (satu) Simbol input/output data yang menampilkan data Tegangan, Frekuensi dan Power Faktor di LCD.
4. 3 (tiga) simbol decision, yang berperan untuk menunjukkan sebuah langkah pengambilan keputusan jika 'ya' atau 'tidak' yaitu *WiFi?* Terhubung atau tidak, *Data?* Sesuai atau tidak, *Ok 200?* Atau tidak, 200 disini menunjukkan angka tegangan yang diinginkan. Karena aplikasi ini menerapkan 2 versi tegangan yang berbeda. Maka *flowchart* yang kedua adalah dengan decision *Ok 300?* Menunjukkan nilai tegangan 3 fasa

### Perancangan Blok Diagram Sistem

Pada tahapan ini menggunakan beberapa komponen elektronika sebagai kelengkapan mekanik serta peralatan penunjang untuk mendukung perancangan *hardware* agar sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Berikut merupakan penjelasan berupa gambar diagram blok dan alur kerja *system*.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Keterangan dan penjelasan diagram blok diatas adalah:

1. Incoming PLN adalah sebagai sumber tegangan listrik 20 KV. Diteruskan masuk ke dalam sistem transformasi (trafo) tegangan menengah (*Medium Voltage*) ke tegangan sangat rendah.
2. Panel distribusi PLN 400 V sebagai sumber tegangan hasil transformasi.
3. Power Meter *Modbus* sebagai salah satu media sensor tegangan yang sudah dilengkapi dengan RS485 Internal.
4. RS485 Eksternal sebagai perangkat tambahan untuk komunikasi (penerima & pengirim data) antara Powermeter dan ESP32. Di dalam power meter terdapat juga RS485 berupa chip dipakai untuk komunikasi. Komunikasi ini menggunakan protocol *Modbus*. Dikarenakan pada ESP32 tidak memiliki RS485, maka memerlukan tambahan modul eksternal RS485.
5. ESP32 sebagai perangkat yang sudah diprogram untuk melakukan penarikan data tegangan listrik hasil pembacaan power meter. *Mikrokontroler* ini sudah menyediakan modul *WiFi* pada chip yang sangat mendukung pembuatan sistem.
6. Server sebagai salah satu pusat *monitoring* tegangan yang berisi aplikasi berbasis web PT.KPA yang terhubung langsung dengan *WiFi* dan ip sudah di setting secara *static*.
7. Router sebagai perangkat pendukung jalannya sistem, dimana pada perangkat

*Mikrokontroler* dan Server harus terhubung dengan router / jaringan yang sama.

8. Client dapat terhubung dengan aplikasi *monitoring* berbasis web dengan cara mengetikkan alamat ip server pada *web browser* tentunya harus menggunakan jaringan internet yang sama dengan server.

### 2.3 Perancangan *Hardware*

#### **Mikrokontroler ESP32**

*Mikrokontroler* adalah sirkuit terintegrasi yang ditempatkan di dalam setiap komponen yang perlu dilakukannya operasi yang diperlukan dan yang dapat melakukan tugas tertentu secara rutin yang terdiri atas mikroprosesor, unit memori dan antarmuka input-output, konversi analog-ke-digital (ADC), pulsa modulasi lebar (PWM) dan berbagai modul kontrol dan komunikasi [12].

ESP32 adalah salah satu keluarga *Mikrokontroler* yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Espressif Systems sebagai penerus *Mikrokontroler* ESP8266, *Mikrokontroler* ini kompatibel dengan Arduino IDE dengan modul *WiFi* dan terhubung dengan BLE (Bluetooth Low Energy) melalui chip, sehingga sangat powerfull dan bisa menjadi pilihan yang baik untuk membuat sistem aplikasi IoT selain itu ESP32 merupakan *Mikrokontroler* 32 bit yang dilengkapi dengan jaringan nirkabel atau *WiFi* dan Bluetooth Low energy (BLE) menggunakan protokol jaringan *WiFi* 802.11 b/g/n yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan teknologi bluetooth v4.2 [13][14].

