

PENGARUH DELAY PADA MODUL WIFI 802.11B/G/N ESP 32 DI RENTANG FREKUENSI 2.4 GHZ TERHADAP SMART CONTROL SOLAR HOME SYSTEM

Ridwan Satrio Hadikusuma^{1*}, Veronica Windha Mahyastuty², Marsul Siregar³, Linkha Hardine⁴

^{1,2,3}Magister Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Elektro, Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

*Penulis korespondensi, E-mail: ridwan.202200090017@student.atmajaya.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, PLN adalah penyedia utama listrik rumah tangga, individu, dan industri. Namun, karena pasokan listrik PLN tidak selalu stabil, pembangkit cadangan diperlukan. Karena mereka adalah sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan energi matahari sebagai sumbernya. Namun, pasokan PLTS tergantung pada cuaca. Untuk mengatasi masalah ini, PLTS dapat dirancang sebagai Pembangkit Listrik Hibrid (PLTH), yang menggabungkan sumber PLN dan pengaturan beban. Studi ini mengembangkan sistem kontrol pintar otomatis dan manual yang menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS). Sistem ini menggunakan ESP 32 dan memiliki mikroprosesor dengan modul WiFi 802.11b/g/n ESP 32 di Rentang Frekuensi 2.4 GHz. Studi rumah tangga menunjukkan bahwa kontrol pintar berfungsi dengan baik dalam simulasi dan pengujian. Meskipun ada waktu start-up inverter, delay rata-rata PLN-SHS adalah 1835 ms dan SHS-PLN adalah 2695 ms dalam mode otomatis dan 937,5 ms dalam mode manual dengan kontrol Thinger io. Dalam 12 pengujian, delay rata-rata kurang dari 2 s. Hasil menunjukkan bahwa jarak tidak memengaruhi delay, namun, kecepatan internet ESP 32 dan pengguna memengaruhi delay.

Kata kunci: PLTS, kontrol cerdas, rumah pintar, Thinger io.

Abstract

In Indonesia, PLN is the main provider of electricity to households, individuals and industries. However, because PLN's electricity supply is not always stable, backup generators are needed. Since they are a renewable and environmentally friendly source of energy, solar power plants (PLTS) use the sun's energy as a source. However, the supply of PLTS depends on the weather. To overcome this problem, PLTS can be designed as a Hybrid Power Plant (PLTH), which combines PLN sources and load control. This study develops an automatic and manual smart control system that uses an Automatic Transfer Switch (ATS). This system uses ESP 32 and has a microprocessor with WiFi 802.11b/g/n ESP 32 module in the 2.4 GHz frequency range. Household studies show that the smart control performs well in simulations and tests. Even though there is an inverter start-up time, the average delay of PLN-SHS is 1835 ms and SHS-PLN is 2695 ms in automatic mode and 937.5 ms in manual mode with Thinger io control. In 12 tests, the average delay was less than 2 s. The results show that distance does not affect delay; however, the ESP 32's internet speed and users affect the delay.

Keywords: PLTS, smartcontrol, smart home, Thinger io.

1. Pendahuluan

Energi listrik sangat penting untuk mendukung berbagai aspek kehidupan manusia saat ini [1]. Konsumsi energi listrik telah melonjak di seluruh dunia sebagai akibat dari pertumbuhan pesat populasi manusia dan kemajuan dalam teknologi [2], industri, dan teknologi informasi. Untuk menjaga aktivitas sehari-hari [3], baik secara pribadi, keluarga, maupun bisnis, diperlukan pasokan listrik yang stabil dan handal [4]. Sangat penting untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang

berkelanjutan mengingat keterbatasan sumber daya energi di seluruh dunia dan efek negatif dari penggunaan bahan bakar fosil [5]. Perusahaan Listrik Negara (PLN) bertanggung jawab untuk menyediakan energi listrik di Indonesia [6]. PLN juga membantu memenuhi kebutuhan listrik di seluruh lapisan masyarakat. Meskipun PLN telah berusaha keras untuk menyediakan pasokan listrik yang andal, masalah ketidakstabilan pasokan masih menjadi masalah penting [6]. Kesehatan, produktivitas, dan aktivitas sehari-hari masyarakat dapat terjejas oleh pemadaman listrik yang tak terduga. Adanya sistem

pembangkit cadangan akan membantu mengatasi masalah ini. Sistem ini dapat mengambil alih pasokan listrik utama saat terjadi gangguan. Dalam situasi seperti ini, Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi pilihan yang semakin populer. Salah satu bentuk EBT [7], energi surya, memiliki potensi besar di wilayah tropis seperti Indonesia [8].

