

Pembangunan Aplikasi Sensor Arus dengan Amaran Lebihan Beban

Current Sensor Application with Overload Warning System

Muhammad Zulhilmi Hakizan¹, Ahmad Alabqari Ma'Radzi^{1,2*}, Tengku Nadzlin Tengku Ibrahim^{1,2} Muhammad Shukri Ahmad^{1,2}

¹ Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

² Modular Educational Robotics (MEBOT) Focus Group, Centre for Diploma Studies

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: abqari@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2026.07.02.011>

Maklumat Artikel

Diserah: 1 Mac 2026

Diterima: 1 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Sensor arus, Lebihan beban, ESP32, Blynk, IoT

Abstrak

Sistem pemantauan arus elektrik penting untuk memastikan litar terlindung daripada kerosakan dan risiko litar pintas yang berpunca daripada lebihan arus. Peningkatan penggunaan peranti elektronik di rumah dan premis kecil membawa kepada risiko beban berlebihan tanpa disedari. Justeru, projek ini dibangunkan bertujuan untuk memberi amaran awal dan perlindungan automatik kepada pengguna. Sistem menggunakan mikropengawal ESP32 bersama sensor ACS712 untuk memantau arus secara masa nyata. Komponen seperti relay, LED, paparan LCD serta aplikasi Blynk digabungkan untuk memberikan notifikasi dan memutuskan litar secara automatik. Ujian simulasi dan perkakasan menunjukkan sistem bertindak balas kurang dari satu saat selepas lebihan arus dikesan. Sistem ini berfungsi dengan ketepatan yang memuaskan dan berpotensi ditambah baik dengan integrasi platform komunikasi lain.

Keywords

Current Sensor, ESP32, Overload, Blynk, IoT

Abstract

Electrical current monitoring systems play a vital role in protecting circuits from damage and short circuits due to overcurrent. The increasing use of electrical devices at home and in small industries raises the risk of unnoticed overload. This project aims to provide early warning and automatic protection to users. The system employs ESP32 microcontroller and ACS712 current sensor for real-time current monitoring. Components such as relay, LEDs, LCD display, and Blynk app are integrated to notify the user and disconnect the circuit automatically. Simulation and hardware testing showed that the system responded in less than one second after detecting an overload. The system performed with acceptable accuracy and has potential for further improvement through communication platform integration.

1. Pendahuluan

Dalam era digital dan automasi, peningkatan penggunaan peralatan elektrik di kediaman dan industri kecil telah meningkatkan keperluan terhadap sistem pemantauan arus yang cekap dan responsif. Risiko seperti lebihan beban, litar pintas, serta kerosakan peralatan elektrik akibat arus berlebihan semakin membimbangkan [1]. Sistem perlindungan konvensional seperti fius dan pemutus litar (MCB) hanya bertindak selepas berlakunya gangguan, dan tidak menyediakan mekanisme amaran awal atau tindak balas automatik [2]. Oleh itu, pendekatan berasaskan Internet of Things (IoT) menjadi alternatif moden yang membolehkan pemantauan masa nyata dan respons segera terhadap keadaan abnormal dalam sistem elektrik. Kamat *et al.* [1] membangunkan meter tenaga pintar menggunakan ESP32 dan sensor ACS712 untuk memantau arus secara langsung dengan sambungan ke sistem IoT. Susilo *et al.* [2] pula memperkenalkan sistem perlindungan lebihan arus menggunakan Arduino Uno dan relay yang bertindak secara automatik apabila bacaan arus melebihi ambang. Setiyono *et al.* [3] meluaskan keupayaan sistem melalui penggunaan aplikasi Blynk yang menghantar notifikasi masa nyata kepada pengguna apabila berlaku overload dalam sistem automasi rumah.

