

**PEMANFAATAN PANEL SURYA UNTUK SISTEM PINTU AKSES OTOMATIS BERBASIS
RFID DAN IOT PADA LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS
TULUNGAGUNG**

**Muhammad Hafiizh^a, Gabrielley Ferdhiansyah Riyadi^a, Muhammad Cahyo Bagaskoro^{a*}, Reni
Fatrisna Salsabila^a, Didik Dwi Prasetyai^a**

^a, Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

*Email : muhammad.cahyo.2305348@students.um.ac.id

ABSTRACT

Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung masih menggunakan sistem akses pintu manual dengan kunci konvensional yang memiliki beberapa kelemahan dalam hal keamanan dan efisiensi pemantauan. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pintu akses otomatis berbasis RFID (Radio Frequency Identification) dan IoT (Internet of Things) dengan sumber energi panel surya. Metode pelaksanaan meliputi survei lokasi, desain dan pembuatan TTG (Teknologi Tepat Guna), implementasi sistem yang terdiri dari instalasi dan pengujian di lapangan, serta pelatihan penggunaan sistem kepada pengelola laboratorium. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan tiga teknologi utama: (1) RFID untuk identifikasi pengguna yang berhak mengakses laboratorium, (2) IoT untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi smart phone, dan (3) panel surya sebagai sumber energi terbarukan. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa sistem yang diimplementasikan dapat meningkatkan aspek keamanan melalui pembatasan akses menggunakan kartu RFID, memudahkan pemantauan aktivitas keluar-masuk laboratorium secara real-time, serta mendukung efisiensi energi melalui pemanfaatan panel surya. Sistem ini juga mendukung visi Universitas Tulungagung menuju smart campus yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan teknologi informasi terkini.

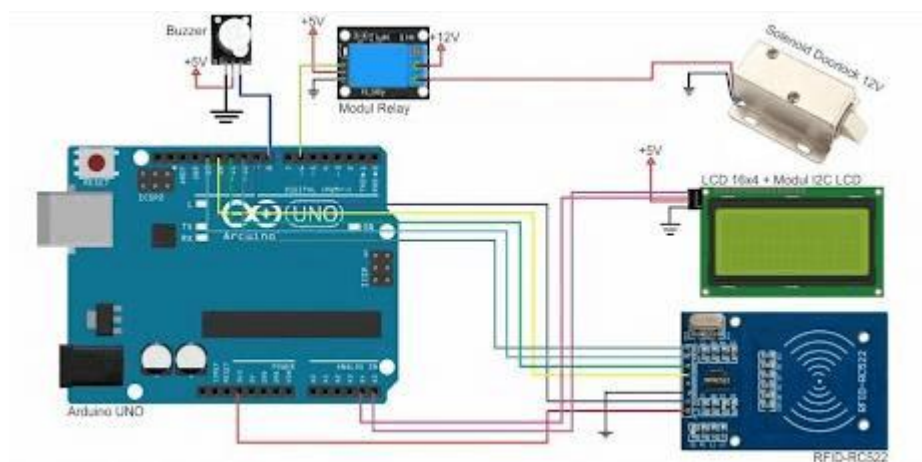
Keywords RFID, IoT, panel surya, sistem akses pintu otomatis, smart campus

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam sistem keamanan dan otomatisasi bangunan telah mengalami kemajuan signifikan seiring dengan berkembangnya konsep Internet of Things (IoT) dan energi terbarukan. Dalam konteks pendidikan tinggi, laboratorium sebagai fasilitas vital memerlukan sistem keamanan yang handal namun tetap praktis dalam pengoperasiannya (Husni & Elfizon, 2022). Saat ini, sistem akses pintu masuk dan keluar pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung masih menggunakan cara manual dengan kunci konvensional yang dipegang oleh laboran atau teknisi. Sistem ini memiliki beberapa kelemahan mendasar, antara lain risiko kehilangan kunci, kesulitan dalam pemantauan aktivitas keluar-masuk pengguna laboratorium, serta keterbatasan dalam pengendalian akses (Implementasi Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Penggerak Pompa Air Pada Pertanian Aquaponik - Sistem Informasi Polije Repository Asset (SIPORA), n.d.). Universitas Tulungagung memiliki visi untuk mengembangkan konsep smart campus yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan teknologi informasi terkini. Sejalan dengan visi tersebut, pengembangan sistem keamanan laboratorium yang terintegrasi dengan teknologi modern menjadi sebuah kebutuhan (Muñiz et al., 2024). Teknologi RFID (Radio Frequency Identification) menawarkan solusi untuk identifikasi pengguna yang lebih aman dan

