

Implementasi *smart power control system* berbasis relay untuk meningkatkan durabilitas komponen pada perangkat *wifi coin*

Suci Mutiarani

Teknologi Informasii, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta
Email: mutiaranisuci58@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengimplementasikan *Smart Power Control System* berbasis relay untuk meningkatkan durabilitas komponen pada perangkat WiFi Coin. Tantangan utama dalam pengoperasian WiFi Coin adalah tidak adanya mekanisme kontrol daya yang efisien, menyebabkan komponen seperti coin acceptor dan LED tetap aktif meskipun tidak digunakan, sehingga mengakibatkan konsumsi energi berlebih dan potensi kerusakan dini. Sistem ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan modul relay untuk manajemen daya, coin acceptor untuk pemrosesan transaksi, dan LED RGB sebagai indikator status operasional. Metode *Participatory Action Research* (PAR) digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi masalah dan merancang solusi yang adaptif. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah peningkatan efisiensi energi melalui pengurangan konsumsi daya, peningkatan durabilitas komponen, serta stabilitas dan keandalan sistem dalam mengelola transaksi dan konektivitas jaringan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis untuk optimalisasi layanan internet berbasis pembayaran koin di area publik.

Kata Kunci: *Internet of Things; WiFi Coin; Sistem Pengendalian Daya; Relay; Durabilitas*

Implementation of A Relay-Based Smart Power Control System to Enhance Wifi Coin Durability

Abstract

This research implements a *Smart Power Control System* based on relays to enhance the durability of components in WiFi Coin devices. The main challenge in operating WiFi Coin is the absence of an efficient power control mechanism, causing components such as the coin acceptor and LED to remain active even when not in use. This leads to excessive energy consumption and potential premature damage. The system is developed using the NodeMCU ESP8266 microcontroller, integrated with a relay module for power management, a coin acceptor for transaction processing, and an RGB LED as an operational status indicator. The *Participatory Action Research* (PAR) method is employed in this study to identify issues and design adaptive solutions. The expected outcomes of this research include improved energy efficiency through reduced power consumption, increased component durability, and enhanced system stability and reliability in managing transactions and network connectivity. The implementation of this system is expected to provide a practical solution for optimizing coin-operated internet services in public areas.

Keywords: *Internet of Things; WiFi Coin; Power Control System; Relay; Durability*

1. Pendahuluan

Perkembangan Internet of Things (IoT) telah mentransformasi sistem akses internet berbasis pembayaran (Ahmad et al., 2021). WiFi Coin yang dikembangkan PT SaranaInsan MudaSelaras memungkinkan akses internet melalui pembayaran koin untuk area publik tanpa perlu berlangganan. Namun, implementasinya menghadapi tantangan konsumsi energi dan durabilitas komponen, dimana sistem belum memiliki mekanisme kontrol daya efisien sehingga coin acceptor dan LED tetap aktif saat tidak digunakan, menyebabkan pemborosan energi dan potensi kerusakan dini perangkat.

Konsumsi energi yang tidak terkendali pada perangkat IoT publik meningkatkan biaya operasional dan menurunkan keberlanjutan lingkungan. Optimalisasi IoT dalam pengelolaan energi meningkatkan efisiensi dan mendukung keberlanjutan (LogicLoom, 2023). Selain itu, durabilitas rendah pada komponen elektronik meningkatkan biaya perawatan. Strategi pengurangan konsumsi listrik melalui IoT efektif meningkatkan efisiensi dan durabilitas perangkat (Jurnal Angka, 2022).

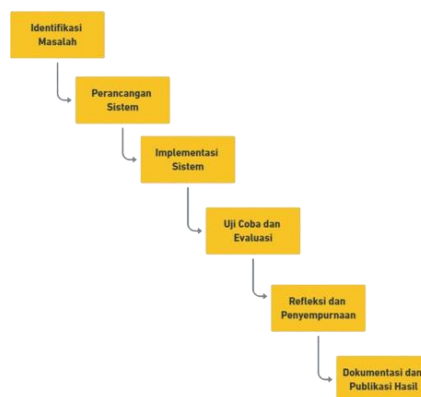
Kajian literatur menunjukkan sistem kontrol daya berbasis mikrokontroler dapat meningkatkan efisiensi energi 40% (Rahman et al., 2023), sementara penggunaan relay dalam sistem embedded memperpanjang durabilitas komponen hingga dua kali lipat (Wijaya et al., 2022). Perangkat IoT tanpa sistem pengelolaan daya adaptif cenderung berumur pendek (Setiawan et al., 2020). Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pengendalian daya cerdas berbasis relay untuk WiFi Coin yang mengintegrasikan relay untuk memutus dan menyambung aliran listrik berdasarkan pola operasional, sehingga mengurangi konsumsi energi tanpa mengganggu fungsi utama