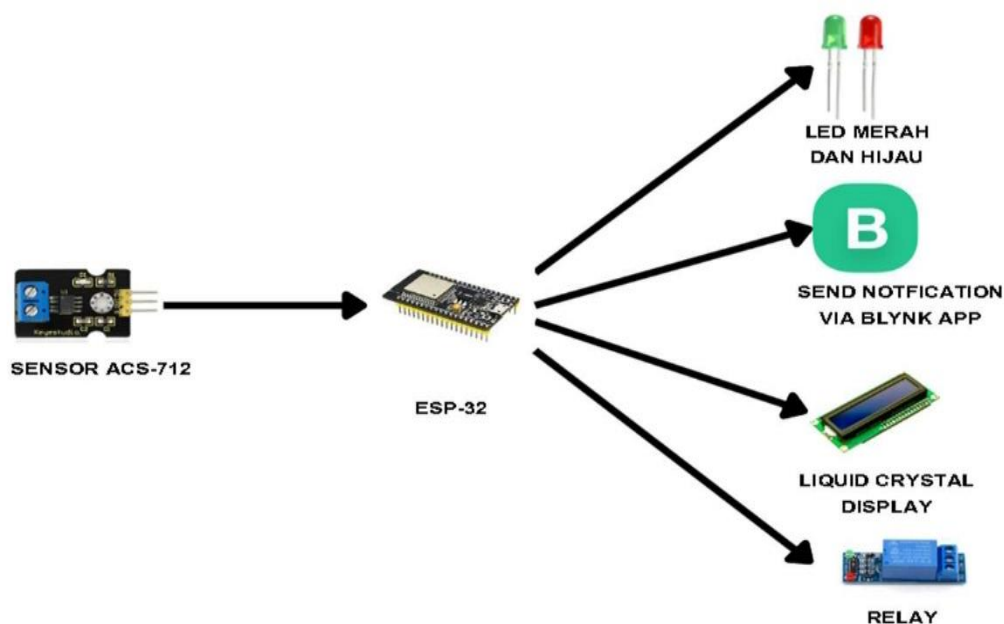
Dalam aspek keselamatan dan pengesanan arus berlebihan, Angga *et al.* [4] mengkaji penggunaan sensor ACS-712-ELC-5A untuk memastikan keselamatan pemasangan elektrik apabila berlaku beban lebih. Sementara itu, Shukla *et al.* [5] dan Arnob *et al.* [6] masing-masing menumpukan kepada aplikasi pemantauan tenaga pintar menggunakan ESP32 untuk motor induksi dan pengurusan tenaga kediaman yang disepadukan dengan platform Blynk. Dari perspektif perundangan dan keselamatan industri, OSHA (Occupational Safety and Health Administration) turut menekankan kepentingan sistem perlindungan arus yang direka untuk mencegah kerosakan komponen dan risiko kebakaran [7]. Panduan ini menjadi asas kepada keperluan membangunkan sistem pemantauan arus yang mematuhi piawaian keselamatan moden.

Berdasarkan rujukan terdahulu dan keperluan yang telah dikenal pasti, projek ini dibangunkan untuk menghasilkan sistem pemantauan arus berasaskan ESP32 dan sensor ACS712 yang mampu memberi amaran awal, bertindak secara automatik dengan relay, serta menghantar notifikasi masa nyata kepada pengguna melalui aplikasi Blynk. Untuk menghasilkan sistem pemantauan arus berasaskan ESP32 dan ACS712 yang mampu memberikan amaran lebihan arus secara masa nyata dan mengambil tindakan automatik seperti pemutusan bekalan serta notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk.