efisien dibandingkan sistem kunci konvensional. Integrasi RFID dengan IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian akses secara real-time melalui jaringan internet, memberikan fleksibilitas bagi pengelola laboratorium dalam mengawasi dan mengelola akses fasilitas.

Aspek keberlanjutan energi juga menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan sistem modern (Nehru et al., 2021). Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama sistem pintu otomatis tidak hanya mendukung konsep green campus, tetapi juga menjamin keberlangsungan operasional sistem terlepas dari kondisi listrik utama.



Gambar 1. Rangkaian Smart Door Lock

Kombinasi teknologi RFID, IoT, dan panel surya menciptakan sebuah sistem terintegrasi yang mendukung aspek keamanan, kemudahan pemantauan, dan efisiensi energi (Prity et al., 2021). Berdasarkan analisis situasi tersebut, pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pintu akses otomatis yang mengintegrasikan teknologi RFID dan IoT dengan sumber energi panel surya di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung (Surono et al., 2023). Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan aspek keamanan laboratorium, memudahkan pemantauan dan pengendalian akses, serta mendukung efisiensi energi melalui pemanfaatan energi terbarukan. Implementasi sistem ini juga sejalan dengan upaya pengembangan smart campus yang memanfaatkan teknologi informasi terkini untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan pendidikan.

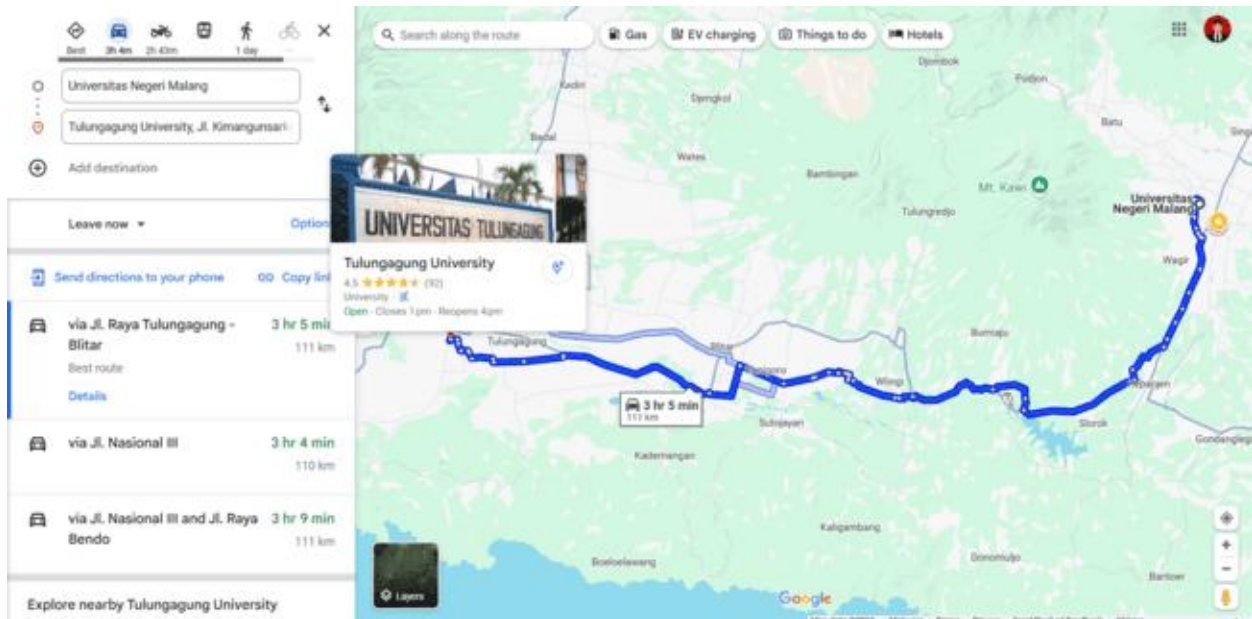
Dalam pelaksanaannya, kegiatan pengabdian ini melibatkan kerjasama sinergis antara tim pengabdian dari Universitas Negeri Malang dengan pihak Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung sebagai mitra utama. Melalui kolaborasi ini, diharapkan tercipta transfer teknologi dan pengetahuan yang bermanfaat bagi kedua institusi, baik dalam peningkatan kompetensi sumber daya manusia maupun dalam pengembangan perangkat yang relevan untuk kegiatan belajar mengajar. Selain itu, kemitraan ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata dalam membangun infrastruktur pendidikan tinggi yang modern, relevan dengan kebutuhan industri, serta berkelanjutan guna mendukung kemajuan pendidikan yang lebih inklusif dan adaptif terhadap perubahan teknologi.

