

## **Integrasi Sistem Kendali Beban Listrik dan Absensi Berbasis RFID untuk Efisiensi Energi di Lingkungan Perguruan Tinggi.**

**Oktrison<sup>1\*</sup>, Ade Chairullah<sup>2</sup>, Ester Edwar<sup>3</sup>, Erwin Sipahutar<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan, Politeknik ATI Padang

<sup>3</sup>Program Studi Manajemen Logistik Industri Agro, Politeknik ATI Padang

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Padang

\*Corresponding Author e-mail: oktrison88@gmail.com

**Abstract:** *Electricity constitutes a fundamental and indispensable resource within higher education institutions, as a substantial majority of both academic and administrative operations are profoundly dependent on electrical energy. Given the persistent escalation in electricity tariffs and the increasing proliferation of electrical devices, there exists a pressing necessity for technological innovations that facilitate energy conservation and enhanced efficiency. This research endeavor seeks to devise and implement a system that fosters optimal electricity utilization by amalgamating RFID-based technology with an automated attendance detection framework. The system functions autonomously by documenting attendance through the identification embedded in the national e-KTP chip, which concurrently unlocks the classroom door and activates electrical devices such as illumination, air conditioning units, and projectors. The findings of the research demonstrate a 100% efficacy in device functionality and an approximate annual electricity conservation of IDR 3,000,000 per room. This system represents a promising technological advancement for improving energy efficiency while simultaneously contributing to the digital metamorphosis of academic services within universities.*

**Keywords:** *RFID, energy efficiency, automated attendance, smart classroom, electricity savings.*

**Abstrack:** Energi listrik merupakan salah satu komponen vital dalam operasional perguruan tinggi. Hampir segala kegiatan menggunakan energi listrik. Seiring dengan tarif energi listrik yang mengalami kenaikan terus dan banyaknya peralatan listrik menuntut adanya teknologi yang dapat digunakan untuk penghematan dan efisiensi pemakaian energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan teknologi yang dapat digunakan untuk mengontrol penggunaan energi listrik, dengan menggunakan teknologi berbasis RFID sekaligus sebagai deteksi kehadiran secara otomatis. Sistem ini bekerja secara otomatis dimana pencatatan kehadiran menggunakan ID yang ada pada chip KTP yang secara bersamaan juga akan membuka pintu serta mengaktifkan peralatan listrik yang ada di ruangan seperti lampu, AC, Proyektor. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan performa peralatan adalah 100% dan potensi penghematan energi listrik adalah sebesar Rp. 3 juta per tahun untuk satu ruangan. Sistem ini dapat memberikan alternatif teknologi untuk efisiensi pemakaian energi listrik pada perguruan tinggi sekaligus digitalisasi pada layanan akademik.

**Kata Kunci:** RFID, efisiensi energi, absensi otomatis, smart classroom, penghematan energi listrik

### **Pendahuluan**

Saat ini masalah energi telah menjadi salah satu yang utama dan menjadi perhatian yang sangat serius, dimana Indonesia peningkatan pemakaian energi listrik di Indonesia meningkat sebesar 16% tiap tahun dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2020 dan diperkirakan mencapai 80% di tahun 2030. Setiap hari kebutuhan akan energi semakin meningkat terutama untuk penerangan, pendinginan, pemanas dan peralatan elektronik. Hal ini tak lepas dari semakin bertambahnya jumlah bangunan dan gedung yang membutuhkan energi sebagai penunjang utamanya. (Paiboonsin et al., 2023; Sajida, 2022)

Salah satu yang menjadi penyumbang pemakaian energi terbesar adalah gedung pendidikan diluar pabrik dan industri (Armanda & Abdul, 2023), sehingga faktor energi menjadikan penyumbang sebahagian besar dari biaya operasional. Pada penelitian ini difokuskan di perguruan tinggi yang menganalisa tentang pemborosan dan efisiensi



energi listrik yang terjadi di gedung-gedung pendidikan terutama ruang kelas sekaligus meneliti tentang metode absensi untuk pengajaran. Di perguruan tinggi pemborosan energi listrik banyak terjadi terutama di gedung perkuliahan khususnya di dalam kelas (Armanda & Abdul, 2023). Telah menjadi rutinitas petugas piket atau program studi untuk menghidupkan peralatan listrik sebagai persiapan perkuliahan seperti lampu penerangan, proyektor dan AC. Tetapi pada realita di lapangan setelah selesai perkuliahan banyak lupa atau tidak mematikan peralatan listrik sehingga peralatan tersebut tetap hidup menjelang pemakaian kelas untuk perkuliahan selanjutnya. Jika selanjutnya tidak ada aktifitas perkuliahan di kelas tersebut, otomatis peralatan tersebut akan tetap hidup sampai sore menjelang dimatikan kembali oleh petugas diwaktu jam pulang. (Daniel Tetteh, 2023; Lee et al., 2022)