EBT menawarkan cara yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi [9]. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah teknik fotovoltaik yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik [10]. Namun, ketergantungan PLTS pada cuaca dan pencahayaan matahari masih menjadi hambatan untuk memastikan pasokan listrik yang konstan [11]. Untuk memaksimalkan penggunaan PLTS [12], pengaturan dan pengendalian pasokan listrik harus diubah. Dalam hal ini, penelitian ini memanfaatkan teknologi jaringan WiFi dan modul ESP 32 untuk mengintegrasikan sistem PLTS dengan konsep pengendalian pintar.

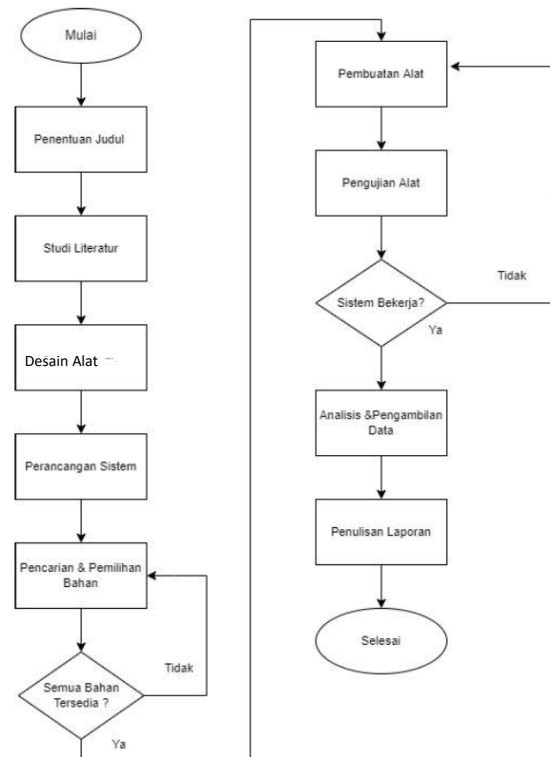
Kemampuan modul WiFi 802.11b/g/n ESP 32 untuk berkomunikasi secara nirkabel memberikan peluang besar untuk mengontrol dan mengawasi sistem PLTS dari jarak jauh dengan menggunakan internet [13]. Namun, penggunaan teknologi WiFi dalam sistem ini dapat menyebabkan *delay* [14], yang dapat mengurangi kecepatan pengendalian dan waktu respons [15]. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana *delay* pada modul WiFi 802.11b/g/n ESP 32 mempengaruhi respons kontrol pintar pada PLTS sistem *Solar Home*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana latensi pada modul WiFi ESP 32 mempengaruhi respons kontrol pintar pada jangkauan frekuensi 2.4 GHz. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang penggunaan teknologi WiFi dalam penerapan *Smart Solar Home*.

Penelitian ini menambah pemahaman tentang *Smart Control Solar Home System* (SCHS) dengan menyelidiki efek penundaan pada modul WiFi 802.11b/g/n ESP32 dalam spektrum frekuensi 2,4 GHz. Implementasi teknologi WiFi dalam SCHS, yang belum sering diteliti dalam konteks ini, adalah hal yang membuat penelitian ini berbeda dengan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga memperhitungkan pengaruh *delay*, yang sangat penting dalam skenario SCHS untuk memastikan pemanfaatan energi yang efisien. Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang bagaimana penundaan dalam modul WiFi memengaruhi fungsi SCHS dan memungkinkan pengembangan yang lebih baik dan lebih efisien dalam sistem ini melalui pengujian ekstensif. Klaim keunikan ini menyoroti pentingnya penelitian ini dalam menjembatani kesenjangan pengetahuan yang ada dan menawarkan perspektif baru tentang integrasi teknologi WiFi dalam konteks SCHS yang terkait dengan energi terbarukan.

