TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

Sistem Monitoring Energi Genset pada Stasiun Penyiaran TVRI Berbasis IoT

Suci Ramadhani*, Deitje Sofie Pongoh, Arnold Robert Rondonuwu

Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia
Email: 1,*suciramadhanirauf5@gmail.com, 2pongohdeitje@gmail.com, 3arnold.rondonuwu@polimdo.ac.id
Email Penulis Korespondensi: suciramadhanirauf5@gmail.com

Abstrak–Ketersediaan energi listrik merupakan faktor utama dalam menjaga kontinuitas operasional stasiun penyiaran. Lembaga Penyiaran Publik (LPP) TVRI Sulawesi Utara yang menggunakan *generator set* (genset) sebagai sumber energi cadangan ketika terjadi gangguan pada suplai listrik utama. Permasalahan yang dihadapi adalah keterbatasan sistem pemantauan kondisi genset secara langsung, terutama terhadap parameter kelistrikan seperti arus, daya, konsumsi energi, dan status operasi sumber listrik. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan energi genset berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor arus SCT-013, Liquid Crystal Display (LCD), serta *platform monitoring* berbasis *cloud*. Sistem bekerja dengan membaca parameter listrik secara *real-time* kemudian mengirimkan data melalui jaringan WiFi menuju aplikasi Blynk dan *Google Spreadsheet* sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca arus listrik dengan tingkat kesalahan pengukuran sebesar 1–8% dengan rata-rata *error* sebesar 4,17% dan rata-rata akurasi sebesar 95,83% dibandingkan alat ukur referensi. Sistem juga berhasil menghitung daya listrik hingga 2640 W pada arus 15 A, melakukan pencatatan data secara otomatis pada *Google Spreadsheet*, serta menampilkan data *real-time* pada aplikasi Blynk ketika koneksi WiFi tersedia. Selain itu, sistem mampu mendeteksi kondisi PLN ON, Genset ON, maupun kedua sumber OFF berdasarkan perubahan arus pada sistem ATS. Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan sistem *monitoring* energi genset berbasis IoT yang mengintegrasikan pengukuran arus, perhitungan daya dan energi listrik, deteksi status perpindahan sumber listrik PLN–genset pada ATS, penyimpanan data historis pada *Google Spreadsheet*, serta *monitoring* dan notifikasi *real-time* melalui *platform* Blynk dalam satu sistem yang terintegrasi untuk mendukung pengelolaan energi pada stasiun penyiaran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang baik sebagai media *monitoring* energi genset secara *real-time* sehingga dapat meningkatkan efektivitas pemantauan, pencatatan, dan pemeliharaan genset di TVRI Sulawesi Utara.

Kata Kunci: Monitoring; Genset; ESP32; SCT-013; IoT

Abstract–The availability of electrical energy is a crucial factor in maintaining the continuity of broadcasting station operations. Public Broadcasting Institution (LPP) TVRI North Sulawesi, where a generator set (genset) is used as a backup power source during interruptions to the main electrical supply. The primary challenge is the limited capability of conventional monitoring systems to observe electrical parameters, including current, power, energy consumption, and power source status, in real time. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based generator energy monitoring system using an ESP32 microcontroller, SCT-013 current sensor, Liquid Crystal Display (LCD), and cloud-based monitoring platforms. The proposed system measures electrical parameters in real time and transmits the data via a Wi-Fi network to the Blynk application and Google Spreadsheet, enabling remote monitoring by operators. Experimental results show that the proposed system measures electrical current with a measurement error ranging from 1% to 8%, yielding an average error of 4.17% and an average measurement accuracy of 95.83% compared with a reference clamp meter. The system also successfully calculates electrical power up to 2,640 W at a current of 15 A, automatically records monitoring data in Google Spreadsheet, and displays real-time information through the Blynk application when a Wi-Fi connection is available. Furthermore, the system accurately detects PLN ON, Generator ON, and both sources OFF conditions based on current variations in the Automatic Transfer Switch (ATS). The main contribution of this study is the development of an integrated IoT-based generator energy monitoring system capable of measuring electrical current, calculating power and energy consumption, detecting PLN–generator switching status through the ATS, storing historical data in Google Spreadsheet, and providing real-time monitoring and notifications via the Blynk platform to support reliable energy management in broadcasting stations. These results demonstrate that the proposed system provides reliable real-time generator monitoring and improves the effectiveness of monitoring, data logging, and maintenance activities, thereby enhancing the reliability of the electrical system at TVRI North Sulawesi Broadcasting Station.

Keywords: Energy Monitoring; Generator Set; ESP32; SCT-013; Internet of Things (IoT)

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam mendukung perkembangan teknologi dan aktivitas operasional berbagai bidang industri. Hampir seluruh aktivitas modern saat ini membutuhkan pasokan energi listrik yang stabil, termasuk sektor komunikasi dan penyiaran. Sistem penyiaran televisi memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap energi listrik karena seluruh perangkat utama seperti kamera, sistem audio, perangkat produksi, sistem transmisi, server, perangkat jaringan, dan fasilitas pendukung lainnya membutuhkan suplai listrik secara berkelanjutan. Gangguan pada sistem kelistrikan dapat menyebabkan terhentinya proses produksi maupun transmisi siaran yang berdampak pada kualitas pelayanan informasi kepada masyarakat.

Lembaga Penyiaran Publik (LPP) TVRI sebagai salah satu lembaga penyiaran nasional memiliki tanggung jawab dalam menyediakan layanan informasi, pendidikan, dan hiburan bagi masyarakat. Untuk menjalankan fungsi tersebut, stasiun penyiaran membutuhkan sistem kelistrikan yang memiliki tingkat keandalan tinggi. Ketersediaan energi listrik menjadi faktor penting agar seluruh perangkat penyiaran dapat bekerja secara optimal. Apabila terjadi gangguan suplai listrik dari jaringan utama, maka proses penyiaran dapat mengalami gangguan bahkan berhenti apabila tidak tersedia sumber energi alternatif.

Copyright © 2026 the author, Page 924
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

Salah satu solusi yang umum digunakan pada sistem kelistrikan industri dan fasilitas pelayanan publik adalah penggunaan *generator set* (genset). Genset merupakan perangkat pembangkit listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik (Simaremare dkk., 2023). Penggunaan genset sebagai sumber listrik cadangan bertujuan untuk menjaga kontinuitas operasional ketika terjadi pemadaman atau gangguan pada jaringan listrik utama (Siregar dkk., 2022). Pada lingkungan stasiun penyiaran, genset memiliki peranan penting karena mampu memberikan suplai listrik alternatif dalam waktu singkat sehingga perangkat siaran tetap dapat beroperasi.

Dalam implementasinya, genset biasanya terintegrasi dengan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS). ATS berfungsi melakukan perpindahan sumber energi listrik secara otomatis antara sumber utama PLN dan sumber cadangan genset. Ketika suplai PLN mengalami gangguan, ATS akan memberikan perintah perpindahan sumber sehingga beban listrik dapat dialihkan menuju genset. Sistem tersebut membantu menjaga kontinuitas energi listrik tanpa memerlukan perpindahan secara manual (Tsauri & Hendarto, 2017).

Meskipun genset telah digunakan sebagai sistem cadangan, proses pemantauan kondisi genset masih menjadi tantangan dalam pengelolaan energi. Pada beberapa sistem konvensional, teknisi masih melakukan pemeriksaan melalui panel kontrol secara langsung. Informasi yang diperoleh biasanya hanya berupa indikator sederhana seperti lampu status atau tampilan parameter pada panel genset. Metode tersebut memiliki keterbatasan karena tidak dapat memberikan informasi secara real-time kepada operator yang berada jauh dari lokasi genset.

Pemantauan manual juga menyebabkan data penggunaan energi tidak terdokumentasi secara otomatis. Parameter penting seperti arus, tegangan, daya, faktor daya, dan konsumsi energi membutuhkan pencatatan berkala agar dapat dianalisis untuk kebutuhan pemeliharaan. Tanpa adanya sistem pencatatan otomatis, teknisi akan kesulitan mengetahui pola penggunaan genset, perubahan beban listrik, serta kondisi abnormal yang mungkin terjadi selama operasi.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk meningkatkan sistem *monitoring* energi listrik. *Internet of Things* merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan komunikasi sehingga mampu melakukan pertukaran data secara otomatis (Nasution dkk., 2023). Dengan penerapan IoT, data dari sensor dapat dikirimkan melalui jaringan internet menuju server atau *platform monitoring* sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan secara jarak jauh.

Penerapan IoT dalam sistem energi telah banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan kemudahan pengawasan. Sistem pemantauan berbasis IoT mampu melakukan pengukuran parameter listrik, menyimpan data historis, serta memberikan informasi secara langsung kepada pengguna (Rusdi dkk., 2022). Teknologi tersebut sangat sesuai diterapkan pada sistem kelistrikan genset karena memungkinkan teknisi mengetahui kondisi perangkat tanpa harus selalu berada di lokasi.

Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian sistem *monitoring*. ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan pemrosesan data serta modul komunikasi *WiFi* yang telah terintegrasi. Keunggulan tersebut menjadikan ESP32 banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT karena mampu membaca data sensor, melakukan pengolahan informasi, dan mengirimkan data melalui jaringan internet (Wicaksono & Rahmatya, 2020).

Untuk melakukan pengukuran arus listrik digunakan sensor SCT-013. Sensor SCT-013 merupakan sensor arus tipe *current transformer* yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Sensor ini mampu membaca arus listrik AC tanpa melakukan kontak langsung dengan kabel utama sehingga lebih aman digunakan pada instalasi listrik. Penggunaan sensor arus berbasis *current transformer* banyak diterapkan pada sistem *monitoring* energi karena memiliki tingkat keamanan dan kemudahan instalasi yang baik (Sitanggang & Prabowo, 2022)

Parameter kelistrikan yang menjadi fokus dalam sistem *monitoring* ini meliputi arus listrik, tegangan, daya, dan energi listrik. Nilai arus dan tegangan digunakan untuk menghitung besar daya listrik yang digunakan oleh beban. Secara umum, daya listrik dapat dihitung berdasarkan hubungan antara tegangan, arus, dan faktor daya. Informasi daya dan energi sangat penting untuk mengetahui tingkat penggunaan genset serta membantu proses evaluasi efisiensi operasional.

Selain melakukan pengukuran, sistem *monitoring* berbasis IoT juga dapat memberikan manfaat dalam kegiatan pemeliharaan preventif. Data historis yang tersimpan dapat digunakan untuk mengetahui perubahan pola penggunaan energi dan mendeteksi kemungkinan gangguan. Sebagai contoh, peningkatan arus secara tiba-tiba dapat menjadi indikasi adanya peningkatan beban atau gangguan pada sistem kelistrikan. Dengan adanya informasi tersebut, teknisi dapat melakukan tindakan pemeriksaan sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem *monitoring* energi berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian oleh Hajar dkk. (2018) mengembangkan sistem *monitoring* listrik menggunakan sensor arus berbasis IoT yang mampu melakukan pengukuran arus secara *real-time*, namun penelitian tersebut belum mengintegrasikan sistem pemantauan terhadap sumber listrik cadangan maupun proses perpindahan *Automatic Transfer Switch* (ATS). Selanjutnya, Rusdi dkk. (2022) merancang sistem *monitoring* dan *controlling* pemakaian daya berbasis IoT yang berfokus pada pengawasan konsumsi energi listrik, tetapi belum menerapkan sistem pada lingkungan genset yang membutuhkan keandalan operasi sebagai sumber listrik cadangan.

Penelitian Satya dkk. (2025) mengembangkan instrumen pengukuran energi listrik berbasis ESP32 menggunakan sensor SCT-013 dan ZMPT101B dengan akurasi pengukuran yang baik, namun penelitian tersebut hanya berfokus pada pengukuran parameter listrik tanpa menyediakan fasilitas *monitoring* berbasis *cloud*, pencatatan data historis, maupun pemantauan status perpindahan sumber listrik. Sementara itu, Affandi & Chandra Hermawan (2025) mengembangkan *smart* KWh meter berbasis IoT untuk instalasi rumah tangga yang mampu melakukan *monitoring*

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

konsumsi energi dan estimasi biaya listrik, tetapi belum dirancang untuk aplikasi pada sistem genset industri atau stasiun penyiaran yang memiliki karakteristik operasi berbeda.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu tersebut, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*), yaitu (1) belum adanya integrasi *monitoring* parameter listrik genset dengan pemantauan status perpindahan sumber listrik PLN–genset pada sistem ATS; (2) belum tersedia sistem yang menggabungkan pengukuran arus, perhitungan daya dan energi, *monitoring real-time*, pencatatan data historis pada *Google Spreadsheet*, serta *dashboard* Blynk dalam satu sistem terintegrasi; dan (3) masih terbatas penelitian yang menerapkan sistem *monitoring* IoT secara khusus pada lingkungan stasiun penyiaran yang membutuhkan kontinuitas suplai listrik tinggi.

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem *monitoring* energi genset berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor SCT-013 yang tidak hanya melakukan pengukuran parameter listrik secara *real-time*, tetapi juga mendeteksi kondisi sumber listrik PLN dan genset pada sistem ATS, menyimpan data historis secara otomatis ke *Google Spreadsheet*, serta menyediakan *dashboard monitoring* dan notifikasi melalui Blynk sehingga mendukung proses pemantauan dan pemeliharaan genset secara lebih efektif. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan pengelolaan energi listrik pada stasiun penyiaran melalui proses *monitoring* yang lebih cepat, akurat, dan terdokumentasi.

Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan sistem *monitoring* energi genset yang mengintegrasikan sensor SCT-013, ESP32, *dashboard* Blynk, *Google Spreadsheet*, serta deteksi status perpindahan sumber listrik PLN–genset pada ATS dalam satu sistem *monitoring* berbasis IoT. Integrasi tersebut memungkinkan pemantauan parameter kelistrikan secara *real-time*, pencatatan data historis secara otomatis, dan penyediaan informasi kondisi sumber listrik dari jarak jauh untuk mendukung pemeliharaan genset berbasis kondisi pada stasiun penyiaran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

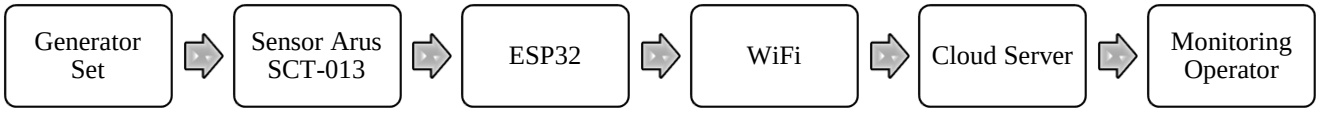
2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan eksperimen, yaitu merancang, membangun, dan menguji sistem pemantauan genset berbasis IoT pada lingkungan stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pembuatan prototipe alat yang mampu membaca parameter listrik, mengolah data, dan mengirimkan informasi secara *real-time* kepada pengguna.

Kerangka penelitian diawali dengan dari identifikasi masalah pada sistem *monitoring* genset yang masih dilakukan secara manual. Sistem konvensional menyebabkan operator atau teknisi harus melakukan pengecekan langsung pada panel genset untuk mengetahui kondisi sumber listrik, nilai arus, tegangan, dan beban yang digunakan. Kondisi tersebut kurang efektif karena informasi tidak dapat diperoleh secara langsung ketika operator berada jauh dari lokasi genset.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem *monitoring* berbasis IoT yang mampu melakukan pengukuran parameter listrik secara otomatis dan mengirimkan data melalui jaringan internet. Konsep IoT memungkinkan perangkat elektronik melakukan proses pengumpulan data, komunikasi, dan pertukaran informasi secara otomatis melalui jaringan komunikasi (Syahfitri, 2025). Sistem *monitoring* berbasis IoT juga telah banyak digunakan pada aplikasi pemantauan energi karena mampu memberikan informasi secara real-time dan dapat diakses dari jarak jauh (Pakpahan, 2025)

Rancangan sistem terdiri dari empat bagian utama yaitu input, proses, komunikasi, dan output. Bagian input menggunakan sensor arus SCT-013 untuk membaca parameter listrik dari genset. Sensor SCT-013 digunakan karena mampu melakukan pengukuran arus AC secara *non-invasif* sehingga pemasangan dapat dilakukan tanpa memutus kabel utama (Saputra dkk., 2024). Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32. ESP32 dipilih karena memiliki kemampuan pengolahan data serta komunikasi *WiFi* yang telah terintegrasi sehingga sesuai digunakan sebagai perangkat IoT (Syam & Wahyudi, 2026). Setelah proses pengolahan selesai, data dikirim menuju *platform monitoring* berbasis *cloud* untuk ditampilkan kepada pengguna. Kerangka pemikiran penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