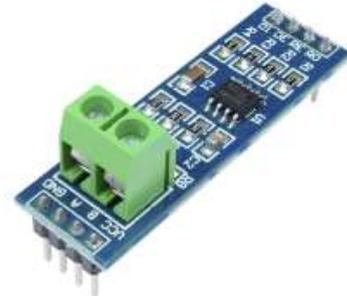


Gambar 3. *Mikrokontroler* ESP32

#### **Komunikasi RS485**

RS485 adalah teknologi komunikasi data serial yang dikembangkan pada tahun 1983, mampu melakukan komunikasi data dengan jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 km yang memiliki standar RS485 menentukan pensinyalan diferensial aktif dengan dua garis ujung tunggal tegangan direferensikan ke ground dari antarmuka RS232 dapat digunakan dalam mode simpleks dengan kabel single-pair atau full-duplex dengan kabel dua pasang dengan panjang kabel maksimum adalah umumnya didefinisikan

sebagai 1200 meter dengan kecepatan data pada 1200 meter adalah 100 kilobit per detik yang memiliki standar untuk menentukan maksimum dari 32 driver (pemancar) dan 32 penerima [15].



Gambar 4. RS485

#### **Power Meter PD-3ST3**

Power meter merupakan perangkat digital multifungsi sebagai pengganti fungsi berbagai meteran, relai, konverter, dan komponen lainnya dengan pengukur daya yang mempergunakann komunikasi RS485 serta terintegrasi dengan sistem pemantauan dan kontrol daya apa pun sehingga dapat disebut sebagai pengukur presisi k beban nonlinier sebagai contoh yaitu perangkat canggih yang memberikan pengukuran akurat yang memakai perangkat lunak untuk *monitoring* 50 atau lebih pembacaan data maksimum dan minimum dari tampilan atau pengontrol [16].



Gambar 5. Power Meter PD-3ST3

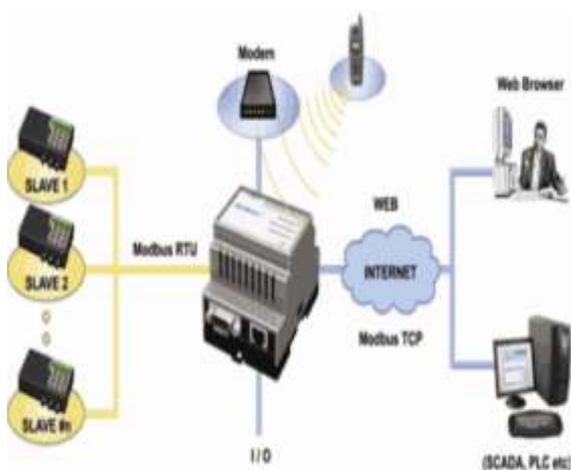
#### **Monitoring melalui Internet of Things (IOT)**

Penggunaan teknologi berbasis IoT pintar diberbagai bidang kehidupan merupakan peluang yang muncul sebagai akibat perkembangan teknologi yang sangat cepat [17]. Selain itu Digitalisasi saat ini telah mendukung 'pintar' sebagai pusat inti dari perkembangan teknologi yang ada dengan pemanfaatan teknologi IoT secara luas dianggap sebagai salah satu pilar fundamental revolusi industri keempat, karena potensinya yang besar untuk inovasi dan manfaat sosial sehingga IoT merupakan teknologi

baru berbasis internet yang menjanjikan untuk menghubungkan perangkat fisik seperti peralatan industri dan peralatan rumah tangga atau 'barang'[18].

**Protokol Modbus**

Pada tahun 1979, Modicon merilis edisi pertama *Modbus*, yang digunakan dengan PLC (Programmable Logic Controllers) selain itu *Modbus* telah mendapatkan pengakuan secara internasional sebagai standar komunikasi jaringan untuk digunakan di sektor industry dan bersifat *open source*, sederhana, dan efektif [19][20].