2. Metode

2.1. Metode Penelitian

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan melalui berbagai langkah yang rinci. Untuk memulai seluruh proses, langkah pertama adalah menentukan judul. Langkah berikutnya adalah melakukan penelitian literatur dan menganalisis teori dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya yang relevan. Selanjutnya, sistem dirancang, yang mencakup perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada bagian ini, Anda akan menemukan langkah-langkah teknis yang diperlukan untuk menerapkan sistem kontrol beban pintar. Tahap berikutnya berfokus pada pencarian dan pemilihan bahan. Ini mencakup pencarian komponen secara langsung atau melalui *platform e-commerce* serta uji coba komponen yang akan digunakan dalam sistem, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



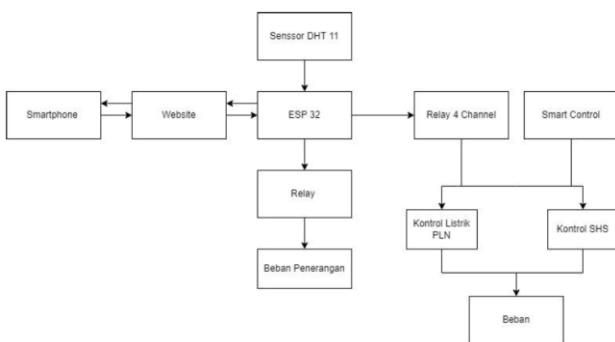
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses pembuatan alat menjadi tahap krusial, yang merinci langkah-langkah dalam menciptakan alat *Smart Control* suplai beban yang dapat dikendalikan melalui *platform Thinger io*, serta implementasi dari sistem *Smart home*. Tahap pengujian alat melibatkan serangkaian pengujian dari alat *Smart Control* suplai beban yang dapat dikendalikan melalui *platform Thinger io*, serta implementasi dari *Smart home*. Hasil dari pengujian ini berkontribusi dalam mengukur performa dan efektivitas

alat. Selanjutnya, dalam tahap penyempurnaan alat, dimungkinkan adanya perbaikan atau penyesuaian terhadap alat jika ditemukan masalah selama pengujian. Pengambilan data adalah tahap penting setelah pengujian, di mana hasil-hasil yang diperoleh digunakan sebagai data dasar yang akan diolah lebih lanjut dalam laporan penelitian. Akhirnya, laporan penelitian disusun dalam tahap penulisan laporan. Langkah ini mencakup penyusunan dan penyajian hasil dari seluruh penelitian dalam bentuk laporan yang sistematis dan terstruktur, menjelaskan seluruh proses, temuan, dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

2.2. Metode Perancangan Sistem

Rancangan sistem yang disusun bertujuan untuk mengimplementasikan sistem *Smart Control* yang dapat memberikan pasokan listrik ke beban secara otomatis, memastikan kelangsungan pasokan listrik tanpa putus, dan juga memberikan opsi manual untuk menghindari potensi masalah di masa mendatang. Dalam konteks ini, dirancang pula sebuah sistem kontrol suplai beban yang memungkinkan pengendalian manual melalui *platform Thinger io*. Pengendalian ini menggunakan modul ESP 32 sebagai perangkat pengirim data dari pengguna, yang memberikan perintah untuk mengaktifkan atau mematikan pasokan listrik, serta mengirim data ke *platform Thinger io* untuk mengontrol berbagai beban rumah yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan melalui *platform Thinger io*, dengan kemampuan yang dikenal sebagai *Smart home*. Ilustrasi dari struktur rancangan sistem *Smart Control* suplai beban untuk kebutuhan *Smart home* pada sistem *Solar Home* ditampilkan dalam gambar 2.