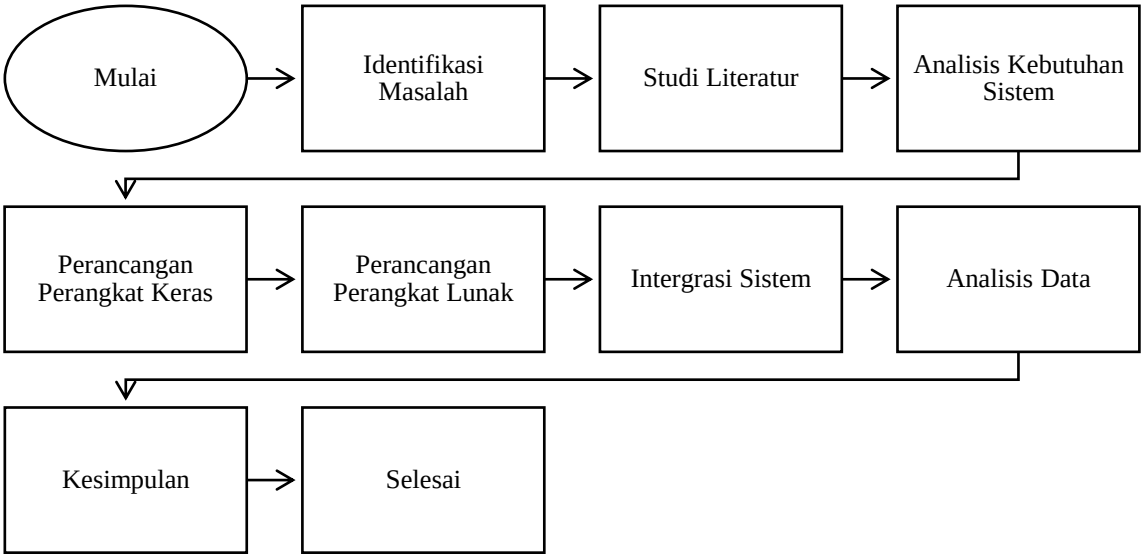
Sistem yang dirancang diharapkan mampu memberikan informasi kondisi genset secara real-time sehingga membantu teknisi dalam melakukan pemantauan dan pemeliharaan sistem kelistrikan.

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui sembilan tahapan sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 Alur Tahapan Penelitian. Gambar 2 berikut adalah penjelasan dari setiap tahapan yang dilaksanakan.

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440



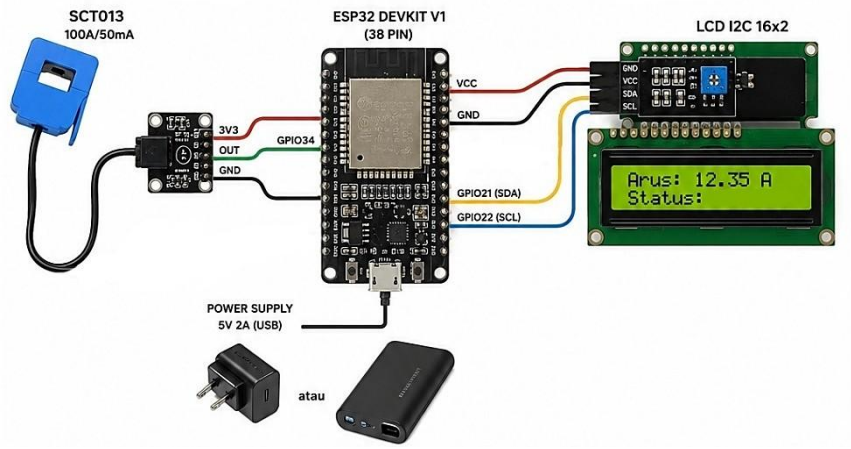
Gambar 2. Alur Tahapan Penelitian

Alur penelitian pada Gambar 2 menunjukkan tahapan proses penelitian mulai dari identifikasi permasalahan hingga menghasilkan kesimpulan. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis agar sistem *monitoring* energi genset yang dirancang dapat berjalan sesuai tujuan penelitian.

a. Tahap 1: Mulai
   Alur penelitian diawali dengan tahap mulai, yaitu tahap persiapan penelitian yang meliputi penentuan topik, tujuan penelitian, serta ruang lingkup sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan perencanaan awal mengenai sistem *monitoring* energi genset pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara dengan memanfaatkan teknologi IoT.
b. Tahap 2: Identifikasi Masalah
   Tahap berikutnya adalah identifikasi masalah yang bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada sistem pemantauan genset yang sedang berjalan. Pada proses ini dilakukan pengamatan terhadap sistem *monitoring* kelistrikan genset, khususnya dalam memperoleh informasi mengenai arus, daya, konsumsi energi, dan status operasi genset. Permasalahan utama yang ditemukan adalah proses pemantauan masih memiliki keterbatasan karena pemeriksaan kondisi genset umumnya dilakukan secara langsung melalui panel kontrol. Kondisi tersebut menyebabkan operator tidak dapat mengetahui perubahan parameter listrik secara cepat apabila berada jauh dari lokasi genset.
c. Tahap 3: Studi Literatur
   Setelah masalah berhasil diidentifikasi, penelitian dilanjutkan dengan studi literatur untuk memperoleh referensi yang berkaitan dengan sistem *monitoring* energi listrik, teknologi *Internet of Things*, mikrokontroler ESP32, sensor arus SCT-013, sistem genset, serta metode perhitungan daya dan energi listrik. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan *datasheet* perangkat. Hasil kajian literatur digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode penelitian, pemilihan komponen, serta perancangan sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan *monitoring* energi berbasis IoT untuk mengetahui metode yang dapat diterapkan dan dikembangkan.
d. Tahap 4: Analisis Kebutuhan Sistem
   Tahap berikutnya adalah analisis kebutuhan sistem. Tahapan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam proses perancangan sistem *monitoring* energi genset. Analisis dilakukan berdasarkan kebutuhan pemantauan parameter listrik seperti arus, daya, energi, dan status operasi genset. Pada tahap ini ditentukan penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data karena memiliki kemampuan komunikasi *WiFi* yang mendukung penerapan sistem IoT. Selain itu, sensor SCT-013 digunakan sebagai perangkat pembaca arus listrik karena mampu melakukan pengukuran arus AC tanpa memutus kabel utama.
e. Tahap 5: Perancangan Perangkat Keras
   Setelah kebutuhan sistem ditentukan, dilakukan perancangan perangkat keras. Perancangan ini meliputi pembuatan rangkaian elektronik yang menghubungkan sensor dengan mikrokontroler ESP32. Sensor arus SCT-013 dipasang pada jalur keluaran genset menuju beban listrik untuk membaca besar arus yang digunakan. Data hasil pembacaan sensor tersebut kemudian dikirim menuju ESP32 untuk dilakukan proses pengolahan. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan sistem catu daya agar seluruh perangkat dapat bekerja dengan stabil. Konfigurasi sistem ditunjukkan pada Gambar 3.

Copyright © 2026 the author, Page 927
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440



Gambar 3. Konfigurasi Sistem *Monitoring* Genset

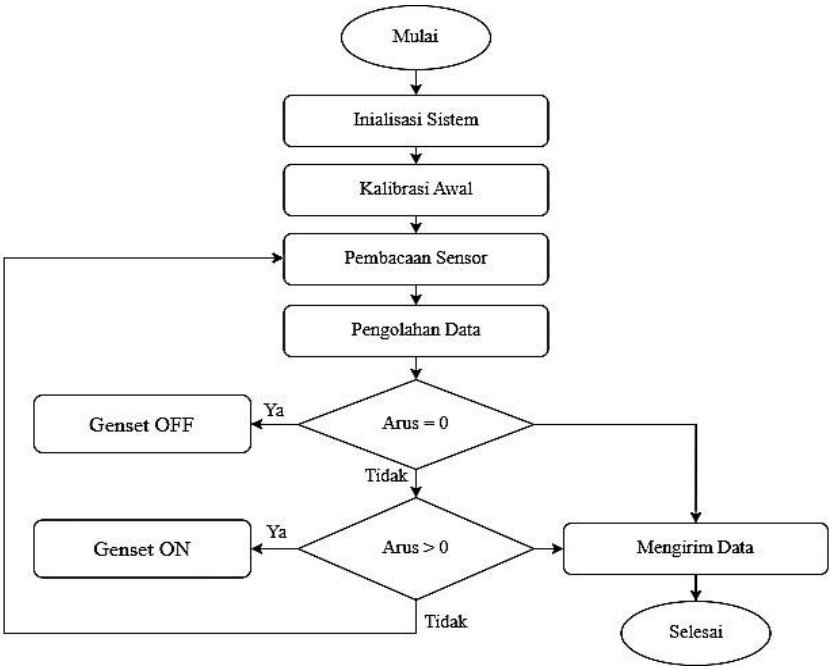
Berdasarkan konfigurasi sistem yang telah dirancang pada Gambar 3, setiap komponen dihubungkan sesuai dengan fungsi dan kebutuhan komunikasi data. Hubungan pin antara sensor SCT-013, ESP32, LCD I2C, dan catu daya dijelaskan secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi Sistem *Monitoring* Genset

