
PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN TEGANGAN LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* TERINTEGRASI *TELEGRAM* DAN *DASHBOARD*

Rosi Ratna Sari¹, Dr. Faiza Rini², Mourend Devegi³

Universitas PGRI Sumatera Barat, Padang

E-mail: ¹rosiratnasari01@gmail.com, ²faizarini201104@gmail.com,

³mourenddevegi@gmail.com

Abstract: *This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based electrical voltage monitoring system integrated with Telegram notifications and a web dashboard. The system uses an ESP32 microcontroller and a PZEM-004T sensor to read voltage in real time. The research and development (R&D) method was used with a prototype model. Testing was conducted through alpha and beta testing. Expert validation results showed a Content Validity Index (CVI) of 0.88, categorized as high validity, while user response rates were 88.89%, categorized as very good. These results indicate that the system is feasible and effective for monitoring electrical voltage on wall mounts at PT KAI Divre II West Sumatra.*

Keywords: *IoT, Monitoring, ESP32, Telegram, Dashboard*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan notifikasi Telegram dan *dashboard web*. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor PZEM-004T untuk membaca tegangan secara *real-time*. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model prototipe. Pengujian dilakukan melalui uji alpha dan beta. Hasil validasi ahli menunjukkan nilai *Content Validity Index* (CVI) sebesar 0,88 dengan kategori validitas tinggi, sedangkan hasil respon pengguna memperoleh persentase sebesar 88,89% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem layak dan efektif digunakan untuk monitoring tegangan listrik pada wall mount PT KAI Divre II Sumatera Barat.

Kata kunci: IoT, Monitoring, ESP32, Telegram, Dashboard

PENDAHULUAN

Listrik merupakan komponen penting dalam operasional perangkat teknologi informasi. Gangguan tegangan dapat menyebabkan kerusakan perangkat dan gangguan sistem. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu memantau tegangan secara *real-time*. Perkembangan teknologi internet telah melahirkan konsep *Internet of Things* (IoT), yaitu sistem yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. IoT mampu meningkatkan efisiensi dan kemudahan

dalam berbagai bidang, termasuk sistem monitoring dan pengendalian perangkat listrik (Supriyono et al., 2024). Perkembangan IoT yang pesat telah membawa dampak besar terhadap cara manusia berinteraksi dengan lingkungan dan sistem teknologi (Witczak & Szymoniak, 2024).

Penerapan IoT dalam sistem kelistrikan memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh. Integrasi mikrokontroler, sensor tegangan, serta aplikasi pesan instan seperti Telegram dapat digunakan untuk mengirimkan notifikasi otomatis ketika terjadi

perubahan status perangkat atau kondisi tegangan abnormal. Selain itu, monitoring tegangan listrik secara real-time penting untuk menjaga kestabilan daya pada perangkat yang digunakan (Kusumo, 2025).

Pada penelitian ini dikembangkan sistem pemantauan tegangan listrik berbasis Internet of Things yang terintegrasi dengan Telegram sebagai media notifikasi dan dashboard web sebagai antarmuka pengguna (user interface). Pemantauan tegangan dilakukan menggunakan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan relay untuk mengontrol pemutusan arus ke beban. Selain itu, sistem dilengkapi dengan sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan lingkungan sekitar.

TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT)

IoT adalah konsep di mana berbagai perangkat dapat saling terhubung untuk mengumpulkan dan mengirimkan data melalui internet. Data tersebut dapat diakses oleh perangkat lain secara otomatis tanpa perlu interaksi langsung antara manusia dan perangkat (Selay et al., 2022).

Telegram bot

Telegram adalah aplikasi pesan instan yang menekankan keamanan, kecepatan, serta kemudahan penggunaan, dan tersedia secara gratis. Kelebihan lainnya, Telegram dapat dijalankan di berbagai perangkat mobile secara bersamaan (Ratnasari et al., 2022). Bot Telegram adalah akun Telegram khusus yang dirancang untuk mengirim pesan secara otomatis. Dalam sistem yang dikembangkan, Bot Telegram berfungsi sebagai media notifikasi status perangkat dan kondisi tegangan listrik ketika tegangan tidak normal.

ESP32

Menurut penelitian Imran dan

Rasul 2020, ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang merupakan pengembangan dan penerus dari ESP8266. ESP32 sudah dilengkapi dengan modul *WiFi* yang memungkinkan penggunaannya untuk mengontrol mikrokontroler dari jarak jauh melalui jaringan Internet. ESP32 dilengkapi beragam perangkat I/O, dapat diprogram menggunakan Arduino IDE serta menawarkan konsumsi daya rendah dan harga terjangkau (Delfianti et al., 2025).