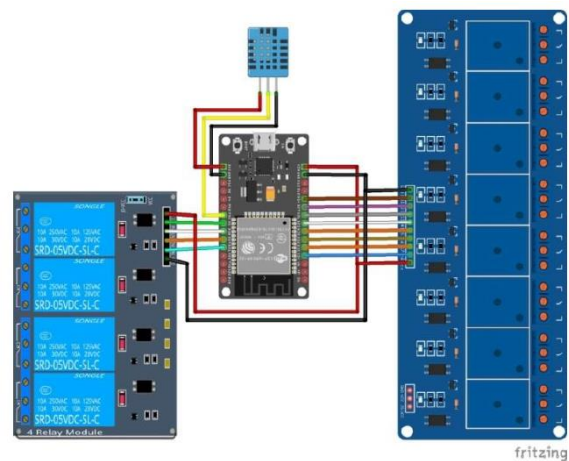


Gambar 2. Perancangan Sistem

2.3. Perancangan Elektronika

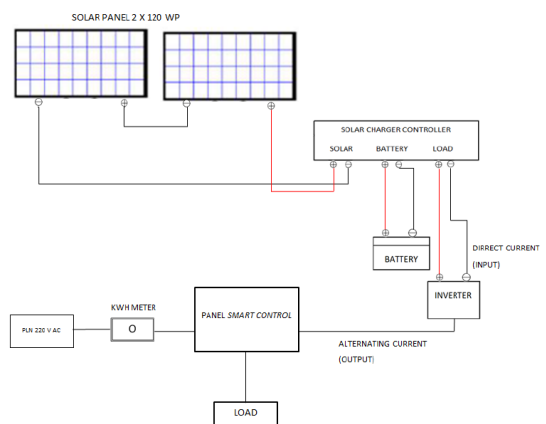
Gambar 3 menunjukkan perancangan komponen elektronik yang akan diujicobakan. Banyak komponen penting lainnya turut terlibat dalam rancangan ini. Mikrokontroler ESP 32 digunakan sebagai inti sistem untuk menangani masukan pengguna dan mengarahkannya ke relay 8 channel yang mengontrol

fungsi *Smart home* dan relay 4 channel yang mengontrol mekanisme *Smart Control* melalui *platform Thinger io*. Relay-relay ini berfungsi sebagai *output* dari *platform Thinger io* dan menerima instruksi dari pengguna untuk mengatur aliran listrik menuju beban. Dengan bantuan relay-relay ini, pengguna dapat mengatur aliran listrik menuju beban, dan *platform Thinger io* mengirimkan instruksi. Selanjutnya, dalam perancangan ini juga diterapkan sensor DHT 11 yang memiliki peran dalam mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruangan pengguna. Data yang dihasilkan dari sensor ini kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP 32 untuk diproses lebih lanjut. Semua komponen ini diintegrasikan dengan tujuan menciptakan sistem *Smart Control Solar Home* yang responsif dan efisien dalam penggunaannya.



Gambar 3. Perancangan Elektronika

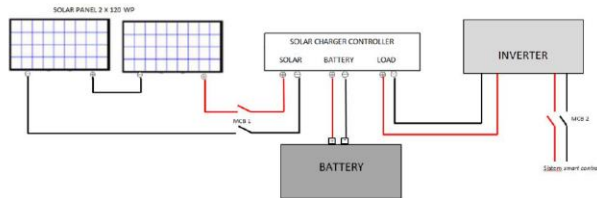
2.4. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Diagram pemasangan panel Smart Control

Pada gambar 4 menjelaskan pemasangan panel *Smart Control* yang dipasang diantara suplai daya PLTS dengan suplai daya PLN yang terintegrasi menuju ke beban. Di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya terdapat dua sumber yang akan diatur oleh *Solar Charge Controller*

yang dalam hal ini menggunakan sistem DC (*Direct Current*). Antara pengisian dengan suplai dari baterai dengan panel surya diatur oleh *Solar Charge Controller* agar tidak terjadi kesalahan saat pengisian dari panel surya ke baterai ataupun saat suplai dari panel surya langsung ke beban seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian kontrol pada sistem DC

2.5. Metode Pengukuran

Dalam rangka penelitian ini, kami menerapkan suatu metode pengukuran yang melibatkan perangkat bantu ukur seperti multimeter, alat pengukur suhu digital atau *thermometer*, serta *timer*. Penggunaan multimeter dalam pengukuran bertujuan untuk mengamati tegangan masukan dan keluaran pada rangkaian yang sedang dianalisis. Sementara itu, alat pengukur suhu digital atau *thermometer* digunakan untuk memeriksa dan membandingkan data yang diperoleh dari sensor DHT 11 dengan pengukuran suhu di dalam ruangan. Dalam hal ini, kami juga memanfaatkan *timer* untuk mengukur latensi atau delay ketika terjadi peralihan sumber listrik antara metode otomatis dan manual melalui *platform Thinger io*. Selain itu, *timer* juga digunakan untuk mengukur *delay* saat menguji fungsionalitas *Smart home* dalam mengendalikan beban penerangan. Melalui penggunaan alat-alat ini, kami berupaya untuk memperoleh data yang akurat dan bermakna terkait dengan pengaruh *delay* pada sistem *Smart Control Solar Home* dalam konteks penggunaan modul *WiFi 802.11b/g/n ESP 32* pada rentang frekuensi 2.4 GHz. *Delay* yang diperoleh kemudian akan dibandingkan dengan standarisasi *delay* yang dapat dilihat pada tabel 1 : [16]

Table 1. Standarisasi *Delay* [16]