2. Metodologi

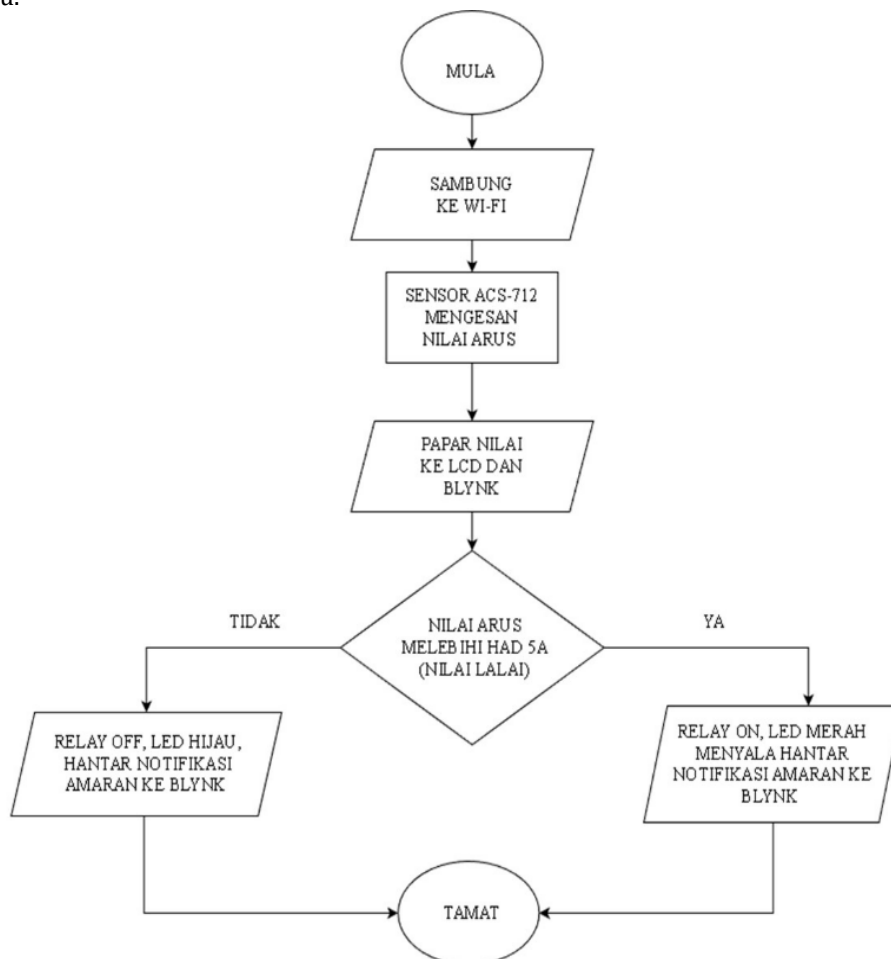
2.1 Rajah Blok dan Litar Skematik

Rajah 1 menunjukkan gambarajah blok sistem yang merangkumi sensor arus (ACS712), mikropengawal (ESP32), dan komponen output seperti relay, LED dan LCD. Sensor bertindak mengukur aliran arus elektrik dan menghantar data kepada ESP32 untuk diproses. Sekiranya arus melebihi nilai ambang yang telah ditetapkan, sistem akan mengaktifkan relay untuk memutuskan beban serta menghantar amaran visual melalui LED dan notifikasi ke aplikasi mudah alih.



Rajah 1 Gambarajah blok sistem amaran lebihan beban

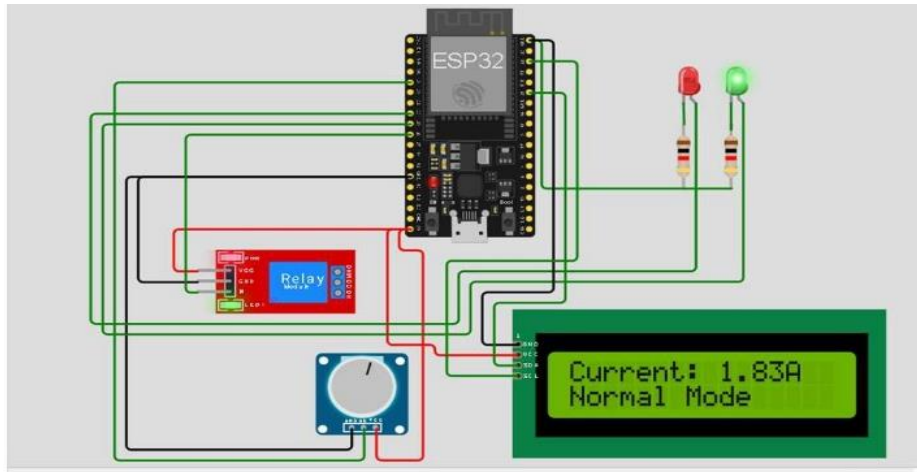
Rajah 2 menunjukkan carta alir operasi sistem pemantauan arus elektrik yang terbahagi kepada dua bahagian utama iaitu proses pengesanan arus dan proses tindak balas automatik. Proses ini bermula apabila mikropengawal ESP32 menerima input bacaan arus daripada sensor ACS712. Sekiranya arus berada dalam julat normal, sistem akan terus memaparkan bacaan pada paparan LCD serta menunjukkan status dengan LED hijau.