Dilihat dari banyaknya kelas yang ada maka hal ini menyebabkan jumlah energi listrik yang terbuang sia-sia akan semakin banyak. Hal ini menyebabkan pembengkakan pembayaran tagihan listrik disetiap bulannya. Sehingga tiap bulan harus dialokasikan dana yang besar untuk membayar tagihan tersebut. Untuk itu sangat diperlukan sekali solusi dan penerapan teknologi untuk mengurangi jumlah energi listrik yang digunakan secara signifikan. (Mathew et al., 2020; Pujani et al., 2020a; Ramallo-González et al., 2022)

Pada penelitian sebelumnya penghematan energi dilakukan dengan memberikan edukasi kepada masyarakat melalui aplikasi interaktif berupa *game* (Dahroni et al., 2019). Dengan aplikasi ini masyarakat dapat mengetahui edukasi tentang budaya hemat listrik dan juga pemilihan perangkat listrik yang lebih hemat energi, sehingga masyarakat dapat lebih peduli dan lebih cermat dalam penggunaan energi listrik.

Acuan untuk pemakaian energi listrik apakah terjadi pemborosan atau tidak bisa dianalisa dengan perhitungan menggunakan standar IKE (Intensitas Konsumsi Energi). Apabila dengan penghitungan IKE suatu gedung atau ruangan masuk kedalam kelompok yang boros energi maka dapat dilakukan solusi penghematan energi menggunakan sensor dan perangkat yang akan mematikan listrik jika tidak ada pemakaian disana. (Pan et al., 2013; Pujani et al., 2020b)

Untuk penghematan energi listrik yang dipakai oleh AC (air conditioner) dapat dilakukan dengan menggunakan sistem kontrol SELACTION (*safety* energi listrik *air* conditioner). Dengan pemasangan sensor PIR (pasive infrared receiver) akan mendeteksi keberadaan orang disekitarnya, jika tidak ada lagi orang di dalam ruangan tersebut maka sensor akan mengirimkan sinyal ke kontroler untuk mematikan AC melewati perangkat pemutus arus, sehingga AC akan mati dan menyebabkan penghematan energi listrik. (Joel Panjaitan, S.T., 2019; Khamdilah, 2021; Li et al., 2020; Tiara, 2017a).

Penelitian yang dilakukan (Kartikasari et al., 2018) adalah dengan melakukan simulasi langkah-langkah efisiensi penghematan energi dengan aplikasi EDGE (Excellent Design Greater Efficiency). Dari 31 langkah yang dapat dilakukan untuk penghematan energi, didapatkan 9 langkah yang penghematan energinya lebih signifikan. Sehingga jika 9 langkah tersebut diterapkan maka pemakaian energi listrik akan lebih efisien dan juga terjadi penghematan.

Untuk sistem absensi juga telah banyak dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh (Mahesh et al., 2016) tentang penggunaan smart phone oleh siswa di dalam kelas sebagai suatu metode pembelajaran. Sebuah aplikasi dipasang di dalam *hand phone* siswa, aplikasi akan memblokir semua aplikasi

lain selama perkuliahan, sehingga guru dapat membagikan beberapa materi secara online dan juga sebagai simulasi materi pembelajaran. Untuk absensi juga sudah terdapat didalam aplikasi tersebut yang disediakan melalui menu *photo selfie*. Segala aktifitas kegiatan mahasiswa melalui aplikasi ini akan terekam kedalam server kampus.

