

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) untuk Pengendalian Beban Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis *Website*

1st Aquila Anandya Putri
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
aquilaanandya@student.telkomuni-
ty.ac.id

2nd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
jangkungraharjo@telkomuni-
d

3rd Nachwan Mufti Adriansyah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
nachwanma@telkomuni-
d

Abstrak — Kebutuhan akan energi listrik yang semakin meningkat mendorong pengembangan sumber energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Namun, efisiensi penggunaan energi dari PLTS seringkali kurang optimal karena belum adanya sistem kontrol yang efektif. Penelitian ini mengembangkan sebuah website berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengendalikan beban energi pada PLTS. Dengan menggunakan teknologi mikrokontroler, sensor, dan relay, data energi dikumpulkan dan disinkronkan secara *real-time* ke dalam database, yang kemudian diakses dan diatur melalui *website*. Pengujian kualitas layanan (QoS) menunjukkan hasil yang sangat baik, memastikan bahwa sistem ini mampu melakukan kontrol dan pemantauan energi secara efisien. Implementasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mendukung operasional PLTS secara optimal.

Kata kunci— PLTS, *Internet of Things* (IoT), Website, QoS

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan telah mendorong inovasi dan peningkatan efisiensi, serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin terbatas ketersediaannya [1]. Berdasarkan Pasal 1 Ayat 2 Permen ESDM Nomor 53 Tahun 2018, sumber energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber daya yang bisa diperbarui dan dikelola dengan baik, seperti panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran air, serta gerakan dan perbedaan suhu di lapisan laut [2].

Universitas Telkom mendukung inisiatif pemerintah dalam pengembangan energi terbarukan dengan berbagai inovasi yang dilakukan. Salah satu Pembangkit Listrik berbasis energi terbarukan di Universitas Telkom adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Namun, sistem pengendalian dan pemantauan pembangkit listrik tersebut belum terintegrasi, sehingga menurunkan efisiensi penggunaan daya. Pengendalian yang kurang efisien ini menjadi salah satu faktor utama yang mengakibatkan penurunan performa dan efisiensi pembangkit.

Pengendalian dan pemantauan beban pada sistem PLTS yang belum terotomatisasi dapat menyebabkan penurunan efisiensi operasional. Dalam rangka meningkatkan performa PLTS, diperlukan pengembangan sistem kontrol yang mampu mengelola sumber daya listrik

dan beban secara *real-time*. Teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi inovatif dalam pengendalian otomatis berbasis *website*, sehingga memungkinkan pengawasan dan pengendalian beban secara jarak jauh.

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah prototipe yang mengintegrasikan IoT untuk memantau dan mengendalikan beban listrik pada sistem PLTS secara otomatis melalui *website*. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mengurangi potensi kesalahan akibat intervensi manual, sehingga mendukung pengembangan energi terbarukan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang menjelaskan bahwa suatu objek memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi manusia ke perangkat [3]. Konsep ini membuka peluang besar dalam menciptakan sistem yang lebih cerdas dan efisien. Mikrokontroler berperan sebagai pusat pemrosesan yang mengatur operasi perangkat, relay digunakan untuk mengendalikan aliran listrik dan mengaktifkan perangkat lainnya, sementara sensor bertugas mengumpulkan data dari lingkungan. Dengan menggabungkan komponen-komponen tersebut, IoT memungkinkan pengendalian dan analisis data secara *real-time*, yang mendukung otomatisasi serta peningkatan efisiensi.

B. Database

Database adalah wadah untuk menyimpan dan menyinkronkan data antara sistem, termasuk perangkat dan situs web secara *real-time*. Data yang disimpan dalam *database* dapat diatur, diakses, dan diperbarui dengan efisien, memungkinkan pertukaran informasi yang mulus dan konsisten antara perangkat keras dan situs web. Hal ini mendukung berbagai operasi yang membutuhkan data terbaru dan akurat. Dalam sistem IoT, misalnya, *database* memungkinkan data yang dikirim oleh sensor dan mikrokontroler disimpan langsung dan diakses oleh pengguna melalui antarmuka situs web. Integrasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga

memastikan bahwa keputusan yang diambil selalu didasarkan pada informasi terkini.

