

Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel Berbasis IoT Untuk Kebutuhan Listrik di Daerah Bencana

Akhmad Mursidan Al Farizi

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : akhmadmursidan.19049@mhs.unesa.ac.id

Mahendra Widyardono, Aditya Chandra H, dan Widi Ariwibowo

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : mahendrawidyardono@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id

Abstrak

Masyarakat di daerah yang tertimpa bencana alam, seringkali mengalami pemadaman listrik yang diakibatkan rusaknya infra struktur distribusi jaringan listrik, sedangkan energi listrik merupakan energi primer sangat dibutuhkan dalam beraktifitas sehari-hari. Pemasangan panel surya merupakan solusi dalam mengatasi adanya kebutuhan energi listrik. Keterbatasan energi listrik di daerah bencana perlu dimonitoring agar pemakaiannya dapat terkontrol sesuai dengan kebutuhan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penggunaan daya listrik secara real time yang dapat dipantau melalui jaringan internet agar penggunaan listrik dapat terkontrol. Metode yang digunakan adalah eksperimental dimana penulis melakukan monitoring dan membandingkan hasil monitoring energi listrik generator tenaga surya dengan 3 jenis panel surya yaitu 20 WP, 50 WP, dan 100 WP. Hasil monitoring melalui Node-Red kemudian dianalisa untuk mengetahui besar tegangan dan presentase pada sensor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem monitoring energi listrik menggunakan Sensor PZEM 004-T dan Sensor INA219 memudahkan pengguna untuk melacak tingkat daya, tegangan, arus, dan kapasitas baterai pada generator tenaga surya portabel.

Kata Kunci: monitoring energi listrik, node-red, sensor pzem 004-T, sensor INA 219.

Abstract

People in areas affected by natural disasters often experience power outages due to damage to the infrastructure of the electricity distribution network, while electrical energy is the primary energy needed in daily activities. Installation of solar panels is a solution in overcoming the need for electrical energy. Limited electrical energy at disaster areas needs to be monitored so that its use can be controlled in accordance with the needs. The purpose of this research is to determine the use of electric power in real time that can be monitored via the internet network so that the use of electricity can be controlled. The method used was experimental where the author monitors and compares the results of monitoring the electrical energy of solar power generators with three types of solar panels, namely 20 WP, 50 WP, and 100 WP. The results of monitoring through Node-Red are then analysed to determine the amount of voltage and percentage on the sensor. The results showed that the electrical energy monitoring system using the PZEM 004-T Sensor and INA219 Sensor makes it easier for users to track the level of power, voltage, current, and battery capacity on portable solar power generators.

Keywords: electricity usage monitoring, node-red, pzem 004-T sensor, INA 219 sensor.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam ketenaga listrik, menantang kita dalam mengelola energi listrik yang aman dan ramah lingkungan. Namun, tidak semua kemajuan ini dapat dinikmati oleh seluruh masyarakat Indonesia. Pertumbuhan populasi dan perumahan meningkatkan kapasitas daya listrik yang melebihi pasokan saat ini. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi panas matahari yang melimpah. Energi matahari dapat dimanfaatkan melalui panel surya sebagai sumber energi alternatif di daerah yang sulit dijangkau oleh PLN. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia

menyebabkan krisis energi listrik. Seperti halnya bencana erupsi atau Daerah bencana mungkin lebih spesifik erupsi atau letusan gunung berapi, dimana para korban pasti akan ditampung di tenda-tenda penampungan yang seringkali terjadi pemadaman listrik. Dan terjadi bencana alam tersebut, biasanya sumber listrik dari PLN terputus, sehingga di daerah bencana seringkali mengalami krisis energi listrik (Haris, dan Herman Sudirman, 2020).

Solusi untuk krisis ini adalah penerapan teknologi Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT yang dapat dipantau dari jarak jauh. Pemantauan penggunaan listrik tenaga surya dapat memaksimalkan penggunaan energi di daerah bencana dan

mengurangi pemborosan energi (Rohman dan Iqbal, 2016).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perancangan sistem Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT untuk Kebutuhan Listrik di Daerah Bencana.