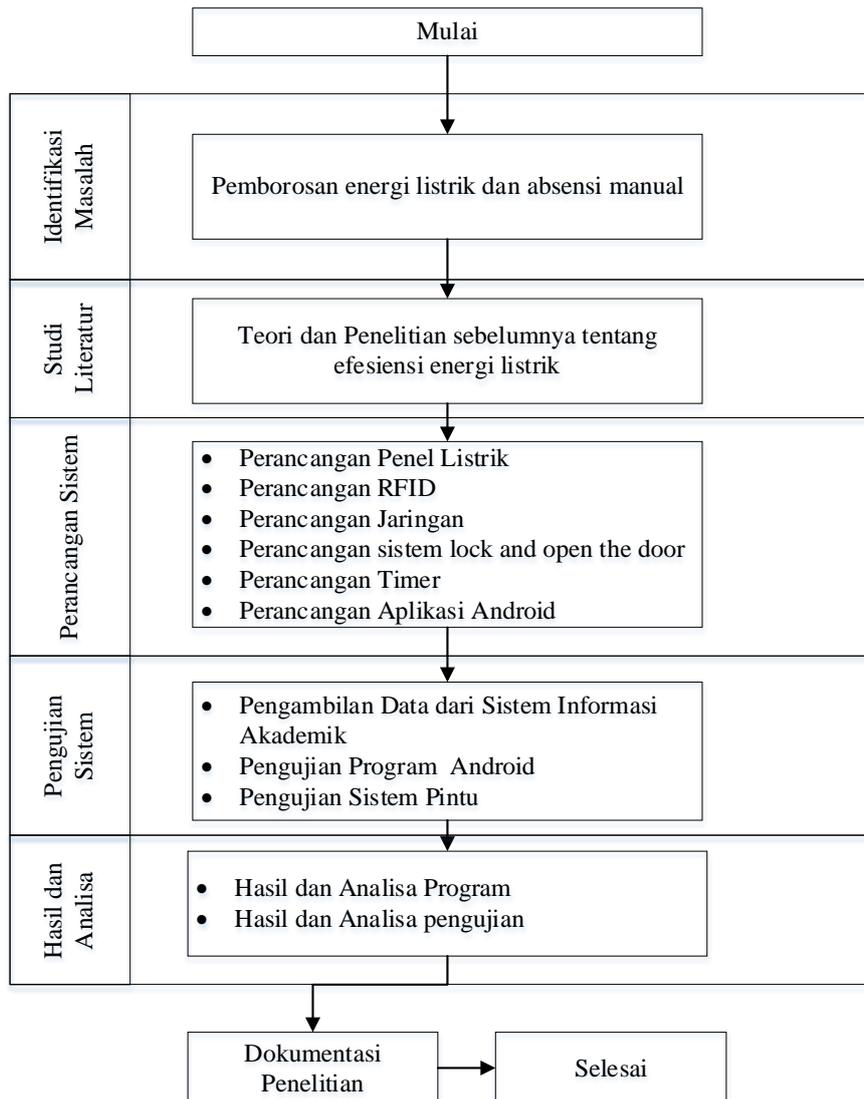
Kebutuhan akan pencatatan yang tersistem dan handal sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi pencatatan kehadiran secara manual yang sangat rentan terhadap human error juga banyaknya celah manipulasi. Penggunaan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan IoT telah banyak diterapkan untuk sensor absensi (Saxena et al., 2018). Saat dosen men-tag RFID maka pembaca RFID akan membaca identitas (ID) dosen dan mengirimkan ke komputer server. Pembacaan data ini juga berlaku untuk peserta didik, saat men-tag RFID maka data yang merupakan kehadiran juga akan tercatat di komputer server. (Farag & Aboueila, 2022)(Renaldo et al., 2021)(Tiara, 2017b)

Selanjutnya sebuah *smart bench* dikembangkan di dalam sebuah ruang kelas yang dapat menjadi sebuah bagian dari *smart classroom*. Dengan sistem ini siswa akan dengan mudah membuat catatan melalui perangkat layar sentuh dengan pena stylus. Catatan siswa tersebut akan tersimpan di dalam sebuah server kampus dan menjadi catatan pribadi masing-masing siswa. Untuk keamanan datanya digunakan RFID sistem dan juga sistem akses manajemen. (Bajaj et al., 2018)(Zhao et al., 2022)

Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk mengurangi pemborosan energi listrik, dari penelitian tersebut pada prinsipnya menitik beratkan hanya kepada efisiensi dan penghematan energi listrik. Hal inilah yang menarik penulis untuk melakukan penelitian dengan kebaruan selain penghematan energi juga terintegrasi langsung dengan absensi perkuliahan menggunakan teknologi RFID. Dengan teknologi RFID ini, setiap mahasiswa diharapkan tidak perlu lagi untuk menandatangani form absensi karena data kehadirannya akan teridentifikasi secara otomatis oleh reader RFID dan tersimpan didalam *database* server. Selain itu *reader* RFID ini juga akan dihubungkan dengan *relay* dan kontaktor yang akan menghidupkan dan memutuskan hubungan listrik pada peralatan yang ada pada suatu ruangan atau kelas. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan menjadi media pendukung dalam kelancaran proses perkuliahan dan ikut serta dalam kegiatan efisiensi energi listrik di Perguruan Tinggi

## **Metode Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah tergolong penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Pada penelitian ini dirancang dan dianalisa penerapan absensi secara menempelkan kartu KTP dan penerapan penghematan energi listrik berbasis RFID. Secara garis besar alur penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Alur Penelitian

Perancangan absensi perkuliahan memakai alat baca ID Web Pass Reader yang menggunakan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). Alat ini digunakan untuk sistem otomatisasi peralatan listrik untuk ruang kuliah dan juga sebagai sistem absensi mahasiswa. Cara kerja alat ini adalah dengan membaca ID yang ada pada KTP dan mengirimkannya ke server melalui koneksi LAN, serta dapat menghidupkan dan mematikan peralatan listrik yang ada di dalam ruangan kelas seperti AC, lampu dan proyektor. Sistem absensi berbasis *smart card* ini berguna untuk mendata mahasiswa yang hadir dalam ruangan kuliah dan juga menjadi sistem absensi secara otomatis.



Gambar 2.2 Web Pass Reader

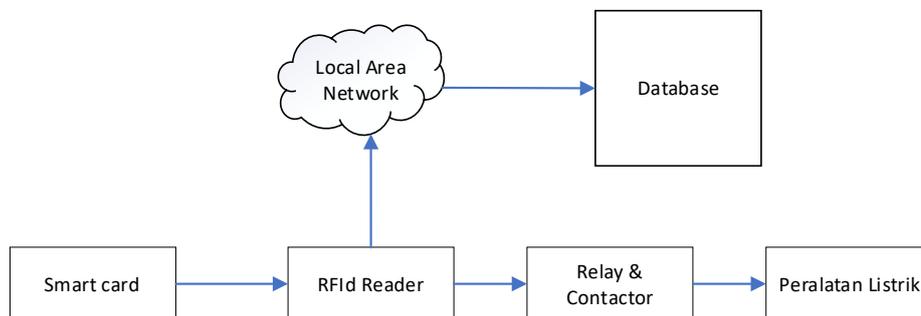
Web pass reader ini membaca *input* dari *smartcard* berupa KTP yang mempunyai ID didalam chip nya. Sedangkan untuk outputnya berupa relay DC yang berfungsi untuk memutus dan menyambungkan arus dan akan bekerja jika ID yang telah didaftarkan oleh admin di server cocok dengan ID KTP yang ditempelkan ke alat ini. Relay web pass reader ini dihubungkan dengan magnetik lock door untuk membuka pintu dan relay AC yang berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan arus pada kontaktor 3 fasa, kontaktor 3 fasa ini berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik untuk peralatan listrik yang ada di dalam ruangan perkuliahan.