Kategori Latensi	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150	4
Bagus	150 – 300	3
Sedang	300 – 450	2
Buruk	> 450	1

Adapun rumus rata rata *delay*, dapat dilihat pada persamaan (1) dibawah ini [16] :

$$\text{Rata-rata } \textit{delay} = \frac{\textit{Total Delay}}{\textit{Total Paket yang diterima}} \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

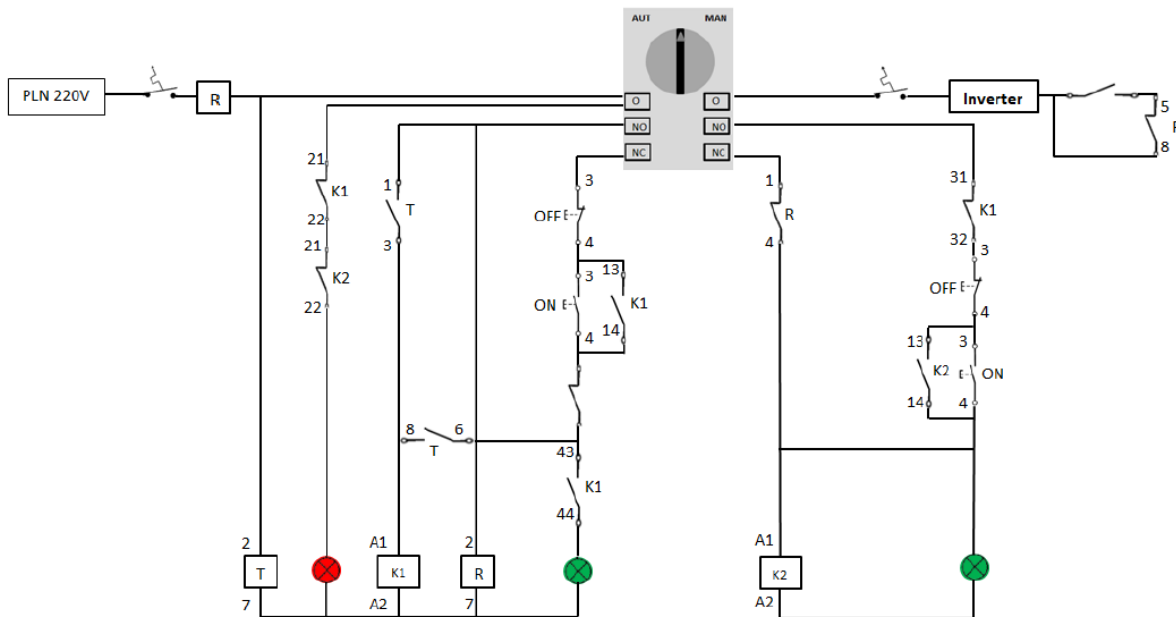
3.1. Implementasi Sistem Smart Control Untuk Sistem AC

Rangkaian sistem *Smart Control* yang dirancang bekerja berdasarkan kombinasi dari saklar-saklar otomatis yaitu antara Relay dengan magnetik kontaktor. Pada gambar 6 menjelaskan sistem kerja dari rangkaian yang telah dibuat. Pada rangkaian ini menggunakan sistem rangkaian *interlock* dengan tujuan untuk pengaman agar ketika salah satu sumber listrik menyala, sumber listrik lainnya tidak akan bisa menyala.

Ketika mode otomatis sumber listrik yang langsung terhubung adalah PLN, dan apabila sumber listrik PLN padam atau mengalami masalah maka sumber listrik akan berpindah ke PLTS secara otomatis. Ketika sumber listrik PLN sudah stabil maka secara otomatis sumber listrik akan berpindah ke PLN kembali dari PLTS dengan jeda waktu yang telah diatur pada timer. Pada rangkaian ini juga dilengkapi dengan relay 4 channel yang dipasang di keluaran sumber listrik yang nantinya akan terhubung dengan *platform Thinger io* agar bisa dikontrol melalui *platform Thinger io*. Berikut merupakan realisasi dari perangkat *hardware* yang telah dibangun berdasarkan perancangan.