Relay

Relay adalah saklar elektrik (*electrical switch*) yang bekerja dengan tenaga listrik. Relay termasuk perangkat elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan bagian mekanis berupa kontak saklar (*switch*) (Hidayat, 2023). Relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang digerakkan oleh arus listrik kecil untuk mengendalikan atau memutus arus listrik yang lebih besar.

Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan modul elektronik yang digunakan untuk melakukan pengukuran berbagai parameter listrik, seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, serta faktor daya (Agus Kiswantono, 2024). PZEM-004T mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 melalui komunikasi serial, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi listrik secara *real-time* (Muzakir, 2023).

Power Supply

Power supply adalah perangkat yang berfungsi untuk menyediakan dan mengatur tegangan serta arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan suatu sistem elektronik. Power supply mengubah sumber listrik (umumnya AC dari PLN atau DC dengan tegangan lain) menjadi tegangan DC yang stabil sesuai spesifikasi perangkat (Rudi, 2023).

Stop kontak

Stop kontak merupakan komponen listrik yang berfungsi menghubungkan steker perangkat elektronik dengan sumber listrik utama. Stop kontak juga memiliki dua jalur kabel, yaitu fasa dan satu jalur lainnya yang dalam instalasi konvensional merupakan jalur netral.

Kabel jumper

Kabel jumper merupakan jenis kabel berdiameter kecil yang digunakan dalam bidang elektronika untuk menghubungkan dua atau lebih titik, serta berfungsi sebagai penghubung antar komponen elektronika (Govinda & Supit, 2022). Kabel ini digunakan untuk menyalurkan sinyal maupun tegangan dalam sistem sehingga setiap perangkat dapat berkomunikasi dan bekerja sesuai fungsinya.

Aplikasi Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program (*sketch*) ke papan mikrokontroler (Maramis et al., 2025). Arduino IDE digunakan untuk memprogram ESP32 dan menghubungkannya dengan *Telegram Bot API* maupun *dashboard web*, sehingga komunikasi antara perangkat elektronik dengan aplikasi Telegram maupun antarmuka web dapat dilakukan secara *real-time*.

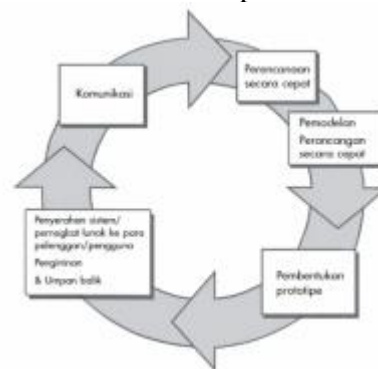
METODE

Metode yang diterapkan adalah *Research and Development (R&D)*. R&D adalah metode penelitian bertujuan untuk menghasilkan atau menyempurnakan suatu produk melalui serangkaian proses pengembangan dan validasi agar produk yang dihasilkan layak digunakan (Rahman et al., 2023).

Dalam proses pengembangannya, penelitian ini menggunakan model pengembangan *Prototype*. Model *prototype* adalah versi awal atau purwarupa dari sebuah produk, sistem,

atau desain yang dibuat untuk menguji konsep, mengumpulkan masukan, dan melakukan perbaikan sebelum produk akhir. Model ini dipilih karena strukturnya yang praktis dan tahapannya yang jelas, sehingga memudahkan peneliti dalam memetakan prosedur pengembangan sistem secara mendetail di setiap fasenya (Zaini, 2020).

Model prototipe memiliki lima tahapan, yaitu komunikasi, perencanaan secara cepat, pemodelan Perancangan secara cepat, pembentukan prototipe, serta penyebaran sistem & umpan balik.



Gambar 1 Tahapn model prototipe

Tahapan dalam metode prototype melibatkan beberapa langkah yang meliputi:

1. **Komunikasi:** Tahap ini melibatkan identifikasi masalah dan interaksi antara pengembang dan pemangku kepentingan untuk memahami tujuan pengembangan sistem, mengumpulkan kebutuhan, dan menetapkan batasan sistem.
2. **Perencanaan Cepat:** Pada tahap ini, dilakukan pemodelan yang cepat berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan pada tahap komunikasi sebelumnya.
3. **Perancangan Cepat:** Tahap ini melibatkan perancangan sistem yang dapat dipahami oleh pengguna, seperti perancangan antarmuka, berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya.
4. **Pembentukan prototipe:** Tahap ini melibatkan pembangunan prototype yang bertujuan untuk memberikan gambaran kepada pengguna

mengenai kebutuhan yang telah diidentifikasi dan dirancang sebelumnya. Prototype ini kemudian dievaluasi untuk mendapatkan umpan balik.

- Penyerahan sistem & umpan balik: Prototype yang telah dibangun dievaluasi oleh pemangku kepentingan, yang memberikan umpan balik yang akan digunakan untuk memperoleh kebutuhan tambahan. Dalam proses ini, iterasi dapat terjadi untuk memenuhi kebutuhan yang lebih baik (Pratiwi & Muftisjar, 2023).