Gambar 6. Ilustrasi jaringan protocol *Modbus*

Sehingga protocol *Modbus* ini dikenal sebagai protokol terbuka, pabrikan dapat menyematkannya di perangkat mereka secara gratis tanpa membayar biaya lisensi yang dipakai untuk mengirim sinyal dari perangkat instrumentasi dan kontrol ke pengontrol utama atau sistem akuisisi data.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk membaca tegangan dari panel distribusi PLN yang sudah dirubah dari tegangan 20 KV menjadi 400 V digunakan alat yaitu Power meter PD-3ST3 dengan melakukan instalasi power meter yang dipasang setelah panel 400V didistribusi, berikut hasil pembacaan alat *monitoring* tegangan listrik:

**1. Tegangan 220 Volt**

Gambar 7 dan Tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil pembacaan meteran listrik dengan tegangan 220 volt selama 5 menit.



Gambar 7. Nilai Tegangan 1 Phase

Sumbu x pada Gambar 7 merepresentasikan waktu pembacaan data tegangan listrik, dan sumbu y merepresentasikan nilai voltase. Berdasarkan data pantauan, nilai tegangan pada tanggal 6 Januari 2023 pukul 05.59 WITA sebesar 223 - 220 Volt. Pergerakan garis pada grafik stabil.

Tabel1. Tegangan 1 Phase

Tegangan (Volt)				
Waktu	R	S	T	Rata-rata
1 menit	223	222	220	221,6
2 menit	223	222	220	221,6
3 menit	223	222	220	221,6
4 menit	223	222	220	221,6
5 menit	223	222	220	221,6

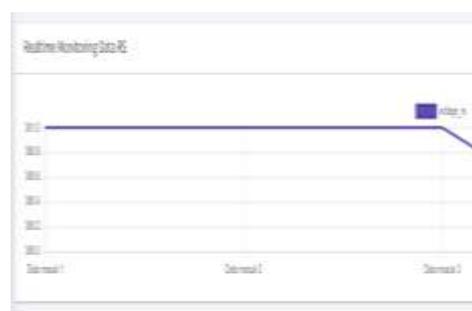
**2. Tegangan 380 Volt**

Tabel 2 menjelaskan hasil pembacaan *Modbus* selama 2 jam dengan tegangan 380 Volt.

Tabel 2. Tegangan 3 Phase

Tegangan (Volt)				
Waktu	RS	ST	TR	Rata-rata
1 menit	381	385	380	382
2 menit	381	385	380	382
3 menit	381	385	380	382
4 menit	380	381	382	381
5 menit	380	381	382	381

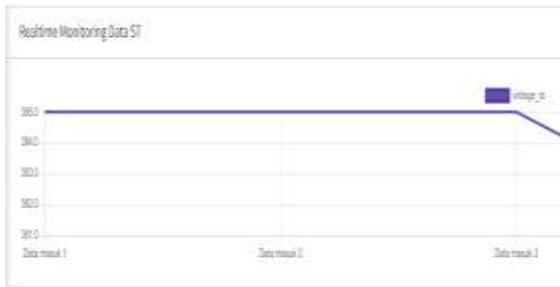
Realtime Data *Monitoring* RS



Gambar 8. Data *Monitoring* RS

Data masuk 1 sampai dengan data masuk 3 terlihat grafik berjalan stabil di 381 Volt. Data diambil dalam tempo waktu 1 menit dari pengiriman data power meter hingga ke aplikasi web.

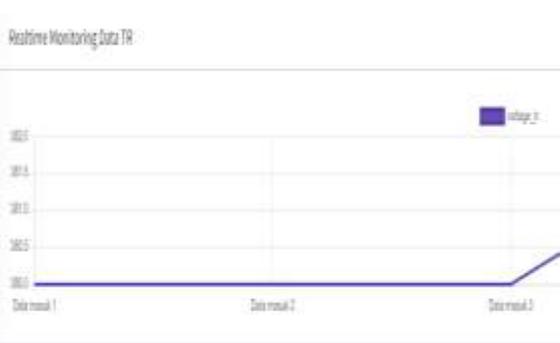
**Realtime Data Monitoring ST**



Gambar 9. Data Monitoring ST

Data masuk 1 sampai dengan data masuk 3 terlihat grafik berjalan stabil di 385 Volt. ST adalah nama yang diambil dari fasa RST. Dimana setiap hurufnya memiliki tegangan yang berbeda-beda.