Gambar 8 menunjukkan prototipe *panel box* untuk Sistem Pengendalian Suplai Beban Pintar, dengan perhatian khusus pada layar depan. Terdapat tiga layar LCD di sisi depan panel yang berfungsi sebagai monitor untuk tiga keluaran utama: keluaran PLN, keluaran SHS, dan keluaran panel surya dan baterai. Selain itu, pengguna dapat memilih mode pasokan listrik melalui *selector switch*. Pada bagian depan *panel box* ini ada tiga lampu indikator. Lampu indikator hijau menunjukkan sumber PLN aktif dan sumber SHS aktif, dan lampu indikator merah menunjukkan bahwa sistem dalam kondisi mati. Dalam visualisasi *panel box* ini, terlihat dengan jelas bagaimana elemen-elemen tersebut tertata rapi dan memberikan informasi penting kepada pengguna terkait dengan status dan operasi dari Sistem *Smart Control* Suplai Beban.

Pada gambar 8 merupakan tampak dalam dari *panel box* yang telah dirangkai dengan sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sesuai dengan rancangan diawal.



Gambar 6. Rangkaian kontrol pada sistem AC

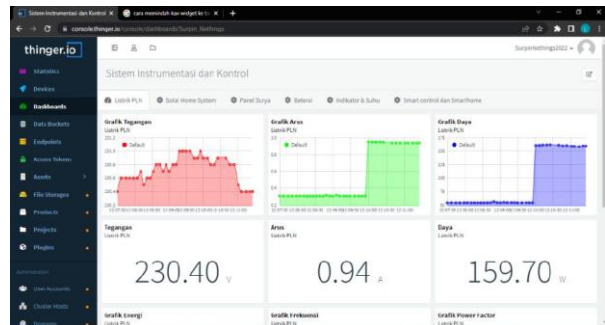
3.2. Implementasi Perangkat Lunak



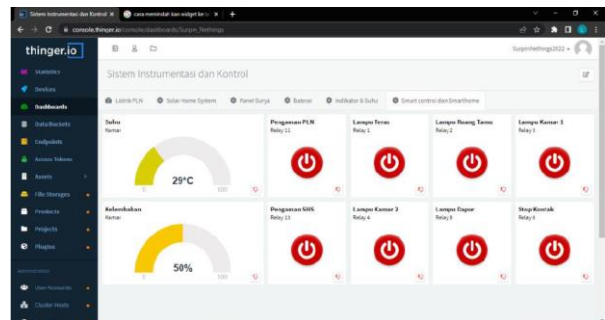
Gambar 7. Realisasi Panel Box Sistem Smart Control Suplai Beban tampak depan



Gambar 8. Realisasi Panel Box Sistem Smart Control Suplai Beban tampak dalam



Gambar 9. Fitur Monitoring



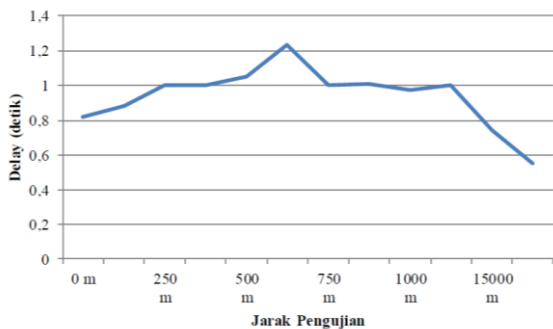
Gambar 10. Fitur Smart Control

Perangkat lunak di implementasikan menggunakan platform *Thinger io* yang dapat diakses di <http://thinger.io> [16], kemudian tinggal login menggunakan *user ID* dan *Password* yang sudah dibuat. Pada penelitian ini *user ID* diberi nama *Surpin_Nethings*. *Thinger io* ini di implementasikan kedalam system untuk memonitoring

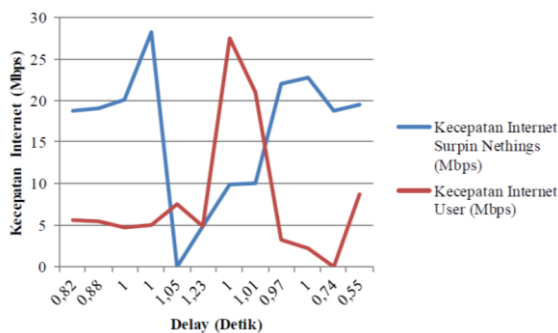
tegangan, arus dan daya pada listrik PLN serta fitur *smart control* yang mampu membaca kelembaban dan suhu juga beberapa relay yang terhubung ke elektronik rumah tangga seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 dan 10.