Gambar 2.3 Relay Listrik

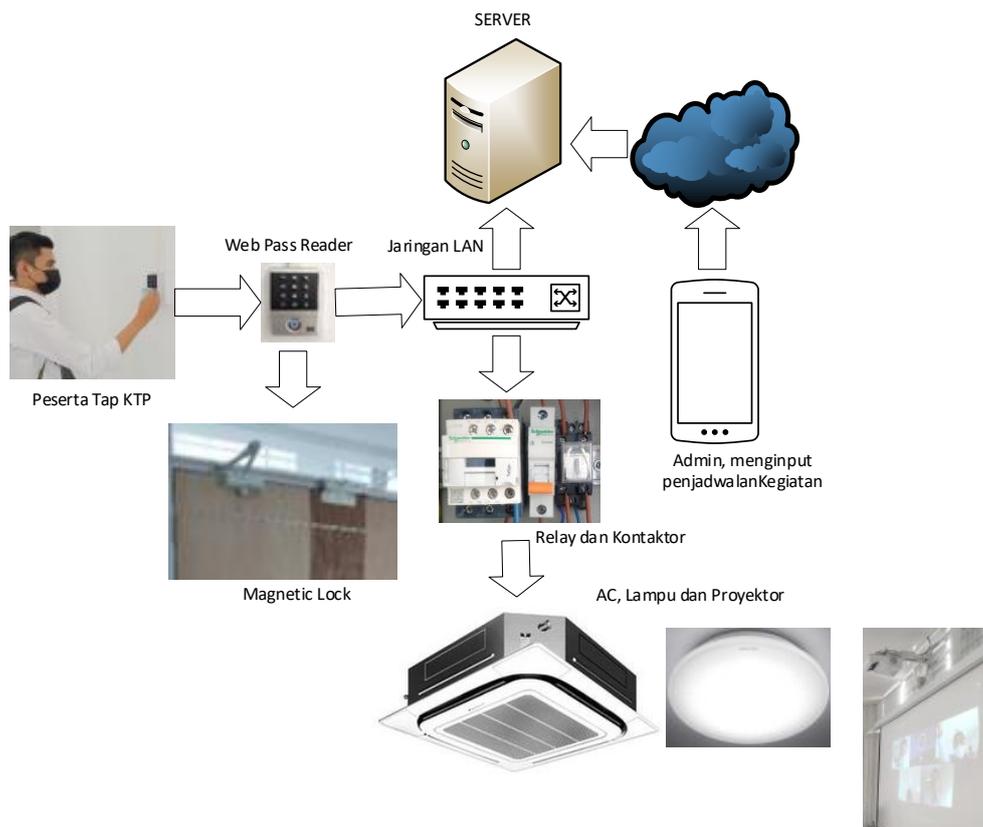


Gambar 2.4 Kontaktor Listrik



Gambar 2.5 Alur Kerja Sistem

Alur sistem dimulai dengan admin menginputkan jadwal untuk kegiatan melalui aplikasi android, sehingga jadwal akan tercatat dalam sistem. Sistem akan mengondisikan hidup peralatan listrik berupa AC, lampu dan proyektor sesuai jadwal yang ditentukan. Kemudian saat jadwal yang telah ditentukan peserta masuk ke ruangan dengan menempelkan kartu KTP pada web pass reader, dimana data peserta akan masuk langsung ke absensi di sistem dan magnetic lock akan terbuka, sehingga peserta bisa masuk ke ruangan seperti tergambar pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Alur Sistem Keseluruhan

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Performa dan Pengujian Sistem Pembacaan RFID

Proses awal yang dilakukan untuk pengujian sistem pada penelitian ini adalah dengan melakukan perekaman masing-masing KTP seluruh pegawai ke dalam database server. Masing-masing ID KTP setiap pegawai akan tercatat ke dalam server sistem informasi akademik dimana ID masing-masing pegawai tidak akan sama dan akan berbeda untuk masing-masing pegawai sehingga tidak ada data yang double terekam. Setelah dilakukan perekaman ID maka dilakukan pengujian dengan menempelkan KTP pada web pass reader, jika ID telah terekam maka lampu akan berwarna biru dengan bunyi bib satu kali. Sedangkan jika ID belum terekam maka lampu webpass reader akan menyala merah dengan bunyi bib yang panjang. [Spesifikasi pabrikan alat web pass reader yang dipakai memiliki jarak baca hingga 5 cm, sehingga dalam pengujian ini pengguna tidak perlu menempel kartu KTP dengan keras ke reader, juga dengan adanya notifikasi lampu indikator dan bunyi maka proses penempelan kartu berjalan dengan cepat dan meminimalisir antrian peserta.](#)

[Aliran proses pengiriman data dan konfirmasi kesesuaian ID yang terbaca oleh web pass reader dengan data yang telah terekam di server, melewati jaringan lokal \(LAN\) yang secara umum sudah banyak dipergunakan oleh berbagai institusi termasuk perguruan tinggi. Hal ini berkontribusi meningkatkan kestabilan sistem dan menghindari berbagai gangguan dan interferensi sinyal dari luar.](#)

Untuk keamanan data setiap ID pengguna sebelum tersimpan di server dilakukan enkripsi data, dan otorisasinya user juga dibuat secara hirarki, dimana ada super admin, admin yang bertugas untuk merekam data ID ke server serta dosen, pegawai atau mahasiswa sebagai user atau pengguna akhir.