Pendekatan dan Metodologi

Metode survei implementasi dilakukan pada kegiatan pengabdian ini, dimana prosedurnya dijelaskan sebagai berikut :

1. Survei dan wawancara langsung dengan mitra. Survei ke lokasi mitra dilakukan oleh tim pengabdian bertujuan untuk menelaah lebih rinci potensi yang ada di lokasi mitra. Wawancara secara langsung dilakukan untuk memperoleh data kualitatif dan dokumentasi sebagai bahan perencanaan TTG.
2. Desain dan pembuatan TTG Smart Doorlock. Dengan pertimbangan dana internal UM, maka TTG akan melalui proses desain dan pembuatan sesuai juga dengan kesepakatan mitra.
3. Implementasi TTG terbagi menjadi dua tahapan, yakni: instalasi dan pengujian TTG di lapangan. Data-data teknis akan dihasilkan dari tahapan ini untuk kemudian dilakukan analisis dan kemudian dilakukan serah terima TTG.
4. Penyelesaian laporan, SPJ dan Dokumentasi. Kegiatan ini dilaksanakan bersama tim pengabdian.

Berikut merupakan peta lokasi dari mitra pengabdian yang dituju (gambar 2). Lokasi mitra terletak sejauh 11 km dengan waktu perjalanan selama 3 jam 5 menit dari Universitas Negeri Malang.



Gambar 2. Peta Lokasi Mitra

Lokasi mitra pada kegiatan pengabdian ini beralamatkan pada Jl. Kimangunsarkoro Beji, Jl. Dusun Krajan, Dusun Krajan, Sobontoro, Kec. Boyolangu, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66233, Indonesia

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan wawancara dengan kepala laboratorium di Universitas Tulungagung diperoleh data bahwa sistem akses pintu masuk dan keluar pada Laboratorium Teknik Elektro masih menggunakan cara manual dengan kunci konvensional yang dipegang oleh laboran atau teknisi.

Data yang kami dapat ini akan digunakan sebagai bahan untuk perencanaan desain dan pembuatan TTG Smart Door Lock berbasis RFID dan IoT dengan sumber energi panel surya.

1. Pembuatan Alat

Pada proses pembuatan alat *Smart Door Lock* memiliki beberapa tahapan yaitu, *design* TTG, instalasi sistem, pemasangan rangka, dan *finishing*.

a) Design TTG

Design TTG menggunakan *software SketchUp Pro 2022*. *Software* ini digunakan untuk membuat *design* 3D TTG. Hasil *design* TTG dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Design TTG Menggunakan SketchUp Pro 2022

b) Instalasi Sistem

Sistem pada Teknologi Tepat Guna (TTG) ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu solar charge controller yang berfungsi untuk mengatur daya pengisian ke baterai dari panel surya, sekaligus menjaga kestabilan sistem dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan, seperti fluktuasi intensitas cahaya matahari. Solar charge controller ini memiliki peran penting dalam memaksimalkan efisiensi pengisian daya serta mencegah kerusakan akibat pengisian berlebih atau berkurangnya daya secara mendadak.

