Sinergi : Jurnal Ilmiah Multidisiplin
E-ISSN : 3109-0559
Volume 2 Nomor 11 Tahun 2026
Copyright © 2026 The Author(s)
https://publikasi.ahlalkamal.com/index.php/sinergi



Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Proteksi Beban Lebih pada Proses Warming Up Genset Berbasis Internet of Things

Priyanto
Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan, Indonesia
Email: apriantopri43@gmail.com

Abstract

Generators that are operated infrequently still require periodic maintenance, including warming-up operation to maintain operational readiness. Manual monitoring has limitations in recording operating time and electrical parameters. This study designs an Internet of Things (IoT)-based generator warming-up monitoring system using an ESP32 microcontroller, PZEM-004T sensor, DS1307 Real Time Clock (RTC), LCD, relay, buzzer, and Blynk application. The system measures voltage, current, power, frequency, and operating time, then displays and stores the data through Blynk. The overcurrent protection threshold is set to 3 A. Tests using six load variations produced voltage values of 228–232 V, current values of 0.04–2.13 A, and power values of 5–480.1 W. The reported average measurement errors were 0.8% for voltage, 4.4% for current, and 1.4% for power. During an overcurrent test at 3.30 A, the system detected the condition and disconnected the load supply through a relay within 1.05 seconds, accompanied by an alarm/notification. Data-storage tests showed that warming-up operating data could be recorded in Blynk in real time. The prototype therefore supports electrical-parameter monitoring and warming-up operation records, subject to Wi-Fi availability.

Keywords: generator set, warming up, Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Blynk, overcurrent protection.

Abstrak

Genset yang jarang dioperasikan tetap memerlukan pemeliharaan berkala, salah satunya melalui proses warming up untuk menjaga kesiapan operasional. Pemantauan secara manual memiliki keterbatasan dalam pencatatan waktu operasi dan parameter listrik. Penelitian ini merancang sistem monitoring warming up genset berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, modul Real Time Clock (RTC) DS1307, LCD, relay, buzzer, dan aplikasi Blynk. Sistem mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, serta waktu operasi, kemudian menampilkan dan menyimpan data melalui aplikasi Blynk. Proteksi beban lebih diatur pada batas arus 3 A. Pengujian pada enam variasi beban menghasilkan rentang tegangan 228–232 V, arus 0,04–2,13 A, dan daya 5–480,1 W. Hasil perbandingan pembacaan menunjukkan rata-rata kesalahan tegangan 0,8%, arus 4,4%, dan daya 1,4% sebagaimana dilaporkan dalam pengujian. Pada simulasi beban lebih sebesar 3,30 A, sistem mendeteksi kondisi melebihi batas dan memutus suplai melalui relay dalam waktu 1,05 detik serta memberikan indikasi alarm/notifikasi. Pengujian penyimpanan menunjukkan data warming up dapat direkam pada aplikasi Blynk secara real-time. Hasil ini menunjukkan

prototipe dapat digunakan untuk pemantauan parameter listrik dan pencatatan operasi warming up genset, dengan batasan bahwa sistem bergantung pada ketersediaan jaringan Wi-Fi.
Kata Kunci: genset, warming up, Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Blynk, proteksi arus lebih.

PENDAHULUAN

Generator set (genset) merupakan sumber tenaga listrik cadangan yang digunakan ketika pasokan listrik utama mengalami gangguan. Pada kondisi operasional tertentu, genset tidak selalu bekerja setiap hari sehingga diperlukan pemeliharaan berkala untuk menjaga kesiapan saat dibutuhkan. Salah satu kegiatan pemeliharaan yang dibahas dalam penelitian ini adalah warming up genset secara berkala selama sekitar 10–15 menit.