Sistem ini akan memudahkan Tim SAR atau juga yang bertanggung jawab terhadap pasokan darurat listrik di daerah bencana tersebut dapat mudah memantau penggunaan energi listrik real time yang dapat dikendalikan melalui perangkat android maupun laptop (Wijayanto dkk, 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan mengembangkan sistem monitoring energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan penggunaan daya listrik dapat dipantau secara real-time melalui jaringan internet. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengimplementasikan penggunaan daya yang dihasilkan oleh generator tenaga surya portabel ke dalam peralatan listrik rumah tangga, sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik di wilayah bencana dengan lebih efisien.

Alat ini diharapkan dapat berperan penting dalam memonitoring dan mengontrol penggunaan daya listrik darurat di daerah yang terdampak bencana alam, sehingga dapat membantu memaksimalkan penggunaan energi listrik bagi masyarakat yang terdampak tersebut. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat meringankan beban masyarakat yang menghadapi krisis energi listrik, sehingga mereka dapat melanjutkan kegiatan sehari-hari dengan lebih lancar dan normal.

LANDASAN TEORI

Generator Tenaga Surya Portabel

Generator Tenaga Surya Portabel adalah perangkat pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari untuk menghasilkan listrik secara portabel. Prinsip kerjanya didasarkan pada konversi energi matahari menjadi energi listrik melalui panel surya atau solar sel. Generator ini dirancang agar mudah dipindahkan dan digunakan di berbagai lokasi, terutama di daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional. Kelebihan utama dari generator tenaga surya portabel adalah sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan energi matahari, generator ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi lingkungan. (Hermawan, 2019).

Selain itu, generator tenaga surya portabel juga memberikan kemandirian energi dalam situasi darurat atau di daerah terpencil di mana pasokan listrik konvensional seringkali terganggu. Dalam penggunaannya, generator tenaga surya portabel dapat diisi daya melalui panel surya dengan menempatkannya

di bawah sinar matahari. Beberapa model juga dilengkapi dengan kemampuan untuk mengisi daya melalui sumber listrik PLN atau melalui adaptor AC-DC.

Generator ini biasanya dilengkapi dengan beberapa port output untuk menghubungkan peralatan listrik yang membutuhkan daya. Secara keseluruhan, generator tenaga surya portabel memberikan solusi praktis dan berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan listrik di berbagai situasi. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan akses terhadap energi listrik yang handal dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan energi matahari, generator ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi lingkungan (Sari, 2017).

Sistem Monitoring

Monitoring merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengecek penampilan dari aktivitas yang sedang dikerjakan. Monitoring sendiri yakni bagian dari kegiatan pengawasan, dalam pengawasan ada aktivitas memantau (monitoring). Pemantauan umumnya dilakukan untuk memeriksa apakah program yang telah berjalan itu sesuai dengan sasaran atau sesuai dengan tujuan dari program. Dan proses ini dilakukan secara terus menerus, serta untuk mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi (Pratama, 2021).

Sistem Kontrol

Sistem Kontrol atau biasa disebut dengan Sistem Kendali ialah suatu perangkat yang dapat mengatur, memerintah, serta mengendalikan kondisi dari sesuatu sistem untuk melaksanakan sesuatu. Sistem kontrol dapat dikatakan juga sebagai sistem yang mengatur atau mengendalikan suatu keadaan agar dapat menciptakan keluaran yang diinginkan. Secara teori sistem kontrol merupakan susunan dari sebagian komponen yang disusun sedemikian rupa, sehingga dapat mengendalikan sistemnya sendiri ataupun sistem di luarnya (Muhammad, 2020). Sistem kontrol ini memiliki ikatan timbal balik antara komponennya, sehingga membentuk konfigurasi sistem yang membagikan sesuatu hasil yang dikehendaki.

State Of Charge

State of Charge (SOC) adalah sebuah parameter yang mengindikasikan sejauh mana sisa energi dalam baterai dibandingkan dengan kapasitas energi maksimalnya. SOC diukur dalam rentang nilai antara 0 hingga 1, dengan 0 menunjukkan baterai kosong dan 1 menunjukkan baterai penuh. Biasanya, SOC juga dinyatakan dalam bentuk persentase, mulai dari 0% hingga 100%. Estimasi SOC memiliki peran penting dalam penggunaan baterai, karena membantu mencegah kerusakan sistem serta melindungi baterai dari kondisi overcharge dan overdischarge yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada baterai. Oleh karena itu, estimasi SOC menjadi aspek krusial dalam penerapan baterai untuk memastikan kinerjanya

optimal dan mencegah terjadinya masalah yang merugikan (Ahmad, Farizy, dan Asfani, 2016).

Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep di mana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia maupun dari manusia ke perangkat komputer. IoT merupakan teknologi nirkabel atau kode QR yang sering kita temukan. Terdapat berbagai kemampuan IoT diantaranya yaitu dalam berbagi data, menjadi remote control, serta masih banyak lagi. Pada dasarnya, peranannya termasuk pula diterapkan ke barang yang terdapat di dunia nyata, di dekat kita. (Radiansyah, 2020).

Node-RED

Node-RED adalah sebuah alat berbasis browser yang digunakan untuk membuat aplikasi *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan pendekatan pemrograman visual (Fahmi, 2019). Dengan antarmuka pemrograman berbasis flow, *Node-RED* memudahkan pengguna dalam menciptakan aplikasi dengan menghubungkan blok-blok pemrograman. Meskipun dirancang khusus untuk keperluan IoT, *Node-RED* juga dapat digunakan secara universal untuk berbagai jenis aplikasi (Henderson, 2020). Kelebihan *Node-RED* terletak pada beragamnya jenis node yang disediakan, yang memungkinkan pengembang untuk lebih produktif dalam mengembangkan aplikasi (de Oliveira, 2018).

MQTT Broker

MQTT atau *Message Queuing Telemetry Transport* adalah protokol *transport* dengan *client-server publish/subscribe* (Aditya, 2017). MQTT adalah protokol *transport* yang memiliki karakteristik sederhana, terbuka, dan ringan yang dirancang untuk kemudahan implementasi. Karena sifatnya yang fleksibel, MQTT dapat digunakan dalam berbagai situasi, termasuk komunikasi *machine-to-machine (M2M)* dan *Internet of Things (IoT)* (Kurniawan, 2019). Protokol MQTT beroperasi menggunakan TCP/IP sebagai transportasi untuk mengirimkan perintah MQTT, baik dari client ke server maupun dari server ke client. MQTT memiliki peran yang penting dalam dunia IoT karena kemampuannya untuk mentransmisikan data dengan mudah dan efektif (Santoso, 2018).

MQTT mendukung pengiriman pesan antara perangkat dan cloud, serta sebaliknya, memungkinkan komunikasi yang efisien dalam sistem IoT. Dalam protokol MQTT, terdapat beberapa istilah penting seperti *publish/subscribe*, *message*, *broker*, dan *topic*. *Publish* merupakan perintah yang digunakan untuk membagikan pesan ke topik tertentu, sedangkan *subscribe* adalah perintah untuk menerima pesan dari topik tertentu (Marwanto, 2020). *Topic* merupakan

alamat yang digunakan untuk proses *publish* dan *subscribe*, sedangkan *message* adalah isi dari topik tersebut, bisa berupa data seperti suhu atau perintah seperti mengontrol lampu. Broker berperan sebagai perantara yang menerima semua pesan dan menyaring pesan tersebut agar hanya sampai pada *subscriber* topik yang sesuai (Kurniawan, 2019).

Sensor PZEM 004-T

Sensor PZEM-004T ialah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur tegangan, energy, daya, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Sensor ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. (Andari, 2021).

Sensor INA 219

INA219 adalah sensor arus dan tegangan yang dikembangkan oleh Texas Instruments. Sensor ini dirancang untuk mengukur arus listrik dan tegangan dalam sistem elektronik dengan tingkat akurasi yang tinggi. INA219 memiliki kemampuan untuk mengukur arus hingga 3.2A dengan resolusi 0.8mA, serta tegangan hingga 26V dengan resolusi 4mV. Sensor ini dilengkapi dengan fitur-fitur seperti proteksi arus berlebih, proteksi tegangan berlebih, dan deteksi tegangan input yang rendah. INA219 menggunakan komunikasi I2C dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan daya, pengukuran arus pada panel surya, dan pengukuran efisiensi konversi daya.