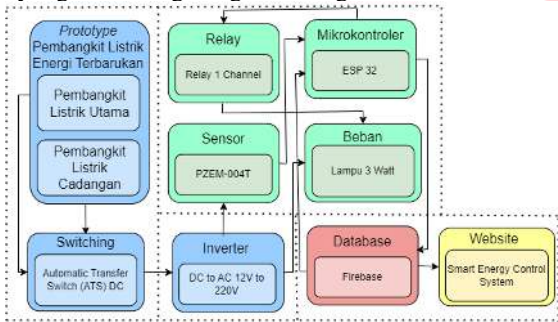
C. Website

Website adalah kumpulan halaman yang menyediakan informasi dan dihubungkan melalui domain atau URL. Halaman-halaman ini dapat memuat teks, gambar, audio, animasi, dan elemen lainnya. Website dapat dibangun dan diimplementasikan menggunakan berbagai teknologi pemrograman, seperti HTML untuk struktur halaman, CSS untuk tata letak dan gaya visual, serta JavaScript untuk interaktivitas dan fungsi dinamis. Website berfungsi sebagai platform yang tidak hanya menyajikan informasi kepada pengguna, tetapi juga memungkinkan interaksi dengan sistem yang terintegrasi. Melalui website, pengguna dapat mengakses layanan, berpartisipasi dalam aktivitas online, serta memperoleh data dan informasi secara real-time.

III. METODE

A. Desain Sistem

System yang terdiri dari panel surya, baterai, inverter, dan ATS yang terhubung dengan Perangkat IoT.



GAMBAR 1. Diagram Blok Solusi

Gambar 1. menjelaskan bagaimana proses sistem pada proyek ini. Bagian IoT pada sistem ini melibatkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T untuk memantau parameter listrik, seperti tegangan dan daya, serta relay yang mengatur aliran listrik ke beban (lampu). Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirim ke Firebase sebagai database, dan pengguna dapat memantau serta mengontrol sistem ini secara real-time melalui antarmuka website. Dengan demikian, IoT memungkinkan otomatisasi dan pengendalian jarak jauh untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan energi.

B. Implementasi Sistem



GAMBAR 2. Relay 1 Channel

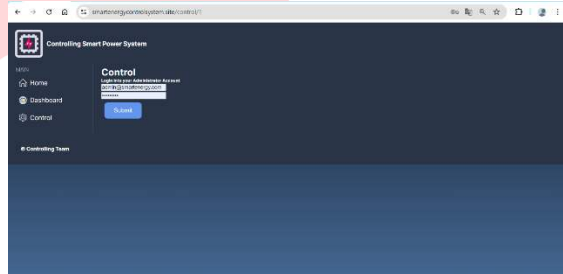
Pada Gambar 2 proses controlling beban menggunakan relay yang berfungsi sebagai saklar sehingga memungkinkan mikrokontroler mengendalikan sirkuit berdaya tinggi. Relay

1 Channel akan dihubungkan dengan lampu, yang bertindak sebagai beban.



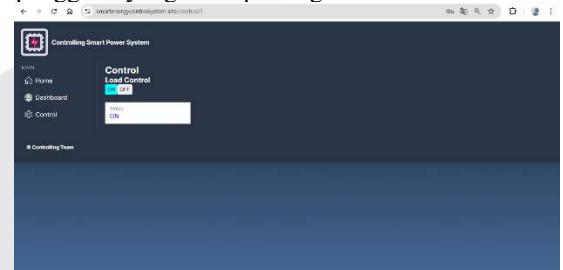
GAMBAR 3. Tampilan Halaman Dashboard

Gambar 3. merupakan halaman kedua pada website ini, halaman ini merupakan halaman dashboard yang menampilkan nilai tegangan, arus, daya, dan frekuensi yang dibaca oleh sensor pada sumber daya energi yang tersedia. Besaran nilai yang ditampilkan pada masing-masing parameter didapatkan dari database yang kemudian dikirimkan ke website.