3.3. Pengujian Delay Pada Platform Thinger io Sebagai Smart Control Mode Manual

Pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk mengukur *delay* pada saat pengontrolan sistem *Smart Control* dengan cara menonaktifkan sumber listrik melalui *platform Thinger io*. Pada hasil pengujian, didapat rata-rata *delay* sebesar 937,5 ms dan tabel 4.2 menunjukkan keadaan dari lampu indikator pada *panel box*. Saat sumber listrik PLN sedang menyala yang ditandai dengan lampu indikator hijau, ketika terdapat masukan pada *platform Thinger io* untuk menonaktifkan sumber listrik maka lampu indikator hijau PLN padam dan berpindah ke lampu indikator merah yang menyala, hal ini menandakan bahwa sumber listrik telah padam karena terdapat masukan dari *platform Thinger io* yang dilakukan oleh pengguna dengan cara klik *push button* yang terdapat pada tampilan *platform*, begitu juga dengan sumber listrik PLTS.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Jarak pada Delay



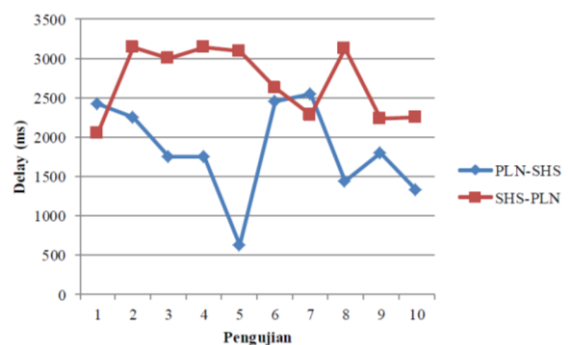
Gambar 12. Grafik pengaruh Kecepatan Internet pada Delay

Pada gambar 11 dan 12 bahwa *platform Thinger io* dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dirancang dimana *platform Thinger io* dapat menonaktifkan sumber listrik dari jarak jauh. Pada pengujian ini dapat dilihat

pada grafik yang telah disajikan, telah diuji pengaruh jarak dan kecepatan internet sebanyak enam sampel dari jarak 0m hingga 15000m dan 12 sampel (6 sampel PLN 6 sampel PLTS) kepada *delay* yang terjadi. Jika dilihat dari tabel 1 standarisasi *delay* hasil yang didapat dibawa standar, namun mengingat pada rangkaian ini *inverter* perlu adanya waktu *starting* hasil ini dinilai cukup baik dikarenakan rata-rata *delay* yang didapat dari 12 kali pengujian didapat hasil dibawah 2 s. Pada penelitian ini didapat hasil bahwa jarak tidak mempengaruhi *delay* yang terjadi, namun *delay* yang terjadi dipengaruhi oleh kecepatan internet yang dipancarkan modul *WiFi 802.11b/g/n ESP 32* dan kecepatan internet pengguna.

3.4. Pengujian Delay pada sistem Smart Control mode Automatic

Pada pengujian ini dilakukan pengujian pada mode automatic dengan cara mengaktifkan MCB dari PLN dan PLTS, ketika pengujian perpindahan antara PLN ke PLTS, MCB dari PLN akan diturunkan untuk memutus sumber listrik dari PLN sebaliknya ketika melakukan pengujian PLTS ke PLN, MCB dari PLN akan dinaikan kembali. Pada gambar 13 menunjukkan hasil pengujian sebanyak 10 kali dengan rata-rata *delay* 1835 ms pada perpindahan sumber listrik dari PLN ke SHS yang disebabkan oleh *starting* dari *inverter* untuk menyuplai listrik dan pada perpindahan SHS ke PLN terdapat *delay* rata-rata sebesar 2695ms yang disebabkan oleh pengaturan dari *timer delay* relay selama 2 hingga 3 s. dapat dilihat pada grafik PLN-SHS *delay* dengan nilai tertinggi terdapat pada percobaan ke-7 dengan nilai 2550ms, sedangkan pada grafik SHS-PLN *delay* dengan nilai tertinggi terdapat pada percobaan ke-2 dengan nilai 3150ms.