Sistem pengendalian daya berbasis relay terbukti mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang masa pakai perangkat (Lestari & Mahendra, 2021). Metodologi penelitian meliputi analisis kebutuhan sistem untuk identifikasi pola penggunaan energi, sejalan dengan pentingnya pemantauan real-time (Sari et al., 2023). Sistem kontrol daya dengan algoritma adaptif dirancang menggunakan ESP32 (Pratama et al., 2024), dilanjutkan implementasi dan pengujian prototipe. Hasil penelitian diharapkan menjadi referensi pengembangan perangkat IoT yang lebih efisien, khususnya untuk sistem akses internet berbasis koin.

2. Metode

2.1. *Participatory Action Research (PAR)*

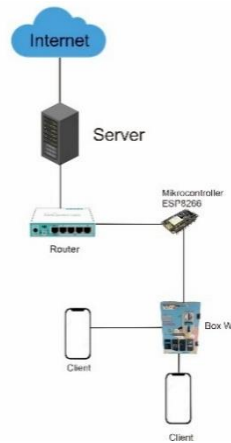
Penelitian ini menggunakan metode terapan dengan pendekatan *Participatory Action Research (PAR)* untuk mengembangkan sistem pengendalian daya cerdas berbasis relay pada WiFi Coin. Studi dilakukan di PT. SaranaInsan MudaSelaras dengan fokus pada efisiensi energi dan durabilitas komponen. Pendekatan PAR melibatkan kolaborasi aktif antara peneliti dan partisipan guna mendorong perubahan sosial yang nyata (Rahmat & Mirnawati, 2020).



Gambar 1. Metode *Participatory Action Research*

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah melalui wawancara dan observasi guna memahami permasalahan durabilitas komponen pada Wi-Fi Coin. Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem yang mencakup pemilihan perangkat keras, seperti ESP8266 dan relay, serta pengembangan algoritma pengendalian daya adaptif. Implementasi sistem diterapkan untuk meningkatkan efisiensi energi dan durabilitas perangkat, diikuti dengan pengujian guna mengukur pengurangan konsumsi daya dan evaluasi berbasis umpan balik pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengendalian daya berbasis relay secara signifikan meningkatkan efisiensi energi dan durabilitas komponen Wi-Fi Coin.

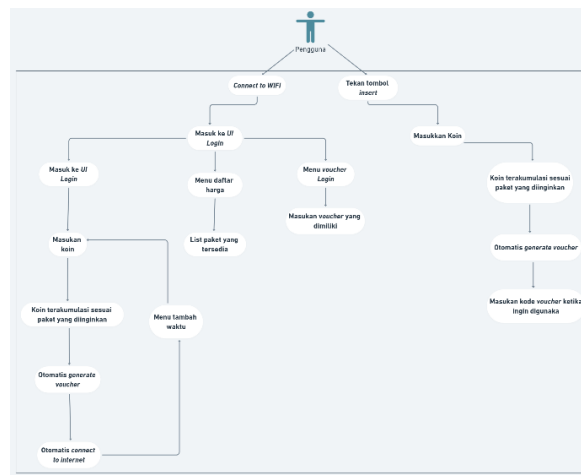
2.2. Topologi Jaringan Wifi Coin PT. SIMS



Gambar 2. Topologi Jaringan Wifi Coin PT. SIMS

Jaringan dikonfigurasi dengan koneksi internet yang terhubung ke server, yang berfungsi sebagai pusat kontrol untuk mendistribusikan koneksi melalui router. Koneksi kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP8266 yang mengendalikan Box Wiko, sebelum mendistribusikan akses internet kepada perangkat klien.