**Realtime Data Monitoring TR**



Gambar 10. Data Monitoring TR

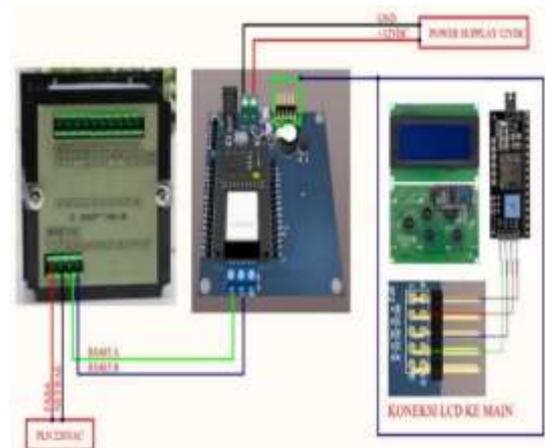
Data masuk 1 sampai dengan data masuk 3 terlihat grafik berjalan di 380 Volt. Ini berarti tegangan 3 fasa tergolong stabil.



Gambar 11. Nilai Tegangan 3 Phase

Gambar di atas menampilkan temuan data pemantauan fasa RS, dengan nilai tegangan 382 - 380 Volt pada tanggal 6 Januari 2023 pukul 17:59 WITA. Nilai tegangan pada fasa ST adalah 385 - 381 Volt pada tanggal 6 Januari 2023 pukul 17:59 WITA. Pada fasa TR nilai tegangan antara 380 sampai 382 volt pada tanggal 6 Januari 2023 pukul 05:59 WITA.

Level tegangan 1 fasa dan 3 fasa dapat dibaca menggunakan alat pemantau tegangan ini. Pemantauan tegangan ini bertujuan agar Insan PT. Divisi pembangkit listrik KPA untuk melihat aliran tegangan listrik pada layar komputer.



Gambar 12. Wiring Alat

Meteran listrik pada gambar di atas dialiri energi berupa listrik dari PLN. Chip komunikasi RS485 juga disertakan di dalam meteran listrik. Protokol Modbus digunakan dalam koneksi ini. ESP32 membutuhkan modul eksternal RS485 tambahan karena tidak memiliki RS485. Dengan memanfaatkan alamat register yang sama, ESP32 dapat memperoleh data dari meteran listrik.

**1. Pengujian Prototype**

Penelitian ini terlebih dahulu dilakukan pengkajian tentang kebutuhan laptop yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan aplikasi ini, menguji aplikasi pada laptop dengan syarat yang telah terpenuhi yaitu Laptop HP 14-bs0xx untuk melakukan performance aplikasi pada laptop. Pada tahap ini dilakukan pengujian prototipe.

**2. Pengujian Alat**

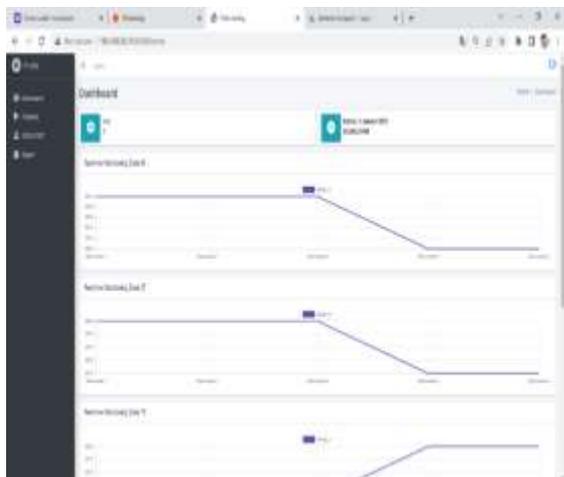
Pembacaan Voltage AC dari listrik stop kontak yang standar PLN di 220 Volt ini dilakukan sebagai upaya analisis data yang dijelaskan pada gambar-gambar parameter 1, parameter 2, parameter 3 dan Wiring Power Meter



Pengguna listrik dapat memantau jarak jauh berkat koneksi alat pemantau tegangan listrik ke jaringan internet, berikut ini adalah bagaimana sistem pemantauan ini berfungsi:

- Pertama, konfigurasi jaringan internet yang diperlukan. Jaringan internet yang sama akan digunakan karena sistem ini tetap beroperasi di wilayah setempat.
- Selanjutnya sistem pengawasan baru saja diaktifkan dan langsung terhubung dengan jaringan internet.
- Ketiga, sistem *monitoring* terhubung langsung dengan sumber tegangan dari panel distribusi PLN. Kemudian sistem *monitoring* akan membaca data sumber tegangan melalui *Modbus* Power Meter. Hasil pembacaan akan dikirim ke server untuk dilihat.
- Keempat, masuk ke server aplikasi web PT.KPA melalui akun yang tersedia dan di dalamnya Anda dapat melihat hasil pengiriman data dari sistem pemantauan tegangan yang berjalan secara real time. Kelima, pada server aplikasi web PT.KPA, admin dapat melakukan akses penuh seperti membuka dashboard, memutar ulang laporan sebelumnya, mengakses daftar staf, dan membuat laporan yang dapat dicetak melalui printer.

Selanjutnya sistem *monitoring* yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini untuk membaca data dari sumber tegangan menggunakan protokol *Modbus*. Mengirim hasil baca ke server untuk ditampilkan. Keempat, Anda dapat melihat hasil transfer data dari sistem *monitoring* tegangan yang beroperasi secara real time dengan login ke server aplikasi web PT.KPA dengan akun yang valid. Kelima, admin memiliki akses lengkap ke server aplikasi web PT.KPA, memungkinkan petugas atau admin dapat melakukan hal-hal seperti melihat daftar staf, membuka dashboard, memutar ulang laporan sebelumnya, dan membuat laporan yang dapat dicetak menggunakan printer.



Gambar 17. Tampilan Dashboard Aplikasi Web

Sistem *Monitoring* kemudian menggunakan protokol *Modbus* untuk membaca data dari sumber tegangan. Server menerima hasil baca untuk ditampilkan. Keempat, Anda dapat melihat hasil submit data dari sistem *monitoring* yang aktif secara real time dengan login ke aplikasi web server PT.KPA dengan akun yang sudah ada. Kelima, administrator memiliki akses penuh ke server aplikasi web PT.KPA, memungkinkan mereka untuk melakukan hal-hal seperti melihat dashboard, memutar laporan sebelumnya, mengakses daftar staf, dan membuat laporan yang dapat dicetak menggunakan printer.

## KESIMPULAN

Prosedur *monitoring* tegangan listrik PT. KPA awalnya tetap fokus pada meteran listrik. penggunaan sistem lalu lintas tegangan berbasis web / pembangkit listrik dapat membuat anggota staf lain memantau tegangan pada tampilan desktop atau PC dan meningkatkan manajemen informasi untuk karyawan listrik. Pendekatan prototipe alat berbasis web ini memungkinkan pekerja listrik untuk memantau tegangan menggunakan monitor dengan menampilkan informasi data pemantauan tegangan atau tegangan 1 fasa dan 3 fasa. Sistem ini juga dapat melakukan penyimpanan data hasil *monitoring* tegangan listrik dapat dijadikan acuan/bahan data sebagai laporan harian.

Saran untuk penelitian selanjutnya mengembangkan antarmuka pengguna yang lebih estetik, layanan interaktif, pemberitahuan aplikasi, serta sejumlah fitur lain yang bermanfaat dan dapat disesuaikan untuk karyawan kelistrikan PT. Kartika Prima Abadi atau Industri lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Dihni Azkiya, "Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia Capai 1.109 kWh pada Kuartal III 2021," <https://databoks.katadata.co.id/>, 2021.
- [2] Y. Hakimah, "Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan," *Desiminasi Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 12, 2019.
- [3] A. Subagia, "Sistem Manajemen Basis Data (DBMS)," *Jurnal*, vol. 2, no. 1, p. 3, 2018.
- [4] P. E. Pambudi, A. Duniawan, and S. Fahmi, "Penentuan Waktu Operasional UPS Pada Sistem Catu Daya Otomatis Transisi PLN-GENSET," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [5] H. Muchtar and R. Sumanjaya, "Control Switch Otomatis pada Tegangan Energi Alternatif dan Tegangan Sumber PLN Menggunakan Raspberry Pi," *Resist. (elektRonika kEndali Telekomun. tenaga List.*