Rajah 2 Carta alir operasi sistem

Jika bacaan arus melebihi nilai ambang yang ditetapkan, ESP32 akan mengaktifkan relay untuk memutuskan bekalan arus kepada beban. Serentak dengan itu, LED merah akan diaktifkan sebagai amaran visual, dan satu notifikasi akan dihantar kepada pengguna melalui aplikasi Blynk. Proses ini membantu pengguna mengenal pasti keadaan overload dan mengambil tindakan yang sewajarnya. Pendekatan berasaskan pemantauan masa nyata ini membolehkan sistem bertindak secara automatik tanpa memerlukan input manual. Integrasi antara sensor, mikropengawal dan platform IoT membolehkan keseluruhan proses dijalankan dengan cekap dan selamat.

Rajah 3 menunjukkan litar skematik sistem pemantauan arus elektrik berasaskan ESP-32. Sistem ini direka bentuk untuk memantau nilai arus beban dan melaksanakan tindakan automatik sekiranya nilai tersebut melebihi had yang ditetapkan. Litar skematik ini dilukis menggunakan platform simulasi Wokwi bagi menggambarkan susun atur sambungan antara komponen utama sistem. Sensor arus ACS-712 dihubungkan kepada input analog (GPIO-34) mikropengawal ESP-32 bagi mengambil bacaan arus secara berterusan. Paparan LCD I²C disambungkan melalui antaramuka I²C untuk memaparkan nilai semasa arus. Relay dikawal oleh output digital (GPIO-26) ESP-32 dan berfungsi untuk memutuskan bekalan kuasa kepada beban apabila berlaku lebihan arus. Selain itu, LED hijau dan merah digunakan sebagai penunjuk visual bagi menunjukkan status normal dan overload. Reka bentuk ini juga membolehkan penyepaduan dengan aplikasi Blynk melalui Wi-Fi, bagi tujuan notifikasi masa nyata kepada pengguna. Sambungan komponen dalam litar ini telah diuji secara simulasi dan berfungsi seperti yang direka bentuk.

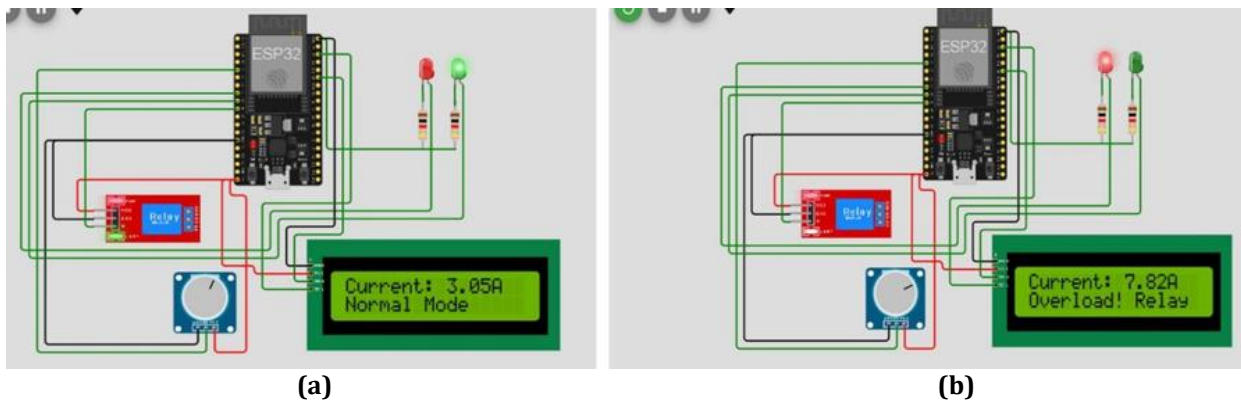


Rajah 3 Perincian litar skematik sistem dengan Mode Normal

2.2 Simulasi

Rajah 4 menunjukkan hasil simulasi sistem pemantauan arus elektrik yang dijalankan menggunakan platform Wokwi. Simulasi ini direka untuk menguji tindak balas sistem dalam dua keadaan: (a) apabila arus berada dalam julat normal dan (b) apabila arus melebihi nilai ambang yang ditetapkan.