Dari	Pin	Ke	Pin
SCT-013 Breakout	VCC	ESP32	3V3
SCT-013 Breakout	OUT	ESP32	GPIO34 (ADC1_CH6)
SCT-013 Breakout	GND	ESP32	GND
LCD I2C	VCC	ESP32	VCC
LCD I2C	GND	ESP32	GND
LCD I2C	SDA	ESP32	GPIO21 (SDA)
LCD I2C	SCL	ESP32	GPIO22 (SCL)
ESP32	VCC	Power Supply	5V
ESP32	GND	Power Supply	GND

f. Tahap 6: Perancangan Perangkat Lunak

Tahap selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak yang meliputi pembuatan program pada mikrokontroler ESP32 menggunakan *Arduino IDE*. Program dibuat agar sistem mampu membaca data sensor, melakukan proses kalibrasi, menghitung parameter listrik, menampilkan hasil pengukuran pada LCD, serta mengirimkan data menuju *platform monitoring* berbasis *cloud*. Selain itu, program juga dirancang agar mampu membaca kondisi genset berdasarkan nilai parameter listrik yang diperoleh dari sensor.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem *Monitoring* Genset

Copyright © 2026 the author, Page 928
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

g. Tahap 7: Integrasi Sistem
Setelah perangkat keras dan perangkat lunak selesai dibuat, dilakukan tahap integrasi sistem. Tahapan ini bertujuan untuk menggabungkan seluruh bagian sistem agar dapat bekerja sebagai satu kesatuan. Sensor, ESP32, LCD, jaringan *WiFi*, dan *platform monitoring* diuji untuk memastikan komunikasi data berjalan dengan baik. Pada proses ini dilakukan pemeriksaan terhadap kestabilan pembacaan sensor, keberhasilan pengiriman data, serta tampilan informasi pada perangkat *monitoring*.

h. Tahap 8: Analisis Data
Tahap berikutnya adalah analisis data. Data yang diperoleh dari proses pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan *monitoring* energi genset. Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur standar untuk mengetahui tingkat akurasi pengukuran. Nilai kesalahan atau *error* dihitung untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca parameter listrik. Selain itu, dilakukan analisis terhadap kestabilan sistem IoT dalam mengirimkan data secara *real-time*.

i. Tahapan 9: Kesimpulan
Tahapan terakhir adalah kesimpulan. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis sistem *monitoring* energi genset berbasis IoT. Tahap ini menentukan apakah sistem yang dibuat telah mampu memenuhi tujuan penelitian, yaitu memberikan informasi kondisi genset secara *real-time* dan membantu teknisi melakukan pemantauan sistem kelistrikan secara lebih efektif.

2.3 Rumus Penelitian

Berikut rumus penelitian *monitoring* energi genset dengan asumsi tegangan genset konstan 220 V. Rumus-rumus yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari *datasheet* resmi sensor SCT-013 serta referensi metode analisis sensor arus yang telah tervalidasi. Berikut adalah persamaan matematika yang digunakan dalam proses pengolahan dan analisis data.

2.3.1 Pengukuran Kinerja Pembacaan Sensor Arus SCT-013

Pengukuran kinerja sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor SCT-013 dalam membaca arus listrik yang mengalir pada keluaran genset. Sensor SCT-013 bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana perubahan medan magnet akibat aliran arus listrik pada kabel akan menghasilkan sinyal arus kecil pada sisi sekunder sensor.

Sinyal keluaran SCT-013 kemudian dikondisikan menggunakan rangkaian resistor burden sehingga menghasilkan tegangan analog yang dapat dibaca oleh ADC (*Analog to Digital Converter*) pada ESP32. Data analog tersebut selanjutnya diproses menggunakan program yang telah dibuat pada *Arduino IDE* untuk mendapatkan nilai arus RMS. Perhitungan nilai arus dilakukan berdasarkan hubungan antara tegangan RMS hasil pembacaan sensor dengan nilai rasio transformasi CT.
Persamaan perhitungan arus:

$$I_{beban} = \frac{V_{RMS} \times Rasio\ CT}{R_{burden}} \quad (1)$$

Pada Persamaan (1), I_{beban} menyatakan arus listrik yang terukur (A), V_{RMS} merupakan tegangan RMS hasil pembacaan sensor (V), Rasio CT adalah perbandingan transformasi sensor SCT-013, sedangkan R_{burden} merupakan nilai resistor beban (*burden resistor*) yang digunakan untuk mengubah arus keluaran sensor menjadi tegangan yang dapat dibaca oleh ADC pada ESP32.

$$Rasio\ CT = \frac{100}{0.05} \quad (2)$$

$$Rasio\ CT = 2000 \quad (3)$$

Pada penelitian ini digunakan sensor SCT-013 tipe 100A/50mA sehingga rasio transformasinya dihitung berdasarkan perbandingan arus primer terhadap arus sekunder sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2). Hasil perhitungan menghasilkan nilai rasio CT sebesar 2000, seperti ditunjukkan pada Persamaan (3). Nilai rasio ini digunakan untuk mengonversi hasil pembacaan sensor menjadi nilai arus sebenarnya.

2.3.2 Pengujian Akurasi Pengukuran Arus

Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor SCT-013 dengan alat ukur referensi. Pengujian dilakukan pada beberapa kondisi beban genset sehingga diperoleh variasi nilai arus. Nilai *error* digunakan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan antara sistem *monitoring* dengan alat ukur standar. Persamaan *error* pengukuran ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$Error(\%) = \left| \frac{I_{referensi} - I_{sensor}}{I_{referensi}} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Copyright © 2026 the author, Page 929
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

Setelah nilai *error* diperoleh, tingkat akurasi sistem dihitung menggunakan Persamaan (5). Pada Persamaan (4), $I_{referensi}$ menyatakan nilai arus yang diukur menggunakan *clamp meter* sebagai alat ukur acuan, sedangkan I_{sensor} merupakan nilai arus hasil pembacaan sensor SCT-013. Semakin kecil nilai *error* yang diperoleh, semakin tinggi tingkat akurasi sistem dalam melakukan pengukuran arus listrik.

$$Akurasi(\%) = 100\% - Error(\%) \quad (5)$$

Nilai akurasi tersebut menunjukkan kemampuan sistem dalam melakukan pengukuran arus listrik genset dibandingkan alat ukur referensi.

2.3.3 Pengukuran Estimasi Daya Listrik Genset

Selain melakukan pengukuran arus, sistem juga digunakan untuk menghitung estimasi daya listrik yang digunakan oleh beban genset. Karena pada penelitian ini tegangan genset dianggap stabil sebesar 220 Volt dengan faktor daya (*power factor*) sebesar 0,8, maka daya aktif dapat dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$P = V \times I \times PF \quad (6)$$

Pada Persamaan (6), P menyatakan daya aktif dalam satuan Watt, V merupakan tegangan listrik dalam satuan Volt, I adalah arus listrik dalam satuan Ampere, sedangkan PF merupakan faktor daya (*power factor*) yang menunjukkan perbandingan antara daya aktif dan daya semu pada sistem kelistrikan. Dengan asumsi tegangan genset sebesar 220 V dan faktor daya sebesar 0,8, maka Persamaan (6) dapat disederhanakan menjadi Persamaan (7).

$$P = 220 \times I \times 0.8 \quad (7)$$

Hasil perhitungan daya tersebut ditampilkan pada dashboard *Blynk* dan *spreadsheet* sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi pembebanan genset secara *real-time*.

2.4 Pengukuran Kinerja dan Analisis Data

Pengukuran kinerja dan analisis sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari rancangan sistem *monitoring* arus listrik genset berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor arus SCT-013. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam melakukan proses pembacaan parameter listrik, pengolahan data, pengiriman informasi melalui jaringan internet, penyimpanan data historis, serta penyajian informasi kondisi genset secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk* dan *Spreadsheet*.

Pengujian kinerja sistem dilakukan setelah seluruh perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi. Sistem yang telah dirancang akan diuji pada kondisi operasi genset dengan variasi beban listrik untuk mengetahui karakteristik pembacaan sensor SCT-013 terhadap perubahan arus. Data hasil pengukuran dari sensor akan dibandingkan dengan alat ukur standar berupa *clamp* meter sebagai acuan untuk menentukan tingkat akurasi sistem.

Pada penelitian ini, parameter utama yang diamati adalah nilai arus listrik genset, status operasi genset, estimasi daya listrik, waktu pengiriman data, kestabilan komunikasi IoT, serta keberhasilan pencatatan data pada *Spreadsheet*. Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis terhadap kinerja sistem *monitoring* yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa sistem *monitoring* energi genset berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor SCT-013 yang mampu membaca parameter kelistrikan secara real-time. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengukur arus, tegangan, daya, energi listrik, serta mendeteksi kondisi operasi genset. Data hasil pengukuran diproses oleh ESP32 kemudian dikirimkan melalui jaringan *WiFi* menuju *platform monitoring* sehingga dapat dipantau oleh operator secara jarak jauh. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur referensi untuk mengetahui tingkat akurasi sistem. Selain itu, dilakukan pengujian komunikasi IoT untuk mengetahui kestabilan pengiriman data.