Selain itu, terdapat komponen MCB DC yang bertindak sebagai pengaman utama sistem, melindungi rangkaian dari arus berlebih yang berpotensi menyebabkan kerusakan dan mencegah terjadinya hubung singkat yang dapat merusak komponen sensitif lainnya (Triyoga et al., 2023). Baterai dengan kapasitas 12V 12Ah digunakan sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya, sehingga TTG Smart Door

Lock dapat tetap beroperasi bahkan ketika panel surya tidak menghasilkan energi listrik, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Sistem Smart Door Lock ini dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai otak pengendali dan terintegrasi dengan solenoid serta sensor pintu, memungkinkan implementasi sistem keamanan dan monitoring yang canggih (Wilana et al., 2024). Mikrokontroler ini memberikan kontrol yang lebih baik terhadap akses pintu dan meningkatkan keamanan lingkungan.

Diagram rangkaian wiring keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 4, yang menunjukkan bagaimana tiap komponen saling terhubung dalam rangkaian. Adapun proses Instalasi Panel Box Kontrol yang merupakan bagian dari sistem ini, dapat dilihat pada Gambar 5, yang menggambarkan langkah-langkah pemasangan dan orientasi panel untuk optimalisasi pengisian daya.



Gambar 4. Wiring diagram

Panel Box Kontrol



SCC pengontrol

MCB DC 10A

Baterai 12V 12Ah

Gambar 5. Proses Instalasi Panel Box Kontrol**c) Pemasangan Rangka Panel Surya**

Rangka penopang panel surya terbuat dari galvalum kanal C sepanjang 1 meter yang dipasang secara kokoh untuk menambah kekuatanudukan panel surya. Panel surya Sunasia 50Wp dipasang dengan kemiringan optimal untuk mendapatkan paparan sinar matahari maksimal yang dapat di lihat pada gambar 6. Panel box ditempatkan di dekat pintu untuk memudahkan akses ke komponen kontroler yang terdiri dari solar charge controller, baterai 12V 12Ah, dan rangkaian Smart Door Lock. Rangkaian Smart Door Lock yang terdiri dari ESP32, solenoid, dan sensor pintu dipasang terintegrasi dengan panel box untuk sistem keamanan dan monitoring.

Rangka Panel
Surya

Panel Surya

Gambar 6. Proses Pemasangan Rangka Panel Surya**d) Finishing**

Langkah terakhir dalam membuat alat adalah finishing. TTG perlu difinishing agar terlihat rapi dan menarik. Gambar 7 ini menunjukkan TTG dalam penampilan akhirnya.



Gambar 7. Hasil Akhir Rangka Panel Surya

2. Uji Coba Alat

a) Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan di Bengkel Cahya yang berlokasi di Universitas Negeri Malang. Percobaan dilakukan selama beberapa hari pada tanggal 20-22 Juni 2024 dengan berbagai kondisi pengujian sistem. Proses pengujian meliputi uji fungsional Smart Door Lock menggunakan kartu RFID, pengujian sistem monitoring melalui aplikasi IoT, dan pengujian kinerja sumber daya panel surya. Rangkaian kegiatan pengujian dapat dilihat pada gambar 8 yang menunjukkan pengujian akses RFID dan menunjukkan pengujian monitoring sistem, dan gambar 9 yang menunjukkan Monitoring kinerja panel surya. Hasil data pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 1 pada tabel 2 menunjukkan pengujian sistem IoT.