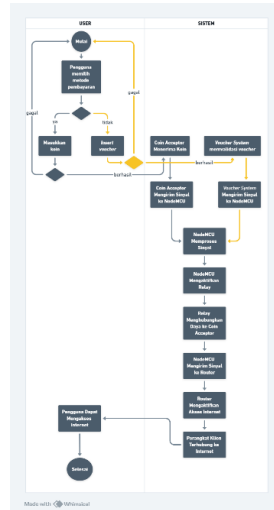
2.3. Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case Diagram

Diagram *use case* ini menggambarkan dua skenario penggunaan layanan WiFi hotspot. Pada skenario otomatis, pengguna memasukkan koin, sistem langsung mengakumulasi nominalnya, menghasilkan *voucher*, dan menghubungkan pengguna ke internet sesuai paket yang dipilih. Waktu akses dapat diperpanjang dengan koin tambahan. Pada skenario manual, pengguna memasukkan koin, menekan tombol *insert coin* untuk memproses pembelian, lalu memperoleh kode *voucher* yang dapat digunakan kapan saja melalui antarmuka *login*. Kedua skenario ini menawarkan fleksibilitas dalam mengakses layanan WiFi sesuai kebutuhan pengguna.

2.4. Rancangan Activity Diagram



Gambar 4. Activity Diagram WIKO PT.SIMS

Implementasi sistem pembayaran internet berbasis IoT dengan metode dual payment mengintegrasikan transaksi koin dan voucher dalam arsitektur terintegrasi. Pengguna memilih metode pembayaran, yang kemudian divalidasi melalui *Coin Acceptor* atau *Voucher System*. Jika valid, NodeMCU mengaktifkan relay untuk manajemen daya dan mengkonfigurasi router guna memberikan akses internet secara otomatis.

2.5. Komponen Wifi Coin

2.5.1. Internet

Internet berperan penting dalam sistem WiFi Coin sebagai infrastruktur utama layanan jaringan. Sistem berbasis Raspberry Pi 3 ini memungkinkan akses internet melalui mekanisme pembayaran koin, menyediakan solusi terjangkau bagi pengguna (Wijayanthi, 2022).

2.5.2. Router

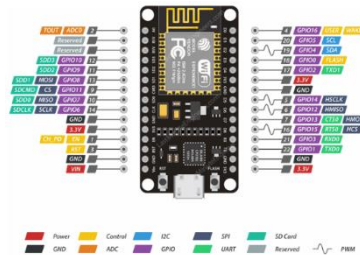
Router dalam sistem Wi-Fi Coin berfungsi mendistribusikan koneksi internet dengan skema pembayaran berbasis koin seribu rupiah. Selain sebagai penghubung ke internet, router ini mengelola akses, verifikasi transaksi, serta memastikan keamanan dan efisiensi. Dengan pengaturan bandwidth optimal, sistem ini mendukung model *pay-per-use* dan berbagi koneksi antar pengguna. Integrasi pengelolaan transaksi otomatis dengan distribusi jaringan memungkinkan akses internet yang lebih aman dan terstruktur (Putra & Suryadi, 2023).



Gambar 5. Mikrotik Rb931

2.5.3. Mikrokontroler NodeMCU ESP 8266

Mikrokontroler ESP8266 mengendalikan sistem Wi-Fi Coin untuk akses internet berbasis pembayaran koin seribu rupiah. Modul ini mengelola konektivitas, memproses transaksi, serta mengatur aktivasi akses internet. Dengan dukungan protokol TCP/IP, ESP8266 memastikan sistem berjalan efisien dan andal. Rancang sistem Wi-Fi Coin berbasis NodeMCU ESP8266 untuk menyediakan layanan internet yang praktis dan ekonomis bagi masyarakat (Rabbani, 2022).



Gambar 6. Modul NodeMcu 8266

2.5.4. Coin Acceptor

LED RGB pada sistem Wi-Fi Coin berfungsi sebagai indikator status untuk memudahkan pengguna. LED mati saat tidak terhubung ke router, kuning saat siap menerima pembayaran, hijau setelah transaksi berhasil, dan merah saat waktu akses habis. Jika terjadi kesalahan, LED berkedip biru sebagai peringatan. Implementasi indikator LED RGB meningkatkan pemahaman pengguna dan pengalaman layanan berbasis koin (Hidayat meningkatkan pemahaman pengguna dan pengalaman layanan berbasis koin (Ramadhan, 2023)).