METODE

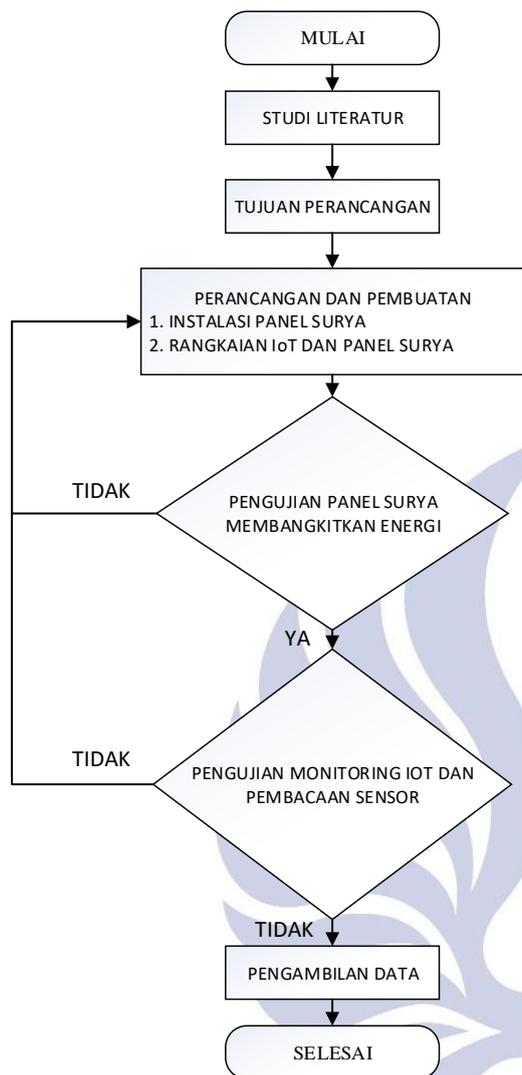
Metode yang akan digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini yakni berupa, flowchart kerja alat, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Prosedur dalam pembuatan program untuk melakukan pembuatan sistem monitoring dan kontrol penggunaan listrik pada generator tenaga surya.

Rancangan Penelitian

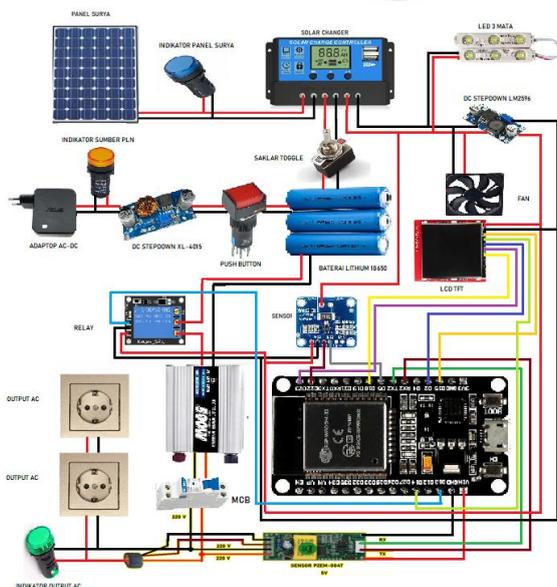
Terdapat langkah-langkah untuk Penyelesaian Tugas Akhir tentang Perancangan Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam pembuatan desain disesuaikan dengan tujuan penelitian, yakni dapat dibawa dan mudah dipindah. Perancangan ini berisi desain dari alat Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT yang berbentuk seperti toolbox namun didalamnya terdapat komponen sistem panel surya serta rangkaian IoT yang di buat seefisien mungkin.

Untuk metode perakitan alat menggunakan alat potong dan beberapa sistem baut agar lebih kuat. Setelah desain tersebut sudah terbuat, selanjutnya dilakukan pemasangan komponen yang diaplikasikan pada alat tersebut. Adapun gambaran umum wiring utama pada alat ini seperti yang

pada Gambar 2.



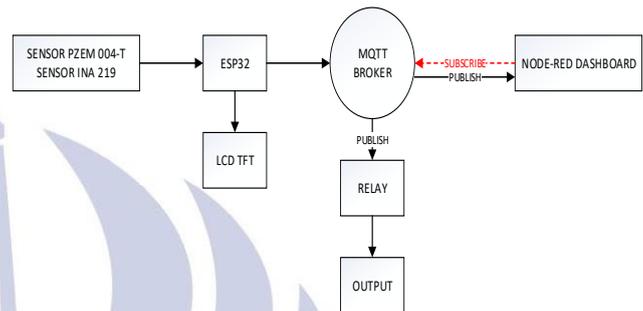
Gambar 1. Rancangan Penelitian Desain Sistem