Tabel 1. Percobaan hari pertama

Jam	<i>Photovoltaic</i>		Baterai		Keterangan Cuaca
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan(V)	Arus (A)	
09.30	12.42	8.05	12.15	1.65	Cerah
10.00	12.35	8.12	12.1	1.76	Cerah
10.30	12.28	8.22	12.04	1.52	Cerah
11.00	12.21	7.95	12.01	1.84	Cerah
11.30	11,95	1,25	12,05	6,15	Mendung
12.00	11,96	1,3	12,08	6,22	Mendung
12.30	11,98	1,34	12,1	6,29	Mendung
13.00	12,06	1,46	12,1	6,35	Mendung
13.30	12,1	1,73	12,3	6,68	Mendung

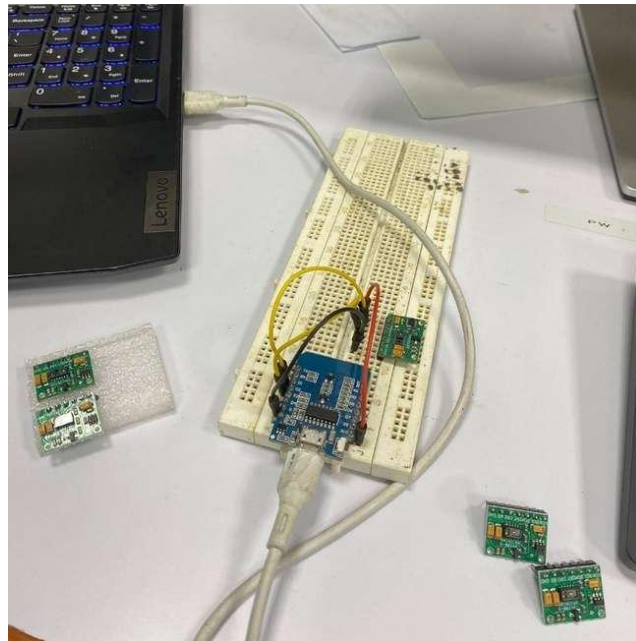
14.00	13.07	5.2	12.3	4.4	Cerah
14.30	12.07	3.2	12.13	5.3	Cerah
15.00	11.94	1.32	12.03	5.6	Cerah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem panel surya bekerja optimal pada kondisi cerah di pagi hari dengan tegangan 12.21-12.42V dan arus 7.95-8.22A, mengalami penurunan saat mendung dengan tegangan 11.95-12.1V dan arus 1.25-1.73A, namun tetap mampu mengisi baterai secara stabil dengan tegangan 12.01-12.3V dan arus pengisian yang berfluktuasi antara 1.52-6.68A sesuai kondisi cuaca, sehingga membuktikan bahwa sistem sumber daya panel surya yang dirancang dapat diandalkan untuk mencatu daya Smart Door Lock dalam berbagai kondisi cuaca.

Tabel 2. Percobaan hari kedua

No	Parameter	Kondisi	Status	Delay (detik)	Keterangan
1	Notifikasi Akses RFID	Kartu Valid	Berhasil	0.8	Notifikasi masuk ke aplikasi
		Kartu Invalid	Berhasil	0.7	Notifikasi peringatan masuk
2	Status Pintu	Terbuka	Berhasil	1.2	Status realtime di aplikasi
		Tertutup	Berhasil	1.0	Status <i>realtime</i> di aplikasi
3	Kontrol Jarak Jauh	Buka Pintu	Berhasil	1.5	Dapat dikontrol via aplikasi
		Kunci Pintu	Berhasil	1.3	Dapat dikontrol via aplikasi
4	Log Akses	Riwayat Masuk	Berhasil	1.0	Tersimpan di database
		Riwayat Keluar	Berhasil	1.0	Tersimpan di database

Berdasarkan hasil pengujian sistem IoT Smart Door Lock yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan notifikasi ketika terjadi akses masuk menggunakan kartu RFID dengan delay 0.8 detik untuk kartu valid dan 0.7 detik untuk kartu invalid, status pintu dapat dipantau secara realtime dengan delay respon 1.0-1.2 detik, kontrol jarak jauh untuk membuka dan mengunci pintu dapat dilakukan melalui aplikasi dengan delay 1.3-1.5 detik, serta riwayat akses masuk dan keluar pengguna laboratorium tersimpan dengan baik pada database dengan delay 1.0 detik, sehingga membuktikan bahwa sistem Smart Door Lock berbasis IoT yang dirancang dapat mendukung kebutuhan monitoring dan kontrol keamanan Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung.