Gambar 13. Grafik Delay pengujian sistem smartcontrol mode Automatic

4. Kesimpulan

Penelitian ini menemukan bahwa *delay* pada sistem, baik dalam mode otomatis maupun manual yang dapat dikendalikan melalui *platform Thinger io*, berdampak besar pada kinerja sistem Smart Control Solar Home.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa internet yang dipancarkan modul WiFi ESP 32 pada rentang frekuensi 2.4 GHz memiliki dampak terhadap *delay* kinerja sistem. Dari hasil pengujian, rata-rata *delay* yang terjadi pada perpindahan sumber listrik dari PLN ke SHS adalah sekitar 2695 ms, sementara perpindahan dari SHS ke PLN menghasilkan rata-rata *delay* sebesar 1835 ms dalam mode otomatis. Ketika beralih ke mode manual yang dikendalikan melalui *platform Thinger io*, nilai *delay* mengalami penurunan signifikan menjadi sekitar 937,5 ms. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *delay* yang terjadi pada modul WiFi ESP 32 memiliki dampak yang lebih tinggi pada mode otomatis dibandingkan dengan mode manual. Sistem *Smart home* yang merupakan keluaran dari Sistem Smart Control juga telah berhasil diimplementasikan melalui penggunaan ESP 32 dan Relay. *Platform Thinger io* digunakan untuk mengontrol beban penerangan dan stop kontak di rumah. Namun, ditemukan bahwa dalam perancangan alat ini terdapat potensi untuk pengembangan lebih lanjut. Terutama dalam hal switching khususnya pada sistem perpindahan antara PLN dan PLTS, perlu diperhatikan agar waktu yang diperlukan dalam mengaktifkan beban dapat dikurangi sehingga efisiensi dan responsivitas sistem dapat lebih ditingkatkan. Kesimpulan ini menjadi dasar untuk arah penelitian berikutnya yang lebih mengkhhususkan pada aspek perpindahan sumber listrik dan peningkatan kecepatan switching dalam sistem yang telah dirancang.

Referensi

- [1]. I. F. Almadani, S. I. Haryudo, and ..., "Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Antara Listrik PLN Dan PLTS Skala Kecil Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet Of Things," *J. Tek.*, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/41833>.
- [2]. T. Hidayat, "Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 87–92, 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133816.
- [3]. Z. Tharo, U. Pembangunan, P. Budi, and K. Energi, "Kombinasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan," vol. 12, no. 2, pp. 143–149, 2019.
- [4]. Andrey Yuliandi, "Rancang Bangun Automatic Transfer Power Supply Berbasis IOT (Internet Of Things)," Universitas Singaperbangsa Karawang, 2020.
- [5]. S. Purwanto, "Pengembangan Sistem Pengaturan Suplai Beban (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Berbasis Mikrokontroler," *Kilat*, vol. 10, no. 2, pp. 261–271, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1310.
- [6]. A. Asriyadi, A. W. Indrawan, S. Pranoto, A. R. Sultan, and R. Ramadhan, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 13, no. 2, p. 225, 2016, doi: 10.31963/elekterika.v13i2.988.
- [7]. S. Sawidin et al., "Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger.io Berbasis IoT," *Prosiding The 12th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 464–471, 2021, [Online]. Available: www.arduino.cc.
- [8]. AHMAD ZAKKY BURHAN, "RANCANG BANGUN PANEL ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) ANTARA PLTS (OFF GRID) DENGAN JARINGAN PLN," 2020.
- [9]. P. Gunoto and S. Sofyan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan," *Sigma Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 96–106, 2020, [Online]. Available: <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/sigmateknika/article/download/2754/pdf>.
- [10]. D. Sianturi, "Rancang Bangun Sistem Kendali Daya Tidak Terputus Dengan Sumber Utama Tenaga Surya Dan Sumber Cadangan Generator Bahan Bakar Minyak," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2021.
- [11]. F. T. Battery, "6-FMX Series 6-FMX Series," 2011.
- [12]. B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [13]. H. Alwani, "PLTS Menggunakan Sistem Automatic Transfer Switch," *Semnas Avoer 12*, no. November, pp. 246–250, 2020.
- [14]. Wiranto, "Integrasi Solar Home System Dengan Jaringan Listrik Pln," 2014.
- [15]. R. B. S. Bayu, R. P. Astutik, and D. Irawan, "Rancang Bangun Smart home Berbasis Qr Code Dengan Mikrokontroler Module Esp32," *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 01, pp. 47–60, 2021, doi: 10.31328/jasee.v2i01.60.
- [16]. L. O. Aghenta and M. T. Iqbal, "Low-cost, open source IoT-based SCADA system design using thinger.IO and ESP32 thing," *Electron.*, vol. 8, no. 8, pp. 1–24, 2019, doi: 10.3390/electronics8080822.
- [17]. A. L. Bustamante, M. A. Patricio, and J. M. Molina, "Thinger.io: An open source platform for deploying data fusion applications in IoT environments," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 5, 2019, doi: 10.3390/s19051044.