Gambar 2. Rangkaian Generator Berbasis IOT

Rangkaian Monitoring pada penggunaan Panel Surya ini berfungsi untuk mengetahui konsumsi daya

yang sedang digunakan oleh alat Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT untuk Kebutuhan Listrik di Daerah Bencana. Rangkaian ini tersusun dari board ESP32, sensor PZEM-004T, sensor INA219, Relay, dan LCD TFT Espi 3,2 inch. Board ESP32 ini berfungsi untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor PZEM-004T dan Sensor INA219. LCD TFT Espi 3,2 Inch pada rangkaian ini berfungsi sebagai display hasil pembacaan dari Sensor PZEM-004T dan Sensor INA219 agar lebih mudah dilihat oleh pengguna.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Penjelasan pada Gambar 3. yakni nilai Tegangan (V), Arus (I), dan Energi yang digunakan (kWh) pada output AC Serta Tegangan (V) pada baterai yang ditarik melalui protokol komunikasi PZEM dan sensor INA219 menuju ESP32, nilai tersebut akan diproses pada mikrokontroler lalu dikirim melalui protokol MQTT dan data yang diterima dari protokol MQTT diteruskan ke NodeRED dashboard. Selain itu sistem kontrol pada NodeMCU ESP32 dapat dilakukan untuk memutus aliran listrik menggunakan relay pada output AC.

Pengujian Dan Analisis Data

Setelah merangkai Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT, dilakukan pengujian dan analisis data untuk memastikan kinerja dan kecocokan alat. Metode pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan observasi terhadap aliran sistem pada Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT. Observasi ini bertujuan untuk memverifikasi apakah Sistem Monitoring dan Kontrol dapat membaca Tegangan (V), Arus (I), dan Frekuensi (Hz) yang ditampilkan pada Dashboard Node-RED.
2. Melakukan pengujian dan analisis data secara menyeluruh. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kinerja dan kecocokan Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT dengan fungsi dan rencana yang telah ditetapkan.

Dengan melakukan pengujian dan analisis data ini, dapat dipastikan bahwa Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT beroperasi dengan baik sesuai dengan tujuan dan rencana yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem kendali alat Monitoring Generator Tenaga Surya Portabel Berbasis IoT untuk Daerah Bencana, dilakukan setelah proses pembuatan dari rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem itu selesai. Perangkat keras dan perangkat lunak yang telah berhasil dirancang dan dibuat diantaranya sistem kendali *relay* untuk menyalakan dan mematikan beban output, dan sistem monitoring daya, tegangan, arus. Keseluruhan dari *hardware* dan *Software* tersebut dilakukan perakitan (*assembly*) sehingga, fungsi dari keseluruhan sistem dapat berjalan sesuai perencanaan. Berikut adalah percobaan dari masing masing sistem.

A. Sistem Kendali Relay/Output

1. Menyalakan Relay Output

Tekan Button pada *Dashboard* node-red dengan nama (ON OFF). Cara Menyalakan relay output dari *dashboard* ke Node- Red dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Menyalakan Relay Output Dari Dashboard Node-Red

Sistem akan mengirimkan perintah menyalakan *relay* output dan lampu indikator output disamping *Button* ON OFF akan berubah menjadi hijau dan indikator lampu led *relay* akan menyala.

2. Mematikan Relay Output

Tekan Button yang ada di *dashboard* node-red dengan nama (ON OFF). Cara mematikan relay output dari *dashboard* ke Node- Red dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Mematikan Relay Output Dari Dashboard Node-Red

Sistem akan mengirimkan perintah mematikan *relay* output ke *hardware* sudah mati.

B. Tabel Pengukuran Beban

Adapun hasil pengukuran alat dengan beban yang bisa dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Beban

| Nama | Daya | Arus | Pemakaian |
|-----------------|--------|--------|----------------|
| 1 Lampu | 8 W | 0.06 A | 18 Jam |
| 2 Lampu | 18.7 W | 0.16 A | 8 Jam |
| 1 Kipas | 40.6 W | 0.19 A | 3 Jam |
| 2 Kipas 1 Lampu | 57.3 W | 0.29 A | 1 Jam 40 Menit |

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa tegangan baterai penuh sebesar 12,6 V pada generator portable dapat menyalakan 1 lampu dengan daya 8 W selama 18 jam, 2 lampu dengan daya 18,7 W selama 8 jam, 1 kipas angin dengan daya 40,6 W selama 3 jam, dan 1 kipas dan 2 lampu menghasilkan daya 57,3 W selama 1 jam 40 menit.