Teknik pengujian produk Uji Alpha (pakar)

Pengujian Alpha dilakukan melalui *blackbox testing* untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa melihat struktur kode program secara langsung. Pengujian difokuskan pada kesesuaian fungsi sistem dengan spesifikasi yang telah dirancang. Kelayakan sistem secara keseluruhan dievaluasi melalui validasi pakar menggunakan instrumen angket yang Setiap validator memberikan penilaian menggunakan dengan validitas “Ya” diberi skor “0” dan “Tidak” diberi skor “1”. Skor yang diperoleh dianalisis untuk menilai kelayakan menggunakan rumus *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI).

$$CVR = \frac{n_e - (N + 2)}{N + 2}$$

Keterangan: n_e = Jumlah responden yang menyatakan Ya

N = Jumlah responden

$$CVI = \frac{CVR}{\text{jumlah pernyataan}}$$

Uji Beta (pengguna)

Pengujian beta menggunakan angket dengan skala likert 1 sampai 4. Skor yang diperoleh dianalisis dengan menghitung persentase kelayakan, yaitu dengan membandingkan total skor yang diberikan validator terhadap skor ideal, yang merupakan hasil perkalian jumlah item dengan skor maksimal. Persentase ini digunakan sebagai indikator untuk

menilai kelayakan sistem secara menyeluruh.

$$P = \frac{X}{X_i} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase Skor

X = Total skor yang diberikan validator

X_i = Jumlah skor maksimum ideal (jumlah pernyataan x jumlah responden x skor maksimum).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi produk merupakan realisasi dari tahapan perancangan dan pengembangan sistem yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Produk yang dihasilkan berupa sebuah sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan monitoring tegangan secara *real-time*, pengendalian beban listrik melalui *dashboard web* dan notifikasi melalui aplikasi Telegram.

Tampilan visual

Tampilan visual disajikan untuk memperlihatkan hasil implementasi sistem yang telah dikembangkan, baik perangkat keras maupun antarmuka aplikasi yang digunakan oleh pengguna.



Gambar 2 Hasil rancangan perangkat keras

Sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang dalam bentuk perangkat keras yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor PZEM-004T untuk membaca nilai tegangan listrik, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta modul relay yang

berfungsi sebagai pengontrol aliran listrik menuju beban.



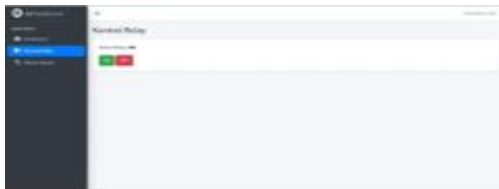
Gambar 3 Tampilan halaman login

Halaman login merupakan tampilan awal yang muncul saat pengguna mengakses sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai sistem keamanan untuk membatasi hak akses pengguna sebelum masuk ke halaman dashboard.



Gambar 4 Tampilan halaman utama

Halaman dashboard menampilkan informasi utama berupa nilai tegangan listrik, suhu, dan kelembapan secara *real-time*. dashboard juga memperlihatkan status relay dalam kondisi aktif atau nonaktif.



Gambar 5 Tampilan menu kontrol relay

Menu kontrol relay menampilkan status relay dan menyediakan tombol bagi pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay.



Gambar 6 Tampilan menu histori sensor

Menu histori sensor menampilkan data hasil pembacaan sensor yang diperbarui secara *real-time*.



Gambar 7 Tampilan notifikasi bot Telegram

Tampilan pada Bot Telegram digunakan sebagai media notifikasi antara sistem dan pengguna. Bot Telegram menampilkan pesan berisi informasi kondisi tegangan tidak normal dan pesan Relay yang diaktifkan maupun dinonaktifkan dari dashboard web.

Hasil pengujian produk Uji Alpa (Pakar)

Tabel 1 Hasil pengujian blackbox

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Output yang diharapkan	Status
1	Power Supply	Perangkat dihubungkan ke sumber listrik	Power supply menyala	Pass
2	ESP32	Diberi catu daya	ESP32 menyala dan mulai sistem	Pass
3	Koneksi Wi-Fi	ESP32 dinyalakan	ESP32 terhubung ke Wi-Fi	Pass
4	Sensor PZEM	Sensor membaca tegangan	Nilai tegangan tampil di dashboard	Pass
5	Sensor DHT11	Sistem membaca suhu & kelembapan sekitar perangkat	Data suhu & kelembapan ditampilkan di Dashboard	Pass

6	Pengiriman Data API	ESP32 mengirim data POST	Data tersimpan di server	Pass
7	Tombol Relay ON	Klik tombol ON	Relay aktif & status berubah pada dashboard	Pass
8	Tombol Relay OFF	Klik tombol OFF	Relay nonaktif & status berubah	Pass
9	Notifikasi Relay ON/OFF	Relay diaktifkan/dinonaktifkan	Pesan Telegram terkirim	Pass
10	Tegangan tidak normal	Tegangan diluar batara normal	Notifikasi Telegram terkirim	Pass

Pengujian Black Box pada produk dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) guna mengetahui tingkat validitas produk yang dikembangkan.