3.1 Implementasi Sistem *Monitoring* Energi Genset

Implementasi sistem *monitoring* energi genset berbasis *Internet of Things* (IoT) dilakukan berdasarkan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya. Sistem ini dirancang untuk melakukan pengukuran parameter kelistrikan genset pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara secara *real-time* sehingga operator dapat mengetahui kondisi sumber listrik cadangan tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung pada panel *Automatic Transfer Switch* (ATS).

Pada sistem yang dibuat, ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang menerima masukan dari sensor arus SCT-013. Sensor SCT-013 dipasang pada penghantar keluaran genset menuju beban listrik. Pemilihan posisi pemasangan tersebut bertujuan agar arus yang digunakan oleh beban dapat terbaca secara langsung. Sensor SCT-013 bekerja berdasarkan prinsip *current transformer*, yaitu mengubah medan elektromagnetik akibat aliran arus menjadi sinyal keluaran yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Data yang diperoleh sensor masih berupa sinyal analog sehingga diperlukan proses konversi dan kalibrasi. ESP32 membaca nilai ADC kemudian mengubahnya menjadi nilai

Copyright © 2026 the author, Page 930
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

arus dalam satuan Ampere. Nilai hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan daya listrik dan energi listrik.

Pada sisi tampilan lokal, LCD I2C digunakan untuk menampilkan parameter secara langsung. Tampilan LCD menunjukkan nilai arus, daya, serta status genset. Penggunaan LCD memberikan keuntungan karena teknisi yang berada di ruang genset tetap dapat mengetahui kondisi sistem walaupun jaringan internet sedang mengalami gangguan. Selain tampilan lokal, sistem juga dilengkapi dengan *monitoring* berbasis IoT. Data hasil pembacaan dikirim melalui jaringan *WiFi* menuju *platform monitoring*. Data tersebut dapat diakses melalui perangkat komputer maupun *smartphone* sehingga operator dapat melakukan pemantauan dari ruang kontrol. Implementasi ini memberikan peningkatan dibandingkan metode manual karena proses pemantauan dapat dilakukan secara terus-menerus dan data dapat tersimpan sebagai histori.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja dengan baik. ESP32 mampu membaca sensor, melakukan perhitungan, menampilkan data, dan mengirimkan informasi ke server *monitoring*. Sistem juga mampu bekerja dengan sumber listrik genset secara stabil selama proses pengujian.

3.2 Hasil Pengujian Sensor SCT-013

Pengujian sensor SCT-013 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan arus listrik yang mengalir pada sistem genset. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi beban listrik sehingga menghasilkan perubahan nilai arus. Tegangan keluaran genset dalam penelitian ini digunakan sebesar 220 Volt. Nilai arus hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan *clamp* meter sebagai alat ukur pembanding dijabarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor SCT-013

No	Arus Referensi (A)	SCT-013 (A)	Error (%)
1	1	1.08	8
2	2	2.07	7
3	9	8.95	5
4	13	13.03	3
5	14	14.01	1
6	15	15.01	1

Berdasarkan hasil pengujian, sensor SCT-013 mampu melakukan pembacaan arus dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil. *Error* terbesar terjadi pada pengukuran arus rendah sebesar 8%. Hal tersebut disebabkan karena perubahan sinyal analog pada arus kecil lebih mudah dipengaruhi oleh *noise* elektronik. Pada pengukuran arus yang lebih besar, nilai error mengalami penurunan karena sinyal keluaran sensor menjadi lebih besar sehingga lebih mudah dibaca oleh ADC ESP32. Hasil ini menunjukkan bahwa SCT-013 cukup sesuai digunakan sebagai sensor *monitoring* energi genset.

Selain faktor sensor, ketelitian pembacaan juga dipengaruhi oleh proses kalibrasi. Kalibrasi yang tepat akan menghasilkan nilai pembacaan yang mendekati alat ukur standar. Oleh karena itu, nilai faktor kalibrasi pada program ESP32 perlu disesuaikan dengan karakteristik sensor yang digunakan.

3.3 Analisis Akurasi dan Error Sistem

Akurasi sistem monitoring ditentukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor SCT-013 terhadap nilai arus yang diukur menggunakan *clamp meter* sebagai alat ukur referensi. Perhitungan *error* dilakukan menggunakan Persamaan (4). Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, diperoleh nilai *error* pengukuran berkisar antara 1% hingga 8%, dengan rata-rata *error* sebesar 4,17% dan rata-rata akurasi dilakukan menggunakan Persamaan (5) sebesar 95,83%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan pengukuran yang cukup baik untuk kebutuhan monitoring energi genset.

Namun, beberapa faktor dapat memengaruhi hasil pengukuran seperti toleransi komponen elektronik, kualitas sumber tegangan, perubahan beban, serta kestabilan komunikasi data. Pada aplikasi industri, sistem *monitoring* tidak selalu membutuhkan akurasi seperti alat ukur laboratorium, tetapi lebih mengutamakan kemampuan mendeteksi perubahan kondisi secara cepat.

Dalam penelitian ini, sistem digunakan sebagai alat *monitoring* kondisi genset sehingga tingkat *error* tersebut masih dapat diterima. Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai informasi awal apabila terjadi perubahan beban atau kondisi tidak normal pada sistem kelistrikan.

3.4 Hasil Pengujian Daya dan Energi Listrik Genset

Pengujian daya dan energi listrik dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan perhitungan konsumsi energi berdasarkan parameter arus, tegangan, dan faktor daya. Pada penelitian ini, tegangan genset digunakan dengan nilai konstan sebesar 220 Volt sesuai dengan sistem kelistrikan satu fasa yang digunakan pada beban pengujian. Faktor daya (*Power Factor*) ditetapkan sebesar 0,8 yang merupakan nilai pendekatan umum pada beban listrik industri. Perhitungan daya listrik dilakukan menggunakan Persamaan (6). Dengan menggunakan asumsi tegangan sebesar 220 V dan faktor daya sebesar 0,8, Persamaan (6) dapat disederhanakan menjadi Persamaan (7).

Copyright © 2026 the author, Page 931
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

$$P = 220 \times I \times 0{,}8$$

$$P = 176 \times I$$

Berdasarkan persamaan tersebut, perubahan arus akan memberikan pengaruh langsung terhadap nilai daya listrik yang digunakan. Semakin besar arus yang mengalir menuju beban, maka semakin besar pula daya yang digunakan oleh sistem. Hasil pengujian daya berdasarkan variasi arus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya dan Energi Listrik Genset

No	Arus (A)	Tegangan (V)	PF	Daya (Watt)
1	1.08	220	0,8	190,08
2	2.07	220	0,8	364,32
3	8.95	220	0,8	1575,2
4	13.03	220	0,8	2293,28
5	14.01	220	0,8	2465,76
6	15.00	220	0,8	2640

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, terlihat bahwa daya listrik meningkat secara linier terhadap kenaikan arus. Ketika arus sebesar 1,08 Ampere, daya yang digunakan adalah 190,08 Watt. Pada kondisi arus 15 Ampere, daya meningkat menjadi 2640 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa sistem perhitungan pada ESP32 telah bekerja sesuai dengan persamaan matematis yang digunakan. Selain melakukan perhitungan daya, sistem juga melakukan perhitungan konsumsi energi listrik. Energi listrik dihitung berdasarkan lama waktu operasi genset menggunakan Persamaan (8). Pada Persamaan (8), E menyatakan energi listrik dalam satuan kilowatt-hour (kWh), P merupakan daya listrik dalam satuan Watt (W), sedangkan t adalah waktu operasi dalam satuan jam (h). Persamaan ini digunakan untuk menghitung total energi yang dikonsumsi selama genset beroperasi. Sebagai contoh, ketika genset bekerja dengan arus 15 Ampere selama 8 jam, maka:

$$E = \frac{2640 \times 8}{1000}$$
$$E = 21{,}12 kWh$$

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan energi genset selama 8 jam operasi adalah sebesar 21,12 kWh. Informasi konsumsi energi ini memberikan manfaat dalam proses pemeliharaan genset. Data energi dapat digunakan sebagai acuan dalam memperkirakan kebutuhan bahan bakar, menentukan jadwal pemeriksaan, dan mengetahui pola penggunaan beban listrik pada stasiun penyiaran. Pada lingkungan TVRI Sulawesi Utara, kebutuhan energi dapat berubah sesuai aktivitas operasional. Ketika perangkat transmisi, ruang studio, pendingin ruangan, server, dan perangkat pendukung lainnya aktif secara bersamaan, maka nilai arus dan daya akan mengalami peningkatan. Oleh karena itu, sistem *monitoring* energi diperlukan untuk mengetahui perubahan tersebut secara langsung.