KESIMPULAN

Sistem monitoring energi listrik dengan menggunakan Sensor PZEM 004-T dan Sensor INA219 serta Node Red yang memungkinkan pengguna Untuk memantau besaran daya, arus dan tegangan, serta kapasitas baterai pada generator tenaga surya portabel. Informasi ini dapat membantu pengguna dalam pengambilan keputusan terkait penggunaan energi listrik. Sistem yang dirancang memberikan kemudahan bagi tim pemulihan bencana dan pihak terkait untuk memantau ketersediaan dan penggunaan energi listrik di daerah bencana.

SARAN

Tugas akhir ini masih terdapat kendala pada saat sistem ini ditempatkan didaerah yang tidak terjangkau sinyal (blankspot). Untuk memudahkan sistem komunikasi didaerah blankspot perlu di tambahkan dengan Lora sebagai alternative pengganti internet. Dan Mempertimbangkan penggunaan bahan ringan dan kuat serta tahan air seperti serat karbon atau aluminium untuk mengurangi bobot keseluruhan sehingga lebih efisien dalam segala kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya. Irfan. 2017. *Protokol MQTT dalam Komunikasi Machine-to-Machine dan IoT*. Jurnal Teknologi Komputer, 26(4), 176-189.

Ahmad. Bukhori Farizy, Rahmat, dan Asfani. Hadi. 2016. *Estimasi State of Charge sebagai Kunci Optimalisasi Penggunaan Baterai*. Jurnal Teknologi Energi Terbarukan, 22(4), 230-242.

Andari. Dewi. 2021. *Sensor PZEM-004T: Modul Sensor Multifungsi untuk Pengukuran Listrik*. Jurnal Teknologi Elektronika, 27(3), 98-112.

- de Oliveira. Lucas. 2018. *Keunggulan Node-RED dalam Pengembangan Aplikasi IoT*. Jurnal Informatika Terapan, 10(1), 32-45.
- Fahmi. Aulia. 2019. *Node-RED: Alat Visual untuk Membuat Aplikasi Internet of Things*. Jurnal Teknologi Komunikasi, 28(2), 45-58.
- Haris. Ali, dan Sudirman. Herman. 2020. *Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mengelola energi listrik di Indonesia*. Jurnal Energi dan Lingkungan, 15(2), 112-126.
- Hermawan. Deni. 2019. *Generator Tenaga Surya Portabel: Solusi Praktis dalam Memenuhi Kebutuhan Listrik di Daerah Terpencil*. Jurnal Energi Terbarukan, 25(3), 98-110.
- Hermawan. Deni. 2019. *Sensor INA219: Pengukuran Arus dan Tegangan yang Akurat dalam Sistem Elektronik*. Jurnal Teknologi Instrumentasi, 14(2), 56-68.
- Kurniawan. Agung. 2019. *Implementasi Protokol MQTT dalam Komunikasi Internet of Things*. Jurnal Teknologi Informasi, 14(2), 78-91.
- Marwanto. Heru. 2020. *Penggunaan MQTT dalam Komunikasi IoT*. Jurnal Teknologi Komunikasi, 29(1), 32-45.
- Pratama. Fajar. 2021. *Pengertian dan Pentingnya Monitoring dalam Pengelolaan Energi*. Jurnal Manajemen Energi, 28(4), 142-154.
- Radiansyah. Taufiq. 2020. *Peran Internet of Things dalam Pengelolaan Energi Listrik*. Jurnal Inovasi Teknologi, 17(3), 87-101.
- Rohman. Bambang, dan Iqbal. Reza. 2016. *Solusi krisis energi listrik di daerah bencana dengan teknologi Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT*. Jurnal Inovasi Energi dan Lingkungan, 20(4), 274-287.
- Sari. Rina. 2017. *Pemanfaatan Energi Matahari sebagai Sumber Listrik Alternatif di Daerah Sulit Terjangkau oleh PLN*. Jurnal Inovasi Energi, 12(2), 56-68.
- Santoso. Ridwan. 2018. *Peran MQTT Broker dalam Pengiriman Pesan IoT*. Jurnal Rekayasa Jaringan, 23(3), 124-137.
- Wijayanto. Aries, dkk. 2022. *Perancangan sistem Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel berbasis IoT untuk Kebutuhan Listrik di Daerah Bencana*. Jurnal Teknologi Energi, 30(1), 18-32.