Gambar 7. Coin Acceptor Multi

2.5.5. Relay



Gambar 8. Relay Module 5v

Relay dalam sistem Wi-Fi Coin mengoptimalkan efisiensi energi dan melindungi perangkat dengan mengatur aliran daya secara otomatis. Saat pengguna menekan Insert Coin, relay mengaktifkan coin acceptor dan memutus daya setelah transaksi selesai untuk menghemat energi. Jika tidak ada aktivitas, relay tetap off, memastikan daya hanya digunakan saat diperlukan. Rancang sistem relay berbasis Wi-Fi Coin untuk meningkatkan efisiensi operasional dan durabilitas perangkat (Yusuf & Pratama, 2023).

2.5.6. LED RGB

LED RGB pada sistem Wi-Fi Coin berfungsi sebagai indikator status untuk memudahkan pengguna. LED mati saat tidak terhubung ke router, kuning saat siap menerima pembayaran, hijau setelah transaksi berhasil, dan merah saat waktu akses habis. Jika terjadi kesalahan, LED berkedip biru sebagai peringatan. Implementasi indikator LED RGB meningkatkan pemahaman pengguna dan pengalaman layanan berbasis koin (Hidayat & Ramadhan, 2023).



Gambar 9. Module LED RGB

2.5.7. Box Wifi Coin

Box WiFi Coin adalah wadah atau perangkat yang dirancang untuk menampung semua komponen sistem *WiFi Coin*, termasuk *coin acceptor*, *relay*, *mikrocontroller* seperti ESP8266, dan LED RGB sebagai indikator.



Gambar 10. Box WIFI Coin

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi untuk mengontrol perangkat eksternal seperti relay, LED, dan *coin acceptor*. Rangkaian dirancang untuk mengintegrasikan komponen tersebut agar dapat beroperasi secara otomatis berdasarkan input dari pengguna.

3.1 Wiring Perakitan Wi-Fi Coin

3.1.1. NodeMCU

NodeMCU merupakan mikrokontroler berbasis ESP8266 dengan beberapa pin digital yang digunakan untuk mengontrol dan menerima *input* dari perangkat lain. Konfigurasi pin yang digunakan adalah:

- | | |
|----------------------|---|
| a. VCC (3V3) | : Terhubung ke VCC relay untuk memberikan daya 3.3V. |
| b. GND | : Terhubung ke GND relay, LED, dan <i>coin acceptor</i> untuk memastikan <i>ground</i> bersama. |
| c. D0 (GPIO0) | : Digunakan untuk mengaktifkan relay. |
| d. D3 (GPIO3) | : Digunakan untuk mengontrol LED merah. |
| e. D4 (GPIO4) | : Digunakan untuk mengontrol LED hijau. |
| f. D6 (GPIO6) | : Digunakan untuk menerima sinyal dari <i>coin acceptor</i> . |

3.1.2. Relay

Relay digunakan untuk mengontrol perangkat eksternal berdasarkan sinyal dari NodeMCU. Konfigurasi koneksi relay sebagai berikut:

- | | |
|---------------|--|
| a. VCC | : Terhubung ke VCC (3V3) NodeMCU. |
| b. GND | : Terhubung ke GND NodeMCU. |
| c. IN | : Terhubung ke pin D0 (GPIO0) NodeMCU yang akan mengaktifkan relay saat |

diberikan sinyal **HIGH**.

3.1.3. LED Indikator

LED digunakan sebagai indikator status sistem, dengan konfigurasi sebagai berikut:

- a. **Pin R (Merah)** : Terhubung ke pin **D3** NodeMCU.
- b. **Pin G (Hijau)** : Terhubung ke pin **D4** NodeMCU.
- c. **Pin B (Biru)** : Terhubung ke **GND**.
- d. **GND** : Terhubung ke GND NodeMCU.

LED akan menyala sesuai dengan status sistem:

- a. **Merah** : Sistem dalam mode siap.
- b. **Hijau** : Pembayaran berhasil dan akses WiFi aktif.