3.5 Hasil Pengujian Sistem *Monitoring* IoT

Pengujian sistem *Internet of Things* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan pengiriman data dari ESP32 menuju *platform monitoring* berbasis *cloud*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke jaringan *WiFi* kemudian mengamati data yang muncul pada dashboard *monitoring*. Data yang dikirimkan meliputi nilai arus, tegangan, daya, energi listrik, serta status genset. Pengiriman data dilakukan secara berkala sehingga operator dapat melihat perubahan parameter listrik secara *real-time*. Hasil pengujian komunikasi IoT ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem *Monitoring* IoT

No	Kondisi Pengujian	Status WiFi	Data Blynk	Spreadsheet	Hasil
1	ESP32 aktif dan WiFi tersedia	Terhubung	Tampil	Tersimpan	Berhasil
2	Pembacaan arus genset	Terhubung	Update real-time	Tercatat	Berhasil
3	Perubahan beban genset	Terhubung	Nilai berubah	Data masuk	Berhasil
4	Genset ON	Terhubung	Status ON	Tercatat	Berhasil
5	Genset OFF	Terhubung	Status OFF	Tercatat	Berhasil
6	WiFi terputus	Tidak Terhubung	Tidak update	Tidak masuk	Sistem offline

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel tersebut, sistem mampu melakukan komunikasi data dengan baik ketika ESP32 terhubung dengan jaringan internet. Data hasil pengukuran berhasil ditampilkan pada *dashboard Blynk* dan tersimpan secara otomatis pada *Google Spreadsheet*. Hal ini menunjukkan bahwa proses akuisisi data, pengolahan data, dan pengiriman data berjalan sesuai dengan rancangan sistem.

Pada aplikasi *Blynk*, data ditampilkan dalam bentuk indikator *monitoring* sehingga operator dapat melihat kondisi genset secara langsung. Parameter arus, tegangan, daya, energi, dan status genset dapat dipantau melalui *smartphone*. Tampilan tersebut memberikan kemudahan bagi teknisi karena proses pemantauan tidak lagi bergantung pada pemeriksaan manual di panel genset.

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

Selain fungsi *monitoring*, sistem juga telah dilengkapi dengan fitur notifikasi pada aplikasi *Blynk*. Notifikasi digunakan sebagai peringatan ketika terjadi kondisi tertentu yang telah ditentukan pada program. Sebagai contoh, apabila nilai arus melewati batas pengaturan atau ketika terjadi perubahan status sumber listrik, sistem akan mengirimkan pemberitahuan kepada operator. Dengan adanya fitur tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau tetapi juga sebagai sistem peringatan dini.

Pengujian penyimpanan data dilakukan menggunakan *Google Spreadsheet*. Data hasil pengukuran dikirim secara otomatis melalui layanan komunikasi yang telah diprogram pada ESP32. *Spreadsheet* digunakan sebagai media penyimpanan histori karena mampu menyimpan data secara terstruktur berdasarkan waktu pengukuran (Zealita dkk., 2025). Data histori tersebut dapat digunakan untuk melakukan analisis penggunaan energi genset, evaluasi beban, serta perencanaan pemeliharaan.

Namun, pada implementasi penelitian ini fitur notifikasi hanya diterapkan pada *platform Blynk*. *Google Spreadsheet* masih digunakan sebagai media pencatatan data dan belum digunakan sebagai sistem pemberi peringatan. Hal tersebut dikarenakan *Spreadsheet* berfungsi sebagai *database* sederhana yang membutuhkan integrasi tambahan seperti *Google Apps Script* apabila ingin digunakan untuk mengirim notifikasi otomatis. Keberhasilan pengiriman data sangat dipengaruhi oleh kualitas jaringan *WiFi*. Pada kondisi jaringan stabil, data dapat diperbarui dengan cepat sehingga operator memperoleh informasi yang hampir *real-time*. Sebaliknya, ketika koneksi internet mengalami gangguan, proses pengiriman data ke *cloud* mengalami keterlambatan. Walaupun demikian, sistem tetap dapat melakukan pembacaan secara lokal melalui LCD yang terpasang pada perangkat *monitoring*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi ESP32, sensor SCT-013, *Blynk* IoT, dan *Google Spreadsheet* mampu menghasilkan sistem *monitoring* energi genset yang dapat bekerja secara otomatis. Sistem ini dapat memberikan informasi kondisi genset secara jarak jauh dan membantu teknisi dalam melakukan pemantauan serta evaluasi penggunaan energi, juga dapat mendukung konsep pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) pada sistem kelistrikan stasiun penyiaran di TVRI Sulawesi Utara.

3.6 Pengujian Status PLN–Genset pada Sistem ATS

Selain melakukan pengukuran parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi, sistem *monitoring* juga dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca kondisi sumber listrik utama (PLN) dan sumber listrik cadangan (genset) pada sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi mengenai sumber listrik yang sedang aktif sehingga operator dapat mengetahui kondisi suplai energi pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara secara *real-time*.

Pada sistem kelistrikan genset, ATS berfungsi sebagai perangkat perpindahan sumber listrik secara otomatis ketika terjadi gangguan pada suplai utama. Saat PLN mengalami pemadaman, ATS akan memberikan perintah perpindahan beban menuju genset agar sistem kelistrikan tetap berjalan. Oleh karena itu, diperlukan sistem *monitoring* yang mampu membaca kondisi kedua sumber tersebut agar operator dapat memastikan bahwa proses perpindahan sumber telah berhasil.

Pengujian status PLN–genset dilakukan dengan memanfaatkan dua sensor arus SCT-013 yang dipasang pada masing-masing jalur sumber listrik. Sensor pertama digunakan untuk membaca arus pada jalur PLN, sedangkan sensor kedua digunakan untuk membaca arus keluaran genset. Prinsip pembacaan status dilakukan berdasarkan keberadaan aliran arus listrik pada masing-masing sumber. Ketika sumber PLN aktif, maka arus listrik akan mengalir pada jalur PLN menuju beban. Kondisi tersebut menyebabkan sensor SCT-013 pada jalur PLN membaca nilai arus lebih besar dari nilai ambang batas yang telah ditentukan. Sistem kemudian memberikan informasi bahwa status PLN dalam kondisi *ON*. Sebaliknya, apabila terjadi gangguan PLN dan ATS melakukan perpindahan menuju genset, maka arus pada jalur PLN akan menurun mendekati nol, sedangkan sensor pada jalur genset akan membaca adanya aliran arus sehingga sistem memberikan informasi bahwa genset dalam kondisi *ON*.

Logika pembacaan status sumber dibuat berdasarkan nilai batas minimum arus (*threshold current*). Dalam penelitian ini, nilai ambang batas digunakan untuk membedakan kondisi aktif dan tidak aktif. Apabila nilai arus lebih besar dari batas yang ditentukan, maka sumber dianggap aktif. Sedangkan apabila nilai arus berada di bawah batas tersebut, maka sumber dianggap tidak aktif. Tabel hasil pengujian status PLN–genset ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Status PLN–Genset pada Sistem ATS

No	Arus PLN	Arus GEN	Status PLN	Status Genset
1	2.82	0.41	ON	OFF
2	0.38	2.43	OFF	ON
3	0.31	0.31	OFF	OFF

Berdasarkan hasil pengujian pertama, nilai arus PLN sebesar 2,82 A sedangkan arus genset hanya 0,41 A. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sumber utama masih berasal dari PLN. Sistem membaca bahwa suplai PLN aktif karena nilai arus PLN melewati batas deteksi, sedangkan arus genset dianggap tidak aktif karena nilai arus masih berada pada kondisi minimum. Pada pengujian kedua, terjadi perubahan kondisi dimana arus PLN mengalami penurunan menjadi 0,38 A, sedangkan arus genset meningkat menjadi 2,43 A. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ATS telah melakukan perpindahan sumber listrik dari PLN menuju genset. Sistem berhasil mendeteksi bahwa genset mengambil alih suplai beban karena terdapat aliran arus pada jalur genset. Pengujian ketiga dilakukan ketika kedua sumber tidak

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

memberikan suplai utama. Hasil pembacaan menunjukkan arus PLN sebesar 0,31 A dan arus genset sebesar 0,31 A. Nilai tersebut dianggap berada pada kondisi tidak aktif karena belum melewati batas arus operasi normal. Sistem kemudian memberikan status PLN *OFF* dan genset *OFF*.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa sistem *monitoring* mampu membaca perubahan kondisi sumber listrik pada ATS. Perpindahan sumber dari PLN menuju genset dapat terdeteksi berdasarkan perubahan nilai arus pada masing-masing jalur. Hal ini menunjukkan bahwa metode pembacaan menggunakan sensor arus dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengetahui status ATS tanpa harus mengambil data langsung dari rangkaian kontrol ATS. Keuntungan dari metode ini adalah pemasangan sistem *monitoring* tidak memerlukan perubahan besar pada panel ATS. Sensor hanya dipasang pada kabel sumber listrik sehingga tidak mengganggu fungsi utama ATS. Selain itu, metode ini juga lebih aman karena sensor SCT-013 bekerja secara *non-invasive* sehingga teknisi tidak perlu melakukan pemutusan kabel utama.