Pelaksanaan warming up secara manual memerlukan pemeriksaan dan pencatatan oleh petugas. Informasi mengenai waktu operasi serta parameter keluaran listrik, seperti tegangan, arus, daya, dan frekuensi, perlu dicatat agar kondisi genset dapat ditinjau kembali. Perkembangan Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat pengukuran terhubung ke jaringan internet sehingga data dapat dipantau melalui perangkat bergerak.

Penelitian ini mengembangkan prototipe monitoring warming up genset menggunakan ESP32 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T dan RTC DS1307. Data ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk. Sistem juga dilengkapi relay dan buzzer untuk merespons kondisi arus yang melampaui batas 3 A. Tujuan penelitian adalah merancang sistem pemantauan parameter listrik dan waktu operasi, menguji ketelitian pembacaan terhadap alat ukur, serta menguji fungsi proteksi arus lebih dan penyimpanan data.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode rancang bangun dan pengujian prototipe. Tahapan yang dilakukan meliputi studi pustaka, observasi kebutuhan monitoring warming up, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian fungsi dan kinerja alat.

Perangkat utama terdiri atas ESP32 sebagai pengendali, PZEM-004T sebagai pembaca parameter listrik, RTC DS1307 sebagai pencatat waktu, LCD sebagai tampilan lokal, serta relay dan buzzer sebagai keluaran proteksi. ESP32 berkomunikasi dengan aplikasi Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Data pengukuran dan waktu operasi ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Alur kerja sistem dimulai ketika ESP32 memperoleh suplai dan terhubung ke jaringan Wi-Fi. Selanjutnya, ESP32 membaca waktu dari

RTC serta parameter listrik dari PZEM-004T. Ketika arus beban tidak melebihi 3 A, sistem menunjukkan kondisi normal. Ketika arus melampaui batas tersebut, sistem mengaktifkan alarm dan relay memutus suplai ke beban. Status sistem juga ditampilkan melalui aplikasi Blynk.

Pengujian dilakukan terhadap fungsi ESP32, PZEM-004T, dan RTC; pengukuran tegangan, arus, dan daya pada enam variasi beban; simulasi arus lebih; serta penyimpanan data pada Blynk. Pengukuran prototipe dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Persentase kesalahan dihitung dengan persamaan:

$$Kesalahan\ (\%) = |nilai\ alat\ ukur - nilai\ prototipe| \,/\, nilai\ alat\ ukur \times 100\%$$

Pengujian variasi beban dilakukan selama 10 menit untuk setiap kondisi sebagaimana dijelaskan dalam skripsi. Pengujian arus lebih dilakukan dengan menaikkan arus beban melewati set point 3 A, kemudian mengamati respons relay, alarm, dan notifikasi pada aplikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian komponen

Pengujian ESP32 menunjukkan mikrokontroler dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan berkomunikasi dengan aplikasi Blynk. Pengujian PZEM-004T menunjukkan parameter tegangan, arus, daya, dan frekuensi dapat terbaca. Pengujian RTC menunjukkan data waktu dapat dibaca oleh sistem. Hasil tersebut menjadi dasar integrasi pembacaan parameter dan pencatatan waktu operasi genset.

2. Hasil pengukuran parameter listrik

Pengujian dilakukan menggunakan enam variasi beban. Berdasarkan hasil yang dirangkum dalam skripsi, tegangan keluaran berada pada rentang 228–232 V, arus 0,04–2,13 A, dan daya 5–480,1 W. Perbandingan pembacaan prototipe dengan alat ukur menghasilkan rata-rata kesalahan tegangan sebesar 0,8%, arus sebesar 4,4%, dan daya sebesar 1,4%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa prototipe dapat mengikuti perubahan parameter listrik pada variasi beban yang diuji.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Listrik

Parameter	Rentang hasil pengujian	Rata-rata kesalahan
Tegangan	228–232 V	0,8%
Arus	0,04–2,13 A	4,4%
Daya	5–480,1 W	1,4%