Dalam keadaan normal, sistem memaparkan nilai arus pada LCD dan mengaktifkan LED hijau sebagai penunjuk operasi selamat. Manakala dalam keadaan overload, sistem bertindak memutuskan bekalan beban melalui relay, menyalakan LED merah dan menghantar notifikasi melalui aplikasi Blynk. Simulasi ini membuktikan bahawa sistem mampu bertindak balas dalam masa nyata terhadap perubahan arus, dan semua komponen berfungsi seperti yang direka bentuk.



Rajah 4 Keputusan simulasi (a) arus normal; (b) lebihan beban

3. Keputusan dan Perbincangan

Perbincangan dibuat berdasarkan pemerhatian terhadap tindak balas sistem apabila diuji dalam pelbagai keadaan arus, serta keberkesanan sistem dalam menghantar maklumat dan bertindak balas secara automatik. Setiap keputusan dianalisis bagi menilai sama ada objektif projek telah dicapai dan sejauh mana kebolehpercayaan sistem dalam situasi sebenar. Rajah 5 menunjukkan keputusan ujian perkakasan sebenar terhadap sistem yang dibangunkan. Ujian ini melibatkan dua keadaan utama iaitu operasi normal dan keadaan overload. Paparan LCD menunjukkan nilai bacaan arus semasa dalam kedua-dua keadaan. Sementara itu, LED hijau dan merah masing-masing berfungsi sebagai penunjuk keadaan normal dan lebihan arus.

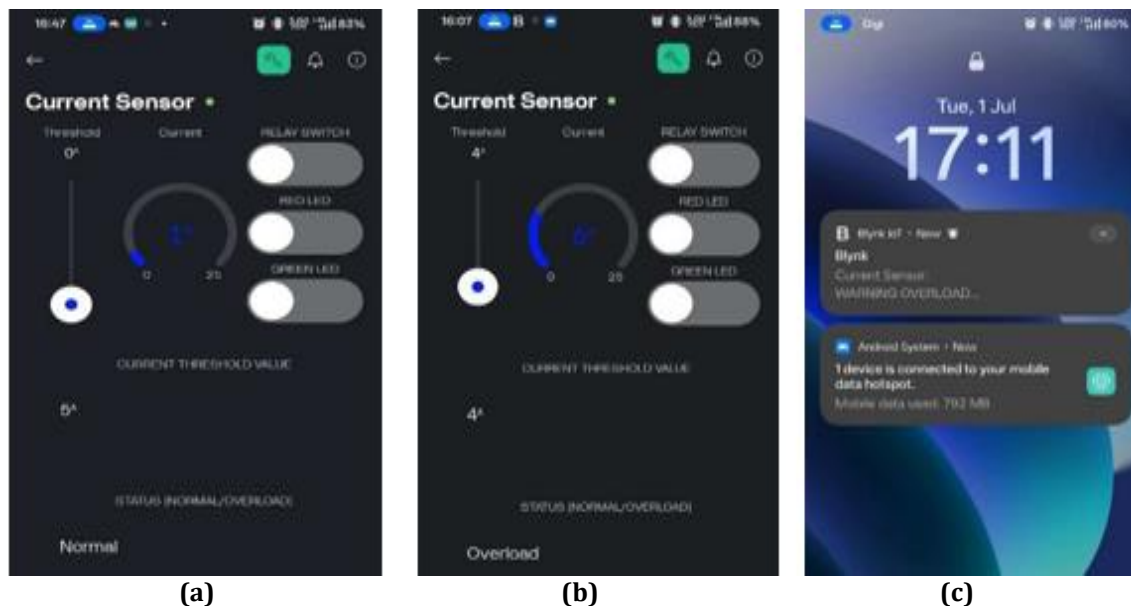


Rajah 5 Keputusan (a) beroperasi normal dengan nilai bacaan LCD dan LED hijau; (b) keadaan lebih beban' dengan bacaan arus lebih serta LED merah diaktifkan

Rajah 6 pula menunjukkan paparan notifikasi dan antara muka aplikasi Blynk. Paparan ini memaparkan status arus semasa dan memberikan maklumat serta amaran kepada pengguna sekiranya berlaku overload. Sistem menghantar notifikasi secara automatik melalui sambungan WiFi. Jadual 1 menunjukkan hasil pengujian dengan pelbagai nilai arus. Sistem dapat membezakan antara keadaan normal dan overload dengan tindakan yang berbeza.