Gambar 8. Pengujian Akses RFID



Gambar 9. Monitoring Kinerja Panel Surya

3. Pengujian Alat Pada Lokasi Mitra

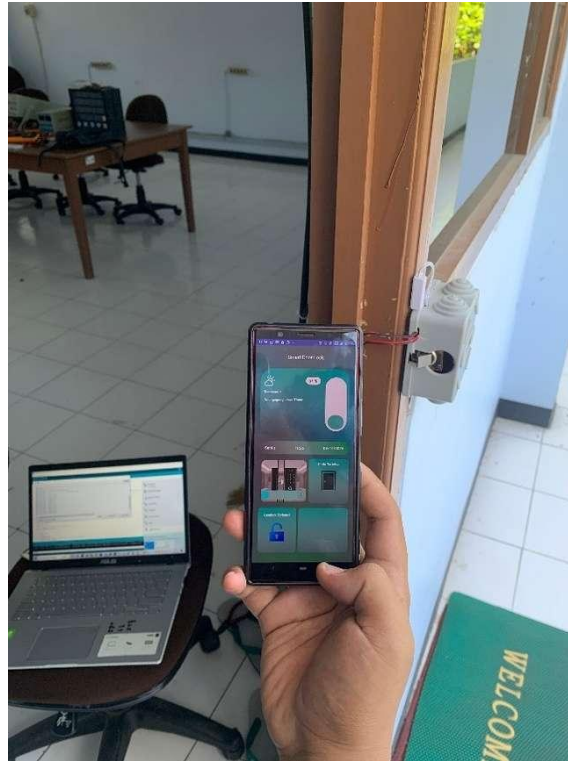
Tahap pengujian akhir dilakukan di lokasi mitra yaitu Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung yang dilaksanakan pada tanggal 26 Juni 2024, pengambilan data dilakukan mulai pukul 09.30 hingga pukul 14.00 dengan kondisi cuaca cerah. Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data kinerja sistem sumber daya panel surya dalam mencatu Smart Door Lock. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3. Dokumentasi proses pengambilan data dapat dilihat pada gambar 10 yang menunjukkan pengukuran parameter monitoring sistem melalui aplikasi IoT.

**Tabel 3. Hasil
pada lokasi**

Jam	<i>Photovoltaic</i>		Baterai		Keterangan Cuaca
	Tegangan(V)	Arus (A)	Tegangan(V)	Arus (A)	
09.30	12.88	8.35	12.45	1.98	Cerah
10.00	12.65	8.45	12.38	2.02	Cerah
10.30	12.55	8.55	12.35	1.85	Cerah
11.00	12.52	8.25	12.32	2.12	Cerah
11.30	12.62	8.15	12.48	2.15	Cerah
12.00	12.55	8.12	12.42	2.08	Cerah
12.30	12.48	8.28	12.42	2.02	Cerah
13.00	12.45	8.35	12.62	1.98	Cerah
13.30	12.38	8.45	12.45	1.92	Cerah
14.00	12.38	8.38	12.42	1.98	Cerah

**percobaan
mitra**

Berdasarkan hasil pengujian kinerja sistem sumber daya yang dilakukan pada kondisi cuaca cerah antara pukul 09:30-14:00, menunjukkan bahwa panel surya dapat menghasilkan tegangan yang stabil antara 12.38-12.88V dengan arus yang konsisten berkisar 8.12-8.55A, sementara baterai berhasil mempertahankan tegangan kerja antara 12.32-12.62V dengan arus pengisian yang relatif stabil pada rentang 1.85-2.15A, sehingga membuktikan bahwa sistem sumber daya panel surya yang dirancang dapat bekerja optimal dalam mencatu daya Smart Door Lock pada kondisi cuaca cerah.