Tabel 3.1 Perbandingan Jumlah ID Terekam dengan Pembacaan oleh RFID

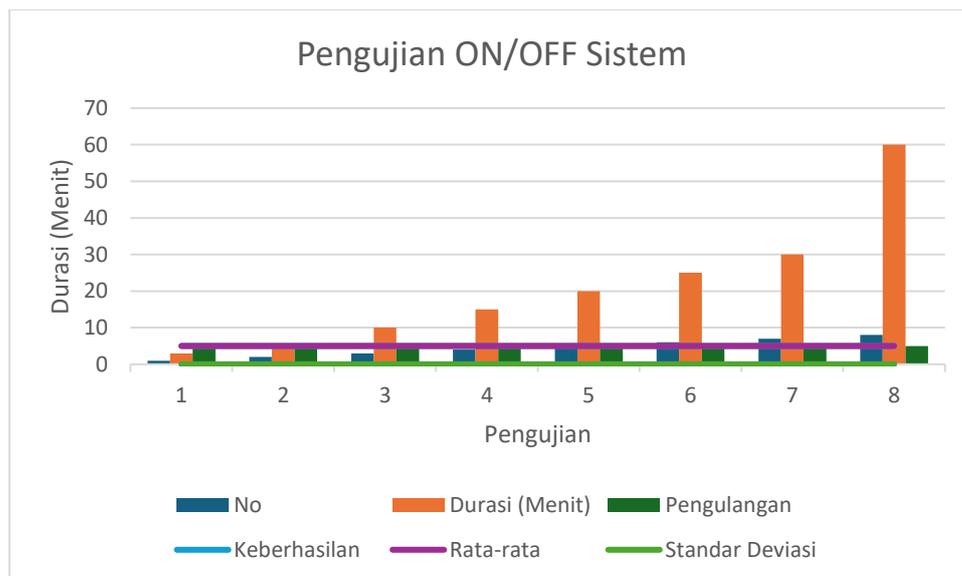
No	Data Input	Perekaman Data	Pembacaan Webpass Reader	Rata-rata Keberhasilan	Standar Deviasi
1	PNS	100	100	100	0
2	Non PNS	36	36	36	0

Dari tabel 3.1 dapat dilihat dilihat performa dari pembacaan kartu oleh web pass reader dimana dari 100 jumlah kartu KTP Pegawai yang telah direkam ke database database dapat dibaca sebanyak 100 kartu, dan untuk 36 data non PNS yang terekam di database web pass reader dapat membaca 36 kartu KTP tersebut, sehingga performa dari pembacaan webpass reader ini adalah 100%.

## 2. Evaluasi Kinerja Sistem Peralatan Kelistrikan

Untuk pengujian sistem ON/OFF peralatan listrik berupa Air Conditioner 2 PK sebanyak 2 unit serta peralatan penerangan berupa lampu sebanyak 20 unit dilakukan dengan berbagai durasi mulai dari 3 menit sampai dengan 60 menit. Pengujian ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak 5 kali untuk tiap-tiap interfal waktu, kemudian hasilnya dicatat serta dianalisa faktor keberhasilannya.

Gambar 3.1 Terlihat hasil dan standar deviasi pengujian sistem ON/OFF peralatan listrik dengan berbagai durasi dan pengulangan. Pada gambar terlihat rata-rata keberhasilan adalah 100% dan standar Deviasi sebesar 0.



Gambar 3.1 Pengujian ON/OFF Sistem

### 3. Evaluasi Konsistensi Sistem Buka/Tutup Pintu

Kinerja sistem buka/tutup pintu dengan magnetik lock diuji dengan melakukan pengetesan kunci dan buka melalui pengulangan sebanyak 50 kali pengulangan untuk masing-masing kondisi. Hasilnya dapat terlihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Hasil pengujian Open/Close Sistem

No	Kondisi	Pengulangan	Kodisi Magnetic Lock	Rata-rata	Standar Deviasi
1	Buka	50	50	50	0
2	Tutup	50	50	50	0

Dari Tabel 3.2 terlihat hasil dari 50 kali pengulangan untuk kondisi 50 kali buka maka magnetik lock akan buka sebanyak 50 kali dan untuk 50 kali tutup maka magnetic lock juga akan tutup sebanyak 50 kali dengan tingkat keberhasilan 100%.