GAMBAR 4. Tampilan Fitur Login Control

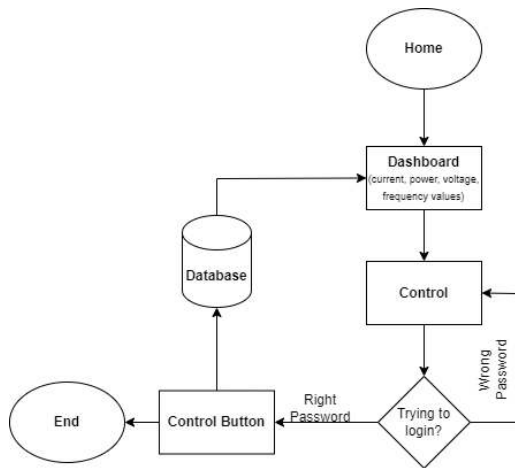
Gambar 4. merupakan fitur login pada halaman control. Fitur login ini hanya bisa diakses dengan satu akun yang telah disediakan. Akun tersebut akan diberikan kepada pengguna yang berkepentingan atau pengguna Controller. Hal ini bertujuan agar kontrol terhadap beban hanya bisa dilakukan oleh pengguna yang berkepentingan.



GAMBAR 5. Tampilan Halaman Control

Setelah berhasil login, pengguna dapat melakukan pengendalian beban (load) dengan menggunakan tombol ON/OFF yang tersedia. Tombol ON dapat digunakan untuk menyalakan beban dan menyalurkan sumber daya energi sedangkan tombol OFF digunakan untuk mematikan beban dan menghentikan penyaluran sumber energi ke beban.

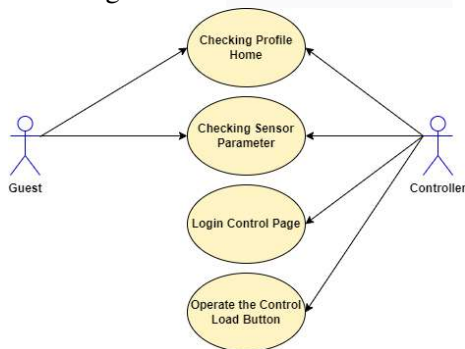
C. Cara Kerja Sistem Website



GAMBAR 6. Flowchart Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem dimulai dari halaman Home, di mana pengguna dapat menuju ke *Dashboard* untuk melihat data terkini seperti arus, daya, tegangan, dan frekuensi yang diambil dari *database*. Data ini berasal dari perangkat keras sistem kontrol yang mengirimkan informasi ke *database*. Jika pengguna ingin mengontrol sistem, mereka akan diarahkan ke halaman *Control* dan diminta untuk *login*. Sistem akan memverifikasi *password* yang dimasukkan dan ketika berhasil *login*, pengguna dapat mengakses *Control Button* untuk mengendalikan sistem. Data kontrol beban kemudian dikirim ke *database* untuk memperbarui status perangkat.

D. Usecase Diagram



GAMBAR 7. Usecase Diagram Website

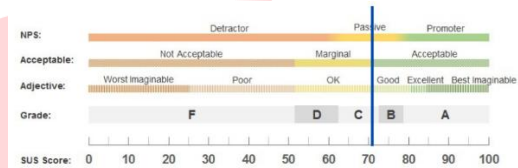
Diagram pada gambar 7. menjelaskan bahwa terdapat dua macam pengguna pada *website* ini. Pengguna pertama merupakan pengguna tamu dan pengguna kedua merupakan pengguna *controller*. Pengguna tamu hanya bisa mengakses halaman *home* dan halaman *dashboard* yang artinya pengguna ini hanya melihat profil dan memantau nilai tegangan, arus, daya, dan frekuensi pada dashboard sedangkan pengguna *controller* dapat menggunakan semua fitur yang ada pada *website* ini, diantaranya adalah halaman *home*, halaman *dashboard*, dan halaman *control*. Hal ini dikarenakan pengguna *controller* dapat melakukan login pada halaman *control* sehingga dapat mengontrol status beban pada halaman *control*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan apakah pengimplementasian sistem *control* beban melalui *website* dapat berfungsi dengan baik. Terdapat tiga pengujian yang dilakukan yaitu pengujian *System Usability Scale* (SUS), pengujian *Quality of Service* (QoS), dan pengujian *Fungsionalitas Website*.

A. Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kuisioner dengan 10 pertanyaan mengenai *website* ini yang akan diberikan penilaian oleh responden. Penilaian ini kemudian dihitung dengan metode SUS dan didapatkan hasil sebagai berikut.



GAMBAR 8. Skala Penilaian SUS

Dari pengujian diatas didapatkan bahwa *website* ini termasuk dalam kategori “*Adjective*” dengan penilaian “*Good*”, hal ini menunjukkan bahwa *website* ini cukup memadai dalam melakukan sistem kontrol.. Namun, *website* ini masih membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan fitur yang ada dan memiliki tampilan yang lebih menarik.