- kOmpuTeR*), vol. 1, no. 2, p. 97, 2018, doi: 10.24853/resistor.1.2.97-102.
- [6] Widyatmika I Putu Ardi Wahyu, Indrawati Ni Putu Ayu Widyanata, Prastya I Wayan Wahyu Adi, Darminta I Ketut, Sangka I Gde Nyoman, and Saptaka Anak Agung Ngurah Gde, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap," *J. Otomasi, Kontrol Instrumentasi*, vol. 13 (1), no. 1, pp. 37–45, 2021.
- [7] M. Zaini, S. Safrudin, and M. Bachrudin, "Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 139, 2020, doi: 10.24912/tesla.v0i0.9081.
- [8] R. Pradisti, J. T. Komputer, and P. N. Sriwijaya, "Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Penggunaan Listrik Kamar Kos Secara Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Arus," *J. Tek.*, vol. 12, no. 2, pp. 95–102, 2018.
- [9] A. Wagya, "Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, p. 238, 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6561.
- [10] D. U. Suwarno, "Sistem Monitoring Untuk Berbagai Variabel Elektronis Menggunakan Protokol Modbus Dan Komunikasi Rs485," *Pros. Semin. Nas. Ris. dan ...*, pp. 2–6, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/ritektra/article/view/4945%0Ahttps://journal.unpar.ac.id/index.php/ritektra/article/view/4945/3503>
- [11] Q. Budiman, S. Mouton, L. Veenhoff, and A. Boersma, "ANALISIS PENGENDALIAN MUTU DI BIDANG INDUSTRI MAKANAN (Studi Kasus: UMKM Mochi Kaswari Lampion Kota Sukabumi)," *J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 0.1101/2021.02.25.432866, pp. 1–15, 2021.
- [12] E. Coşgun, S. Kocaoğlu, H. Gezici, E. Yilmazlar, and Y. Güven, "Understanding the Concept of Microcontroller Based Systems To Choose The Best Hardware For Applications," *Res. Inven. Int. J. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 9, pp. 2319–6483, 2017, [Online]. Available: [www.researchinventy.com](http://www.researchinventy.com)
- [13] E. W. Pratama and A. Kiswantono, "Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime," *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.)*, vol. 7, no. 2, pp. 1273–1284, 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v7i2.21.
- [14] M. Babiuch, P. Foltynek, and P. Smutny, "Using the ESP32 microcontroller for data processing," *Proc. 2019 20th Int. Carpathian Control Conf. ICCO 2019*, no. May 2019, 2019, doi: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.
- [15] P. D. Hung, V. Van Chin, N. T. Chinh, and T. D. Tung, "A Flexible Platform for Industrial Applications Based on RS485 Networks," no. November, 2021, doi: 10.12720/jcm.15.3.245-255.
- [16] I. Ferdiansyah, E. Sunarno, P. Agus, M. Putra, and B. Q. A, "Alat Pengukur Deviasi pada KWH Meter 3 Fasa berbasis PZEM 0047 dan Flame Sensor," vol. 5, no. 1, 2021.
- [17] L. Zhang, J. Liu, Z. Fu, and L. Qi, "A Wearable Biosensor Based on Bienzyme Gel-Membrane for Sweat Lactate Monitoring by Mounting on Eyeglasses," vol. 20, no. 3, pp. 1495–1503, 2020, doi: 10.1166/jnn.2020.16952.
- [18] K. Haseeb, A. S. Almgren, and I. U. Din, "An Energy-E fficient and Secure Routing Protocol for," no. November, 2019, doi: 10.3390/en12214174.
- [19] L. Hui, Z. Hao, and P. Daogang, "Design and Application of Communication Gateway of EPA and MODBUS on Electric Power System," vol. 17, pp. 286–292, 2012, doi: 10.1016/j.egypro.2012.02.096.
- [20] A. Mulyana, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP pada Sistem Pick-by-Light Design and Implementation of RS-485 Communication Using Modbus RTU and Modbus TCP Protocol on Pick-by-Light System," vol. 10, no. 28, pp. 85–91, 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.