### 4. Analisis Efisiensi Energi Listrik

Hasil efisiensi pemakaian arus listrik dengan menghitung durasi rata-rata pemakaian satu ruangan yaitu 3 kali dalam satu minggu sesuai dengan jadwal perkuliahan akademik. Analisa ini membandingkan pemakaian harian dimana listrik akan hidup sampai petugas mematikan di sore harinya dibandingkan dengan pemakaian sistem ini yang otomatis akan mati dengan sendirinya setelah pemakaian ruangan selesai. Untuk biaya /KWh didapatkan dari harga listrik PLN Hal ini tergambar dari Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Hasil Efisiensi Pemakaian Arus Listrik

No	Durasi	Beban (Watt)	TDL PLN (Rp/KWH)	Pemakaian Tanpa Sistem (Jam)	Pemakaian Dengan Sistem (Jam)	Selisih	Penghematan (Rp)
1	Hari	5000	1444,7	8	5	3	21.705
2	Minggu	5000	1444,7	24	15	9	65.115
3	Bulan	5000	1444,7	96	60	36	260.460
4	Tahun	5000	1444,7	1152	720	432	3.125.520

ari tabel diatas terlihat bahwa untuk pemakaian satu ruangan dalam 1 hari terjadi penghematan listrik sebesar Rp. 21.705,- Rupiah. Dan jika di akumulasikan untuk 1 tahun pemakaian, maka terjadi penghematan energi listrik sebesar Rp.3.125.520,- . Untuk perguruan tinggi yang memiliki banyak ruangan kelas untuk perkuliahan, jika dikalikan dengan penghematan 1 ruangan yang didapat ini , maka penghematan pemakaian energi listrik akan sangat signifikan.

### Kesimpulan

Dari perancangan sistem dan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan Integrasi Sistem Kendali Beban Listrik Berbasis RFID dan absensi untuk efisiensi energi di lingkungan perguruan tinggi telah berhasil di rancang dan sekaligus di

implementasikan. Dari hasil pengujian yang dilakukan juga menggambarkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik dan optimal.

Pengujian terhadap pembacaan RFID mendapatkan performa yang handal dan 100% berhasil. Selain faktor sistem yang dirancang dan di implementasikan faktor pendukung lain karena peralatan yang digunakan memiliki standar dan kualitas tinggi seperti alat sensor RFID dan juga untuk ID menggunakan ID KTP dimana KTP merupakan kartu yang digunakan oleh seluruh masyarakat Indonesia yang sudah terjamin keakuratan dan kehandalan chipnya sehingga dapat dengan mudah terbaca oleh sensor RFID.

Evaluasi Pengujian buka/tutup sistem pada pintu mendapatkan hasil pengujian 100% keberhasilannya dan untuk efisiensi energi listrik yang dihasilkan dari penelitian ini untuk satu ruangan adalah Rp. 3.125.520,-. Dan akan berdampak besar jika diaplikasikan di sebuah perguruan tinggi. [Dengan potensi penghematan yang dihasilkan tersebut, implementasi sistem ini dapat memberikan dampak efisiensi yang cukup besar pada biaya operasional, terutama jika diterapkan secara menyeluruh di perguruan tinggi dengan jumlah ruangan kelas yang banyak. Sehingga sistem ini dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif untuk penghematan anggaran jangka panjang.](#)

## Referensi

- Bajaj, S., Kumbhakarn, S., & Bandekar, A. (2018). Smartbenches in Classroom. *Proceedings of the International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2018, Icirca*, 186–190. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA.2018.8597386>
- Dahroni, A., Putra, E., & Pratama, M. F. (2019). Perancangan Multimedia Interaktif Untuk Kampanye Penghematan Energi Listrik Rumah Tangga. In *Kilat* (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/10.33322/kilat.v8i1.364>
- Daniel Tetteh. (2023). Energy Waste in Public Universities: A Study on Alternative Energy and Best Practices. *International Journal of Innovative Research and Development*. <https://doi.org/10.24940/ijird/2023/v12/i3/mar23021>
- Armanda, R. M., & Abdul, Moh. (2023). Efisiensi Energi Pencahayaan Terhadap Manajemen Biaya Operasional Gedung. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1). <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v3i1.6609>
- Farag, W. A., & Abouelela, M. (2022). Low-Cost Active Monitoring of Attendance using Passive RFID Technology. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, 8(4), 552. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v8i4.25168>
- Joel Panjaitan, S.T., M. T. (2019). Rancang Bangun Genset Otomatis Menggunakan Kontaktor Dengan Tenaga Baterai 12 V, 50 Ah. *Perancangan Dan Pembuatan Penyemprot Hama Pada Tanaman Padi Secara Otomatis Dengan Informasi Sms Gateway Berbasis Arduino*, 1–12.
- Kartikasari, F. D., Tarigan, E., Fransiscus, Y., & Lidyawati, T. (2018). Energy Saving Measures and Potential of Energy Efficiency at the University of Surabaya, Based on EDGE Simulation. *Proceedings - 2018 5th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering, ICITACEE 2018*, 89–92. <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2018.8576925>
- Khamdilah, A. (2021). Peran Konsep Pembelajaran Wiring Diagram Kelistrikan Sebagai Pendekatan Dasar Terhadap Kemudahan Dalam Pemahaman Pembelajaran Programmable Logic Controllers (PLC). *Prosiding Seminar Nasional*, 3(1), 12–18.