B. Pengujian Quality of Service (QoS)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sebuah jaringan untuk mengirim berbagai jenis data selama komunikasi [4]. Pengujian QoS ini dilakukan sesuai dengan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) [5]. parameter yang diuji pada pengujian ini meliputi *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Adapun hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

TABEL 1. Hasil Pengujian QoS

No	Parameter	Nilai	Kategori
1.	<i>Throughput</i>	1368.53 kbps	Sangat Bagus
2.	<i>Packet Loss</i>	0.45%	Bagus
3.	<i>Delay</i>	6.52 ms	Sangat Bagus
4.	<i>Jitter</i>	2.03 ms	Bagus

Tabel 1 . diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian *Quality of Service* (QoS) pada *website* ini termasuk dalam kategori “*Bagus*” dan “*Sangat Bagus*”. Nilai dari parameter QoS yang diperoleh menunjukkan bahwa *website* dapat membaca data dan menjalankan perintah kontrol dengan baik, hal ini mendukung proses pengendalian status beban secara *realtime*.

C. Pengujian Fungsionalitas Website

Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa semua halaman, fitur, tombol pada *website*, responsivitas, dan

kecepatan loading data untuk mengetahui apakah website dapat berfungsi dengan baik. Adapun hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.
Hasil Pengujian Fungsionalitas Website

Perangkat	Browser	Responsivitas	Fungsi Menu dan Tombol	Kecepatan loading data	Fungsionalitas Umum
Laptop (Windows 11)	Chrome (126.0.6478.185)	Baik	Baik	1.2 detik	Baik
Smartphone (Android 14)	Chrome (126.0.6478.185)	Baik	Baik	2.3 detik	Baik
Laptop (Windows 11)	Chrome (126.0.6478.185)	Baik	Baik	1.3 detik	Baik
Smartphone (iOS 16)	Chrome (126.0.6478.185)	Baik	Baik	1.6 detik	Baik

Berdasarkan Tabel 2. diatas, didapatkan bahwa fungsionalitas *website* memiliki performa yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan responsivitas, fungsi menu dan tombol, dan fungsi secara umum dapat berjalan dengan baik, kemudian kecepatan loading data *dashboard*, fitur *login*, dan *control button* pada *website* sebesar 1.2 detik s/d 2.3 detik yang Dimana hal ini masih dalam batas yang baik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, sistem ini memiliki kinerja yang sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai *Quality of Service* (QoS), dengan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* yang berada dalam kategori "Sangat Bagus" dan "Bagus". dan fungsionalitas yang baik. Sistem ini memungkinkan pengguna dapat melakukan kontrol secara *realtime*, yang mendukung efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian penggunaan sumber daya energi. Dengan demikian, implementasi *website* ini dapat dijadikan acuan dalam pengembangan sistem kontrol energi terbarukan yang lebih cerdas dan efisien.

REFERENSI

- [1] Prabowo, Y., Narendro, A., Wisjhnuadji, T. W., & Siswanto. "Uji Akurasi Modul KWH Meter Digital PZEM-004T Berbasis Pengendali Digital ESP32". SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika, 6(1), 85-96. E-ISSN: 2721-4788. 2023
- [2] Wiranto. "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol PLTS Berbasis Website". Program Studi Teknik

Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. 2023

[3] Alfian, D., Irawan, B., & Hasibuan, F. C. "Perancangan Aplikasi Website Berbasis IoT Untuk Pemantauan dan Kontrol Pada PLTA di Desa Tambolusu Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara". e-Proceeding of Engineering, 10(1), 661-674. ISSN: 2355-9365. 2023

[4] Aldiansyah, dan Boy Yuliadi. "Analisis Quality of Service (QoS) Berdasarkan Standarisasi TIPHON Pada Layanan Triple Play Menggunakan GPON." JSAI: Journal Scientific and Applied Informatics, Vol. 7, No. 2, Juni 2024, pp. 175-181. 2024

[5] Satwika, I. K. S., & Sukafona, I. M. "Analisis Quality of Service Jaringan Virtual Private Network (VPN) di STMIK STIKOM Indonesia." Jurnal Ilmiah Informatika, Vol. 7, No. 1, pp. 61-66. 2019