3.1.4. Coin Acceptor

Coin acceptor berfungsi sebagai alat penerima koin dan memberikan sinyal ke NodeMCU untuk memicu aksi selanjutnya. Konfigurasi koneksi *coin acceptor*:

- a. **Pin 12V** : Terhubung ke sumber daya eksternal 12V.
- b. **Pin COIN** : Terhubung ke **D6 (GPIO6)** NodeMCU untuk mengirimkan sinyal ketika koin diterima.
- c. **Pin CTR dan GND**: Terhubung ke GND untuk membentuk *ground* bersama.

3.2 Alur Kerja Sistem

- a. Pengguna memasukkan koin ke dalam *coin acceptor*, yang kemudian mengirimkan sinyal ke D6 NodeMCU.
- b. NodeMCU memproses sinyal dan mengaktifkan relay melalui pin D0, memungkinkan perangkat eksternal beroperasi.
- c. LED akan menyala dengan warna tertentu berdasarkan status:
 1. **Hijau** : Menunjukkan transaksi berhasil dan akses WiFi aktif.
 2. **Merah** : Menunjukkan sistem kembali ke mode siap setelah sesi penggunaan berakhir.
- d. Setelah durasi layanan berakhir, relay akan nonaktif secara otomatis, memutus akses WiFi, dan sistem kembali ke status awal.

3.3 Hasil Pengujian

Pengujian sistem *WiFi Coin* dilakukan untuk memastikan fungsionalitas, konektivitas, dan keandalan dari setiap komponen, termasuk NodeMCU ESP8266, relay, LED indikator, dan *coin acceptor*. Setiap skenario diuji sebanyak 10 kali untuk memperoleh hasil yang konsisten dan dapat dianalisis secara objektif.

3.3.1. Uji Fungsionalitas

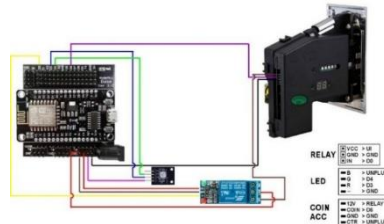
NodeMCU ESP8266 diharapkan dapat memproses transaksi dengan waktu respons kurang dari 2 detik. Coin acceptor ditargetkan memiliki tingkat akurasi deteksi koin minimal 95% dengan waktu pemrosesan maksimal 3 detik per transaksi. Relay diharapkan dapat mengoptimalkan efisiensi daya dengan target pengurangan konsumsi minimal 50% dibandingkan sistem tanpa manajemen daya otomatis. LED indikator ditargetkan memiliki akurasi status minimal 95% dengan waktu respons di bawah 50ms.

3.3.2. Uji Konektivitas

Sistem diharapkan menunjukkan stabilitas koneksi WiFi minimal 95%, dengan target latency di bawah 20ms. Bandwidth yang diharapkan dapat dipertahankan minimal 45 Mbps. Dalam skenario multi-client hingga 30 pengguna simultan, sistem ditargetkan mempertahankan packet loss di bawah 5% dengan throughput minimal 80% dari kapasitas maksimum.

3.3.3. Uji Keandalan

Relay diharapkan menunjukkan tingkat reliabilitas minimal 99% dengan waktu switching maksimal 100ms. Coin acceptor ditargetkan memiliki tingkat kesalahan maksimal 0,5% dalam mendeteksi koin valid. LED indikator diharapkan dapat memberikan tampilan status yang mudah dipahami dengan tingkat kepuasan pengguna minimal 95%.



Gambar 11. Wiring Perakitan Wiko

4. Kesimpulan

Penelitian ini diharapkan dapat mengimplementasikan Smart Power Control System berbasis relay pada perangkat WiFi Coin untuk meningkatkan durabilitas komponen di lingkungan operasional PT. SaranaInsan MudaSelaras (SIMS). Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai unit pemrosesan utama yang terintegrasi dengan modul relay untuk manajemen daya, coin acceptor untuk pemrosesan transaksi, dan LED RGB sebagai indikator status operasional.