3. Pengujian proteksi arus lebih

Set point proteksi arus lebih ditetapkan sebesar 3 A. Pada kondisi awal dengan arus 0,70 A, sistem berada pada kondisi normal dan alarm tidak aktif. Ketika arus dinaikkan hingga 3,30 A, sistem mendeteksi kondisi arus lebih. Hasil pengujian mencatat relay memutus suplai ke beban dengan interval pemutusan 1,05 detik dan aplikasi Blynk memberikan indikasi/notifikasi overload. Bagian kesimpulan skripsi juga mencatat alarm berbunyi selama 5 detik dan beban dapat digunakan kembali setelah arus diturunkan di bawah 3 A.

Hasil ini memperlihatkan fungsi prototipe sebagai pembatas penggunaan beban pada saat warming up sesuai batas arus yang ditetapkan. Pengujian yang dilakukan merupakan pengujian prototipe pada beban uji; hasilnya tidak dapat langsung dianggap sebagai validasi proteksi untuk semua kapasitas dan konfigurasi genset tanpa pengujian lanjutan.

4. Penyimpanan dan pemantauan data

Pengujian penyimpanan dilakukan sebanyak lima kali proses warming up. Pengujian pertama dilakukan tanpa beban, sedangkan pengujian berikutnya menggunakan variasi beban. Data operasional dapat tersimpan pada aplikasi Blynk secara real-time dan dapat ditampilkan sebagai informasi waktu serta parameter listrik. Dengan demikian, data dapat digunakan sebagai rekaman pendukung kegiatan pemeliharaan dan inspeksi. Pemantauan jarak jauh bergantung pada ketersediaan jaringan Wi-Fi sebagaimana batasan penelitian.

KESIMPULAN

Prototipe monitoring warming up genset berbasis IoT berhasil mengintegrasikan ESP32, PZEM-004T, RTC DS1307, LCD, relay, buzzer, dan aplikasi Blynk untuk memantau waktu operasi serta parameter listrik. Pada enam variasi beban, hasil pengujian menunjukkan tegangan 228–232 V, arus 0,04–2,13 A, dan daya 5–480,1 W, dengan rata-rata kesalahan yang dilaporkan masing-masing sebesar 0,8%, 4,4%, dan 1,4%. Fungsi proteksi diuji pada batas 3 A. Ketika arus mencapai 3,30 A, sistem mendeteksi arus lebih dan relay memutus suplai dalam 1,05 detik, disertai indikasi alarm/notifikasi. Sistem juga dapat menyimpan data lima pengujian warming up pada aplikasi Blynk secara real-time. Pengembangan berikutnya dapat menambahkan sensor suhu mesin serta notifikasi otomatis pengingat jadwal warming up, sesuai saran pada skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, A. (2016). Generator Sinkron. https://documents.tips/documents/generator-sinkron-568d0bd7f255b.html

Blynk. (2017). Blynk. http://www.blynk.cc/

Habibi, F. N., Setiawidayata, S., & Mukhsima, M. (2017). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017, 157–162.

Junaidi, A. (2015). Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan.

Kadir, A. (2013). Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Andi.

Mubina, F. F., & Firasanto, G. (2023). Pemantauan dan pengendalian pemakaian energi listrik berbasis IoT. *EPIC Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, *5*(2), 216. https://doi.org/10.32493/epic.v5i2.28419

Suprihatin, A., & Munir, M. (2026). Rancang bangun sistem proteksi over current relay dengan karakteristik inverse sesuai IEC 60255 terintegrasi IoT untuk monitoring jarak jauh. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, *11*(1), 181–188. https://doi.org/10.31544/jtera.v11.i1.2026.171-180

Widiasari, C. (2019). Sistem Monitoring Tangki dan Penghitung Runhour Genset Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT).

Witczak, D., & Szymoniak, S. (2024). Review of monitoring and control systems based on Internet of Things. *Applied Sciences*, *14*(19), 8943. https://doi.org/10.3390/app14198943.