Tabel 2 Hasil pengujian pakar

No	Aspek	CVR	Keterangan
1	Fungsi Perangkat	1	Valid
2	Fungsi Dashboard	0,66	Valid
3	Fungsi Telegram	1	Valid
Total		2,66	

$CVI = 2,66/3 = 0,88$.

a. Uji Beta (Pengguna)

Uji coba pengguna dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* yang telah dikembangkan.

Tabel 3. Persentase hasil pengujian pengguna

No	Kategori	Persentase nilai (%)	Keterangan
1	Kemudahan penggunaan telegram	83,33 %	Sangat baik
2	Kejelasan tampilan	91,67 %	Sangat baik
3	Respon sistem	83,33 %	Sangat baik
4	Keandalan sistem	100%	Sangat baik
Rata-rata		89,58%	Sangat baik

SIMPULAN

Sistem pemantauan tegangan listrik berbasis *Internet of Things* yang terintegrasi Telegram dan dashboard web telah berjalan sesuai dengan perancangan serta mampu membaca dan mengirimkan data tegangan secara real-time melalui jaringan internet sehingga kondisi listrik dapat dipantau kapan saja. Hasil evaluasi melalui validasi pakar menggunakan perhitungan *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) menunjukkan seluruh aspek memenuhi kriteria valid dengan nilai CVI sebesar 0,88 (kategori validitas tinggi), serta didukung oleh hasil angket respon pengguna dengan persentase 88,89% yang berada pada kategori sangat baik, sehingga sistem dinyatakan layak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Kiswanton. (2024). Transformasi Proteksi Tegangan: Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time. *Dielektrika*, 11(2), 119–128. <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v11i2.377>
- Delfianti, R., Tazayul, V. A., Mustaqim, B., Nusyura, F., & Harsito, C. (2025). *Internet of Things (IoT) based Electrical Power Monitoring System for Solar Power Plants using the Telegram Application*. 2(3), 428 <https://doi.org/10.26740/vubeta.v2i3.39405>

- Govinda, N., & Supit, Y. (2022). *Prototype Pengiriman Notifikasi Penerima Paket berbasis ESP8266*. 7(1), 1–6.
- Hidayat, W. (2023). *Sistem Monitoring Performansi Pembangkit Listrik HYBIRD Sel Surya dengan PLN Menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS)*.
- Kusumo, H. N. A. R. J. D. (2025). *Pemantauan Tegangan Listrik Tiga Fase Berbasis Internet of Things Pada Transmisi TVRI Jawa Tengah*. 17(1), 24–32.
- Maramis, L., Nugroho, C., Saleh, H., Potabuga, R., & Wullur, V. C. (2025). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kebun Menggunakan. Jurnal Publikasi Ilmu Komputer Dan Multimedia*, 5, 29.
- Muzakir, A. (2023). *Sistem Monitoring Daya Listrik Internet of Things (IoT) Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Sugeno dan Firebase Berbasis Android*.
- Pratiwi, H., & Muftisjar, A. S. (2023). *Prototipe Alat Perawatan Ikan Hias Menggunakan NODEMCU berbasis IoT (Internet of Things)*. 13(1).
- Rahman, E. S., Burhan, M. I., Studi, P., Teknik, P., Makassar, U. N., Studi, P., Teknik, P., Makassar, U. N., Studi, P., Teknik, P., Makassar, U. N., Studi, P., Teknik, P., Makassar, U. N., & Messenger, T. (2023). *Smart Home berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger*. 20(2), 1–6.
- Ratnasari, D. A., Suprianto, B., & Baskoro, F. (2022). *MonitoringgDaya ListrikkPada Panel Surya Berbasiss Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram*. 5(1), 1–10.
- Rudi, S.; N. (2023). *Uninterruptible Power Supply (UPS) Portabel Sebagai Cadangan Daya berbasis IoT pada Smart Home*. 12.
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). *Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X. 1*, 860–868.
- Supriyono, F. abdullah ismail; H., Teknik Elektro, F. T., & Surakarta, U. M. (2024). *Rancang Bangun Sistem Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Monitoring dan Manajemen Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga*. 30.
- Witczak, D., & Szymoniak, S. (2024). *Review of Monitoring and Control Systems Based on Internet of Things. Applied Sciences (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/app14198943>
- Zaini, M. (2020). *Perancangan sistem monitoring tegangan, arus dan frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis iot*. 22(2), 139–150.