Gambar 10. Monitoring kinerja Smart Door Lock

4. Dampak pemasangan TTG

Pemasangan TTG Smart Door Lock berbasis RFID dan IoT dengan sumber daya panel surya terbukti dapat membantu meningkatkan sistem keamanan dan monitoring akses Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung. Setelah serangkaian kegiatan instalasi dan pengujian selesai kemudian dilanjutkan dengan acara serah terima. Acara ini diadakan secara resmi dan seremonial, berlangsung di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung pada tanggal 27 Juni 2024. Acara dimulai pukul 09.00 WIB dengan pemeriksaan kehadiran peserta dan panitia. Dalam acara ini, dilakukan serah terima TTG Smart Door Lock secara simbolis kepada kepala laboratorium selaku mitra pengabdian terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Serah terima TTG

Kesimpulan

Implementasi sistem pintu akses otomatis berbasis RFID dan IoT dengan sumber energi panel surya di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tulungagung telah berhasil meningkatkan aspek keamanan melalui pembatasan akses menggunakan kartu RFID tervalidasi, memudahkan pemantauan aktivitas keluar-masuk secara real-time dengan delay respons yang minimal (0.7-1.5 detik), serta mendukung efisiensi energi dan visi smart campus melalui pemanfaatan panel surya yang menunjukkan performa stabil (tegangan 12.38-12.88V dan arus 8.12-8.55A), di mana keseluruhan sistem telah berhasil ditransfer kepada mitra melalui serangkaian instalasi, pelatihan, dan serah terima teknologi yang terdokumentasi dengan baik.

Ucapan terima kasih

Pengabdian ini didanai oleh Internal UM pada tahun 2024 dengan jumlah Rp. 11.000.000,- (sebelas juta rupiah) berdasarkan kontrak nomor 4.4.1317/UN32.14.1/PM/2024. Pendanaan tersebut sangat mendukung pelaksanaan pengabdian sehingga dapat terlaksana dengan sukses dan lancar.

Daftar Pustaka

- Husni, M. F., & Elfizon, E. (2022). Rancang Bangun Pengaman Brankas Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification), Pin Dan GPS Berbasis Arduino Mega dan Internet Of Things (Iot). *Ranah Research Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(2), 140–149. <https://doi.org/10.38035/rrj.v4i2.446>
- Implementasi Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Penggerak Pompa Air Pada Pertanian Aquaponik- Sistem Informasi Polije Repository Asset (SIPORA). (n.d.). <https://sipora.polije.ac.id/id/eprint/27164>
- Muñiz, R., Del Coso, R., Nuño, F., Villegas, P. J., Álvarez, D., & Martínez, J. A. (2024). Solar-Powered Smart Buildings: Integrated Energy Management Solution for IoT-Enabled Sustainability. *Electronics*, 13(2), 317. <https://doi.org/10.3390/electronics13020317>

- Nehru, M. J. A., Alfaresi, B., & Ardianto, F. (2021). Analisa Performansi Photovoltaic 200 WP dan Pompa Air Dc pada Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3), 1197. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i3.1637>
- Prity, S. A., Afrose, J., & Hasan, Md. M. (2021). RFID Based Smart Door Lock Security System. *American Journal of Sciences and Engineering Research*, 4(3), 162–165. <https://www.iarjournals.com>
- Surono, Ma'ruf, K., Darmono, Fadlullah, Y. A., & Setiyawan, B. P. (2023). SMART FARMING RANCANG BANGUN PERTANIAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS SEBAGAI MENUNJANG KETAHANAN PANGAN. In *Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta (Vol. 01, Issue 02, pp. 374–379)*.
- Triyoga, W., Suryo, Y. A., & Astutik, R. P. (2023). Rancang Sistem Keamanan Pada Laboratorium Berbasis Internet Of Things Menggunakan Rowl Sebagai Pendeteksi Gerakan. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(6), 1593–1606. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i6.381>
- Wilana, A. O., Koesmarijianto, Mas'udia, P. E., Digital Telecommunication Network Study Program, Departement of Electrical Engineering, State Polytechnic of Malang, Indonesia, & Telecommunication Engineering Network Study Program, Departement of Electrical Engineering, State Polytechnic of Malang, Indonesia. (2024). Design of Smart Door Lock System Based on VLC and Fire Monitoring in Space (Case Study: Chemical Laboratory of SMAN 1 Pacet). *Journal of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, 14(1), 65–66.