Melalui pendekatan Participatory Action Research (PAR), sistem ini dirancang untuk mengatasi permasalahan utama yaitu belum adanya mekanisme efisien dalam mengontrol penggunaan daya, dimana komponen seperti coin acceptor dan LED tetap aktif meskipun tidak digunakan. Implementasi Smart Power Control System berbasis relay ini diharapkan dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan masa pakai komponen pada perangkat WiFi Coin PT. SIMS, khususnya dalam konteks penyediaan layanan internet berbasis pembayaran koin di area publik.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Arizona Firdonsyah, S.Kom, M.Kom, selaku dosen pembimbing lapangan, atas bimbingan dan masukan yang berharga dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Eksan Wahyu Nugroho, selaku Direktur Utama Divisi Cleon, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk menyelesaikan studi kasus ini. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga atas dukungan moril dan spiritual yang diberikan selama penelitian ini berlangsung. Tak lupa, apresiasi diberikan kepada seluruh rekan yang telah membantu dalam berbagai aspek penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan aplikasi teknologi di bidang yang relevan.

Daftar Pustaka

- Ahmad, R., & Sari, P. (2021). *The Role of IoT in Smart Payment Systems: A Case Study on Public WiFi Services*. *Journal of Emerging Technologies*, 14(2), 101-115.
- Rahman, A., Nugroho, T., & Lestari, R. (2023). *Optimizing Power Efficiency in IoT Devices Using Smart Relay Systems*. *Journal of Embedded Systems*, 15(2), 45-58.
- Wijaya, B., Sari, N., & Kurniawan, H. (2022). *Energy Management in IoT Applications: A Case Study on Relay-Based Control Systems*. *International Journal of Energy Studies*, 18(1), 29-44.
- Smith, J. (2021). *IoT and Energy Consumption: Challenges and Solutions*. *IoT Journal*, 12(3), 77-91.
- Setiawan, R., & Yulianto, T. (2020). *Durability Analysis of IoT Devices: The Impact of Continuous Power Usage on Component Lifespan*. *Indonesian Journal of Smart Technologies*, 8(1), 33-47.
- Lestari, N., & Mahendra, F. (2021). *Relay-Based Power Control Systems for IoT Devices: A Smart Energy Management Approach*. *IoT Systems Journal*, 7(2), 122-138.
- Sari DP, Nugroho H, Wijayanti A. *Real-time monitoring and control system for energy efficiency in IoT-based smart devices*. *Journal of Internet of Things and Smart Technology*. 2023; 7(2):112–25.

- Pratama RF, Yulianto A, Hakim L. *Adaptive relay-based power control system using ESP32 for energy optimization. International Journal of Embedded Systems and Applications*. 2024; 12(1):45–60.
- Echai Dian AK, Salsabilia SA, Nurdhan HO, Mustofa MK, Setiawan A, Kusuma MN, Aulia AV, Husain NZ. *Strategi Pengurangan Konsumsi Listrik Melalui Teknologi Cerdas: Penerapan Internet of Things (IoT) di Masa Depan. Jurnal Angka*. Universitas Negeri Semarang; 2025; 2(1):31–40.
- Rahmat A, Mirnawati M. *Model Participation Action Research dalam Pemberdayaan Masyarakat*. Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal. 2020;6(1):62–71.
- Wijayanthi AY. *Perancangan Sistem Jaringan Wi-Fi Coin Berbasis Raspberry Pi 3*. Diploma thesis. Politeknik Harapan Bersama; 2022
- Rabbani MF. *Pengembangan Sistem Wi-Fi Coin Berbasis NodeMCU ESP8266 untuk Akses Internet Berbayar di BUMDes Desa Pegongsoran*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem. 2022; 4(2):112–25.
- Putra DA, Suryadi H. *Implementasi Router Berbasis Wi-Fi Coin dengan Sistem Pembayaran Koin Otomatis*. Jurnal Teknologi Jaringan dan Telekomunikasi. 2023; 5(1):87–101.
- Hidayat M, Ramadhan A. *Implementasi Indikator LED RGB pada Sistem Wi-Fi Coin untuk Peningkatan User Experience*. Jurnal Rekayasa Elektronika dan IoT. 2023; 7(1):98–112.
- LogicLoom. *Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Energi*. 2023. [cited 2024 Feb 9]. Available from: <https://logicloom.id/index.php/Jurnallogicloom/article/download/14/13>