Data status PLN dan genset yang diperoleh kemudian dikirimkan menuju *platform monitoring* IoT. Operator dapat melihat kondisi sumber listrik secara langsung melalui *dashboard monitoring*. Informasi tersebut sangat penting pada lingkungan stasiun penyiaran karena kontinuitas suplai listrik menjadi faktor utama dalam menjaga keberlangsungan operasional peralatan siaran. Implementasi sistem ini memberikan peningkatan dibandingkan metode pemantauan manual. Sebelum adanya sistem *monitoring*, teknisi harus melakukan pengecekan langsung pada panel ATS untuk memastikan apakah genset telah aktif setelah terjadi gangguan PLN. Dengan adanya sistem berbasis IoT, informasi perpindahan sumber dapat diketahui secara jarak jauh sehingga waktu respon teknisi menjadi lebih cepat.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem *monitoring* status PLN–genset pada ATS dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Sistem mampu membedakan kondisi PLN aktif, genset aktif, maupun kedua sumber tidak aktif. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan sebagai bagian dari pemantauan energi genset berbasis IoT pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara.

3.7 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem *monitoring* energi genset berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, sensor arus SCT-013, LCD, Blynk, dan *Google Spreadsheet* menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Hipotesis pada penelitian ini adalah bahwa penerapan sistem *monitoring* berbasis IoT dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi genset melalui pengukuran parameter listrik secara *real-time* serta memberikan informasi kondisi sumber listrik PLN dan genset secara jarak jauh. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, hipotesis tersebut dapat diterima karena sistem mampu melakukan pembacaan parameter listrik, pengiriman data secara nirkabel, serta penyimpanan data hasil pengukuran.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor SCT-013 mampu membaca perubahan arus listrik pada keluaran genset dengan tingkat kesalahan pengukuran yang relatif kecil. Nilai *error* pengukuran berada pada rentang 1–8% dibandingkan dengan alat ukur referensi dengan rata-rata *error* sebesar 4,17% dan rata-rata akurasi dilakukan sebesar 95,83%. Perbedaan nilai tersebut masih dapat diterima karena sistem yang dikembangkan bertujuan sebagai sistem *monitoring*, bukan sebagai alat ukur laboratorium dengan tingkat presisi tinggi. Faktor yang memengaruhi perbedaan pembacaan antara lain toleransi sensor, proses kalibrasi, gangguan sinyal analog, serta resolusi ADC pada mikrokontroler ESP32.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian (Hajar dkk., 2018) yang menyatakan bahwa penggunaan sensor arus berbasis *current transformer* pada sistem *monitoring* listrik mampu memberikan hasil pengukuran yang baik dengan metode pengukuran *non-invasive*. Sensor jenis ini memiliki keunggulan karena dapat dipasang tanpa melakukan pemutusan kabel utama sehingga lebih aman digunakan pada sistem kelistrikan yang sedang beroperasi. Dalam penelitian ini, karakteristik tersebut memberikan keuntungan pada penerapan *monitoring* genset karena pemasangan sensor tidak mengganggu sistem distribusi listrik utama.

Dari sisi pengolahan data, ESP32 berhasil menjalankan fungsi sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler mampu membaca data sensor, melakukan perhitungan parameter listrik, menampilkan data pada LCD, serta mengirimkan informasi menuju platform *cloud*. Keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa ESP32 sesuai digunakan sebagai perangkat IoT karena telah memiliki kemampuan komunikasi *WiFi* yang terintegrasi. Menurut (Cahyo dkk., 2025), ESP32 dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan konektivitas nirkabel dengan konsumsi daya rendah serta kemampuan pemrosesan data yang cukup untuk sistem *monitoring*.

Penerapan IoT pada penelitian ini memberikan perubahan dibandingkan metode pemantauan genset secara manual. Pada metode konvensional, teknisi harus datang langsung ke ruang genset untuk melihat kondisi panel dan mencatat parameter listrik. Cara tersebut memiliki keterbatasan terutama ketika terjadi gangguan listrik di luar jam pemeriksaan rutin. Dengan adanya sistem *monitoring* berbasis IoT, data arus, tegangan, daya, energi, dan status genset dapat dipantau secara langsung melalui *dashboard Blynk*. Hal ini sesuai dengan konsep *Internet of Things* yang memungkinkan perangkat melakukan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis melalui jaringan internet (Umar Anggono et al., 2023).

Hasil pengujian sistem *monitoring* menunjukkan bahwa pengiriman data dari ESP32 menuju *Blynk* dan *Google Spreadsheet* berjalan dengan baik ketika koneksi internet tersedia. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan pada *dashboard monitoring* dan disimpan sebagai data histori. Penyimpanan data pada *Spreadsheet* memberikan keuntungan karena data dapat digunakan untuk analisis penggunaan energi dalam jangka panjang. Operator dapat melihat pola perubahan beban listrik, lama operasi genset, serta konsumsi energi yang digunakan selama periode tertentu.

Copyright © 2026 the author, Page 934
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

Pada penelitian ini, *platform Blynk* juga telah digunakan sebagai media notifikasi kondisi abnormal. Sistem dapat memberikan peringatan apabila terjadi perubahan kondisi yang telah ditentukan seperti meningkatnya arus melebihi batas normal atau perubahan status sumber listrik. Fitur notifikasi tersebut meningkatkan fungsi sistem karena *monitoring* tidak hanya memberikan informasi pasif, tetapi juga mampu memberikan peringatan kepada operator. Konsep tersebut mendukung penerapan sistem pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) dimana tindakan perawatan dilakukan berdasarkan kondisi aktual peralatan.

Selain *monitoring* parameter listrik, sistem juga berhasil melakukan pembacaan status PLN dan genset pada sistem ATS berdasarkan keberadaan arus listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi PLN aktif, genset aktif, dan kedua sumber tidak aktif. Metode ini memberikan alternatif *monitoring* ATS tanpa harus mengambil data langsung dari rangkaian kontrol ATS. Dengan membaca kondisi aliran listrik pada masing-masing sumber, sistem dapat mengetahui apakah genset telah berhasil mengambil alih suplai ketika terjadi gangguan PLN.

Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian (Pakpahan, 2025) yang menjelaskan bahwa penerapan IoT pada sistem *monitoring* mampu meningkatkan efisiensi pengawasan karena data dapat dikumpulkan dan dikirimkan secara otomatis melalui jaringan komunikasi. Perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian umum *monitoring* energi adalah sistem yang dikembangkan secara khusus diterapkan pada sistem kelistrikan genset stasiun penyiaran yang membutuhkan tingkat keandalan tinggi. Oleh karena itu, parameter yang diamati tidak hanya konsumsi energi, tetapi juga status perpindahan sumber listrik.

Jika dibandingkan dengan penelitian (Satya dkk., 2025)mengenai instrumen pengukuran energi listrik berbasis ESP32 menggunakan sensor SCT-013 dan sensor tegangan, penelitian ini memiliki kesamaan dalam penggunaan ESP32 dan sensor arus sebagai metode pengukuran. Namun, penelitian ini memiliki pengembangan tambahan berupa integrasi *monitoring* IoT, penyimpanan data pada *cloud*, serta pemantauan kondisi PLN–genset melalui ATS. Dengan demikian, sistem yang dibuat tidak hanya melakukan pengukuran energi tetapi juga memberikan informasi operasional genset.

Kinerja keseluruhan sistem juga dipengaruhi oleh kestabilan jaringan komunikasi. Ketika jaringan *WiFi* dalam kondisi stabil, data dapat diperbarui secara berkala dengan waktu respons yang baik. Namun ketika jaringan mengalami gangguan, pembaruan data pada *cloud* mengalami keterlambatan. Walaupun demikian, sistem tetap dapat memberikan informasi lokal melalui LCD sehingga teknisi tetap dapat mengetahui kondisi genset. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan sistem memiliki mekanisme alternatif ketika komunikasi internet mengalami gangguan.