<http://e-journal.akpelni.ac.id/index.php/prosiding-nsmis/article/view/178/190>  
<http://e-journal.akpelni.ac.id/index.php/prosiding-nsmis/article/view/178%0Ahttps://e-journal.akpelni.ac.id/index.php/prosiding-nsmis/article/download/178/190>

- Lee, S., Kim, J., & Jang, D. (2022). Analysis of Major Temporary Electrical Equipment Consumption and Usage Patterns in Educational Buildings: Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(17). <https://doi.org/10.3390/su141710783>
- Li, K., Zhao, C., Niu, F., Zheng, S., Duan, Y., Huang, S., & Wu, Y. (2020). Electrical performance degradation model and residual electrical life prediction for AC contactor. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, *10*(3), 400–417. <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2020.2966516>
- Mahesh, G., Jayahari, K. R., & Bijlani, K. (2016). A smart phone integrated smart classroom. *International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services, and Technologies*, 88–93. <https://doi.org/10.1109/NGMAST.2016.31>
- Mathew, A., Roy, A., & Mathew, J. (2020). Intelligent Residential Energy Management System Using Deep Reinforcement Learning. *IEEE Systems Journal*, *14*(4), 5362–5372. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.2996547>
- Paiboonsin, P., Oluleye, G., Yeganyan, R., Tan, N., Cannone, C., & Howells, M. (2023). *Pathways to clean energy transition in Indonesia's electricity sector with OSeMOSYS modelling (Open-Source Energy Modelling System)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2494918/v3>
- Pan, J., Chen, S., Jain, R., & Paul, S. (2013). Energy sensing and monitoring framework with an integrated communication backbone in the energy efficient intelligent buildings. *Applied Mechanics and Materials*, *303–306*, 1460–1464. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.303-306.1460>
- Pujani, V., Pawawoi, A., Akbar, F., Zuhaidi, & Nazir, R. (2020a). An electric energy reduction model for campus using the method of controlling energy consumptions. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 411–419. <https://doi.org/10.12720/sgce.9.2.411-419>
- Pujani, V., Pawawoi, A., Akbar, F., Zuhaidi, & Nazir, R. (2020b). An electric energy reduction model for campus using the method of controlling energy consumptions. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 411–419. <https://doi.org/10.12720/sgce.9.2.411-419>
- Ramallo-González, A. P., Bardaki, C., Kotsopoulos, D., Tomat, V., González Vidal, A., Fernandez Ruiz, P. J., & Skarmeta Gómez, A. (2022). Reducing Energy Consumption in the Workplace via IoT-Allowed Behavioural Change Interventions. *Buildings*, *12*(6). <https://doi.org/10.3390/buildings12060708>
- Renaldo, Aribowo, A., & Putra, A. S. (2021). Lecturer and Student Attendance System with RFID. *Journal of Physics: Conference Series*, *1858*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012063>
- Sajida. (2022). Mapping Trends of Literature in Energy Policy in Indonesia: A Bibliometric Analysis Sajida. *Policy & Governance Review* |, *6*, 17–39. <https://doi.org/10.30589/pgr>
- Saxena, A., Tyagi, M., & Singh, P. (2018). Digital Outing System Using RFID And Raspberry Pi With MQTT Protocol. *2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IoT-SIU.2018.8519923>
- Tiara. (2017a). Energi Listrik. *Universitas Pendidikan Ganesha*, *17*(1), 11–22.

Zhao, M., Zhao, G., & Qu, M. (2022). College Smart Classroom Attendance Management System Based on Internet of Things. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4953721>