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, sistem *monitoring* energi genset berbasis IoT telah memenuhi fungsi utama sebagai sistem pemantauan energi dan kondisi sumber listrik. Sistem mampu melakukan akuisisi data, pengolahan informasi, komunikasi IoT, serta penyimpanan data historis. Implementasi sistem ini dapat membantu meningkatkan kecepatan respon teknisi, mengurangi ketergantungan terhadap pemeriksaan manual, serta meningkatkan keandalan suplai listrik cadangan pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi *monitoring* energi genset yang ekonomis dan mudah dikembangkan. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan sensor parameter lain seperti frekuensi, suhu mesin, tekanan oli, konsumsi bahan bakar, serta integrasi notifikasi langsung melalui layanan komunikasi lain agar sistem pemantauan genset menjadi lebih lengkap.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai sistem *monitoring* energi genset pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, sensor arus SCT-013, LCD, *Blynk*, dan *Google Spreadsheet*, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah mampu menjawab permasalahan dalam pemantauan kondisi genset secara *real-time*. Sistem berhasil melakukan pembacaan parameter kelistrikan berupa arus, tegangan, daya, energi listrik, serta status sumber listrik PLN dan genset melalui proses akuisisi data menggunakan sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor SCT-013 mampu membaca arus listrik dengan tingkat kesalahan relatif kecil dibandingkan alat ukur referensi, yaitu berada pada rentang 1–8% dengan rata-rata *error* sebesar 4,17% dan rata-rata akurasi sebesar 95,83%, sehingga dapat digunakan sebagai media *monitoring* kondisi beban genset. Sistem juga berhasil melakukan perhitungan daya aktif dengan tegangan genset 220 Volt dan faktor daya 0,8 serta menghitung konsumsi energi listrik berdasarkan waktu operasi genset dalam satuan kWh. Implementasi IoT menggunakan jaringan *WiFi* memungkinkan data hasil pengukuran dikirim secara otomatis menuju *platform Blynk* dan *Google Spreadsheet* sehingga operator dapat melakukan pemantauan kondisi genset dari jarak jauh tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung pada panel genset. Selain itu, sistem mampu mendeteksi kondisi perpindahan sumber listrik pada ATS berdasarkan perubahan arus pada jalur PLN dan genset, sehingga dapat memberikan informasi apakah genset berhasil mengambil alih suplai ketika terjadi gangguan PLN. Fitur notifikasi pada *Blynk* juga berhasil diterapkan sebagai sistem peringatan dini apabila terjadi kondisi abnormal pada sistem kelistrikan. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan sistem *monitoring* energi genset berbasis IoT yang mengintegrasikan pengukuran parameter kelistrikan, deteksi status perpindahan sumber listrik PLN–genset pada ATS, penyimpanan data historis berbasis *cloud*, serta *monitoring* dan notifikasi secara *real-time* dalam satu sistem terintegrasi. Kontribusi tersebut memberikan alternatif solusi yang lebih praktis dan ekonomis dibandingkan pemantauan manual sehingga

This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 7, No 2, July 2026, page 924-936
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v7i2.10440

dapat mendukung peningkatan keandalan operasional sistem kelistrikan pada stasiun penyiaran serta menjadi dasar pengembangan sistem pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*). Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu sistem masih bergantung pada kestabilan jaringan internet untuk proses pengiriman data, parameter yang dipantau masih terbatas pada sisi kelistrikan, serta fitur notifikasi belum diterapkan pada penyimpanan data *Google Spreadsheet*. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan parameter pendukung seperti frekuensi, temperatur mesin, tekanan oli, level bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar genset, serta meningkatkan sistem komunikasi agar tetap mampu melakukan sinkronisasi data ketika jaringan mengalami gangguan. Dengan pengembangan tersebut, sistem *monitoring* dapat menjadi lebih komprehensif dan mampu mendukung proses pemeliharaan genset berbasis kondisi (*condition-based maintenance*) untuk meningkatkan keandalan suplai listrik pada stasiun penyiaran TVRI Sulawesi Utara.

REFERENCES

Affandi, R., & Chandra Hermawan, A. (2025). Rancang Bangun Sistem Smart Kwh Meter Dengan Monitoring Dan Perhitungan Biaya Beban Secara Jarak Jauh Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, *10*(1), 1–10. Https://Doi.Org/10.8734/Kohesi.V1i2.36

Anggono, S. U., Siswanto, E., Fajri, L. R. H. A., & Munifah. (2023). User Interface Berbasis Web Pada Perangkat Internet Of Things. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Informatika (Teknik)*, *3*(1), 35–54. Http://Journal.Stiestekom.Ac.Id/Index.Php/Teknik

Cahyo, K. D. N., Dwidanasaputra, M. F., & Pratama, K. A. P. (2025). Integrasi Wireless Sensor Network Berbasis Esp32 Dengan Konektivitas 5g Untuk Monitoring Lingkungan Real-Time. *Karapan Network Journal*. Https://Doi.Org/10.20473/Knj.X.X.Pp-Pp

Hajar, M. H. I., Dani, A. W., & Miharno, S. (2018). Monitoring Of Electrical System Using Internet Of Things With Smart Current Electric Sensors. *Sinergi*, *22*(3), 211–218. Https://Doi.Org/10.22441/Sinergi.2018.3.010

Nasution, M. S., Amin, M., & Fitriani, W. (2023). Smart Sistem Iot Pemberi Pakan Ikan Dengan Menggunakan Metode Time Schedulling Berbasis Mikrokontroller. *Zetroem*, *05*(02), 161–164.

Pakpahan, D. (2025). Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Data Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Komputer Modern*, *01*(1), 33–40.

Rusdi, Muh. F., Hamdani, H., & Hamma, H. (2022). Rancang Bangun Monitoring Dan Controlling Pemakaian Daya Berbasis Internet Of Things (Iot). *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, *22*(2), 148–154. Https://Doi.Org/10.23917/Emitor.V22i2.18402

Saputra, D. B., Pradana, A., Togatorop, F. J., Jasa, L., & Hartati, R. S. (2024). Rancang Bangun Purwarupa Monitoring Arus Bocor Pada Kabel Grounding Trafo Incoming 20 Kv Di Gardu Induk Nusa Dua Berbasis Internet Of Things. *Informatika*, *12*(3), 390–403.

Satya, T. P., Puspasari, F., & Admoko, E. M. D. (2025). Pengembangan Instrumen Pengukuran Energi Listrik Berbasis Esp32 Dengan Integrasi Sensor Arus Sct013 Dan Sensor Tegangan Zmpt101b. *Positron*, *15*(2), 157–168. Https://Doi.Org/10.26418/Positron.V15i2.100457

Simaremare, R., Tharo, H. Z., & Andinata, Y. (2023). Analisis Kinerja Generator Set (Genset) Sebagai Sumber Listrik Di Perumda Tirtanadi Ipam Sunggal. Repository *Universitas Pembangunan Panca Budi*.

Siregar, M. S., Junaidi, Irwan, A., & Ibrahim, H. (2022). Analisis Pemeliharaan Berkala Pada Motor Diesel Generator Set Daya 90 Kva Sebagai Energi Listrik Cadangan Upt Rumah Sakit Khusus Paru. *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *03*(01), 55–67.

Sitanggang, A. F. H., & Prabowo, Y. A. (2022). Perancangan Alat Monitoring Arus Bocor Pada Kabel 20 Kv Menggunakan Filter Kalman Berbasis Internet Of Things. *Elektrika*, *14*(2), 41–48.

Syahfitri, A. (2025). Internet Of Things (Iot), Sejarah, Teknologi, Dan Penerapannya. *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, *3*(1), 113–120. Https://Doi.Org/10.61132/Uranus.V3i1.667

Tsauri, I. S., & Hendarto, D. (2017). Rancang Bangun Perangkat Automatic Transfer Switch (Ats) Genset 1.200 Va Sebagai Energi Listrik Cadangan. *Juteks*, *4*(2), 1–10.

Wahyudi, R. S. P., & Sujono. (2026). Sistem Monitoring Jadwal Dan Jumlah Pakan Ikan Berbasis Internet Of Things Esp32. *Jurnal Komputer Dan Teknik Informatika*, *1*(2), 38–43. Http://Pustakajurnal.Web.Id/Index.Php/Jkti

Wicaksono, M. F., & Rahmatya, M. D. (2020). Implementasi Arduino Dan Esp32 Cam Untuk Smart Home. *Jurnal Teknologi Dan Informasi (Jati)*, *10*(1), 40–51. Https://Doi.Org/10.34010/Jati.V10i1

Zealita, Z., Prasetia, V., & Zaenurrohman. (2025). Monitoring Konsumsi Daya Listrik Menggunakan Google Spreadsheet. *Infotekmesin*, *16*(1), 256–262. Https://Doi.Org/10.35970/Infotekmesin.V16i1.2523

Copyright © 2026 the author, Page 936
This Journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License