Jadual 1 Keputusan pengujian sistem

Arus (A)	Status Sensor	Relay	LED Hijau	LED Merah	Status Blynk
3.0	'Normal'	ON	ON	OFF	Tiada notifikasi
5.5	'Overload'	OFF	OFF	ON	Notifikasi dihantar



Rajah 6 Paparan IoT (a) paparan aplikasi Blynk dalam keadaan normal; (b) paparan aplikasi Blynk serta notifikasi 'overload'; (c) notifikasi di paparan hadapan utama

Hasil ujian simulasi dan pengujian perkakasan sebenar menunjukkan bahawa sistem pemantauan arus berasaskan ESP32 dan sensor ACS712 beroperasi dengan stabil dan mempunyai tahap kebolehpercayaan yang tinggi dalam mengesan lebihan arus. Bacaan arus yang dipaparkan pada paparan LCD menunjukkan ketepatan yang konsisten apabila dibandingkan dengan peranti pengukuran luaran, sekali gus mengesahkan keberkesanan proses penentuan sensor. Sistem berjaya memutuskan bekalan kuasa melalui relay dalam tempoh kurang daripada satu saat apabila arus melebihi ambang yang ditetapkan. Indikator LED turut

membantu dalam memberikan maklum balas visual kepada pengguna secara serta-merta bagi menunjukkan status operasi sistem.

Selain itu, integrasi aplikasi Blynk telah membolehkan penghantaran notifikasi secara masa nyata ke peranti mudah alih pengguna. Walaupun terdapat kelewatan kecil dalam kemas kini bacaan arus apabila sambungan WiFi tidak stabil, fungsi keseluruhan sistem tidak terjejas secara signifikan.

4. Kesimpulan

Projek ini telah berjaya membangunkan satu sistem pemantauan arus secara masa nyata dan perlindungan automatik terhadap lebihan arus berasaskan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikropengawal ESP32 dan sensor arus ACS712 untuk mengukur arus beban dan bertindak balas apabila arus melebihi ambang, melalui relay automatik, paparan LCD, LED status serta notifikasi segera kepada pengguna melalui aplikasi Blynk. Prestasi sistem menunjukkan tindak balas pantas dengan ketepatan bacaan yang boleh dipercayai dan kestabilan operasi yang baik. Sistem ini juga telah menyelesaikan isu utama yang dikenal pasti dalam pernyataan masalah, iaitu ketiadaan sistem amaran masa nyata dan kawalan automatik dalam persekitaran domestik atau industri kecil. Bagi penambahbaikan masa hadapan, sistem ini boleh ditingkatkan dengan beberapa fungsi tambahan seperti integrasi sensor suhu dan kelembapan untuk mengesan risiko serentak seperti pemanasan berlebihan dan penambahan fungsi butang reset manual bagi membolehkan pengguna mengaktifkan semula sistem selepas overload. Di samping itu, ciri auto-kalibrasi sensor arus semasa permulaan sistem boleh dimasukkan bagi memastikan ketepatan bacaan sentiasa konsisten dalam pelbagai persekitaran. Penambahbaikan ini akan menjadikan sistem lebih pintar, boleh diharap dan sesuai untuk penggunaan jangka panjang.

Penghargaan

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Pusat Pengajian Diploma (CEDS), dan Kumpulan Penyelidikan Kumpulan Fokus MeBOT (CEDS) dan Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas kemudahan dan sokongan yang telah disediakan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Muhammad Zulhilmi Hakizan, Ahmad Alabqari Ma'Radzi; **pengumpulan data:** Muhammad Zulhilmi Hakizan; **analisis dan interpretasi hasil:** Muhammad Zulhilmi Hakizan, Ahmad Alabqari Ma'Radzi; **penyediaan draf manuskrip:** Muhammad Zulhilmi Hakizan., Ahmad Alabqari Ma'Radzi, Tengku Nadzlin Tengku Ibrahim, Muhammad Shukri Ahmad. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] S. R. Kamat, R. Patil, A. Deshmukh, and P. Kulkarni, "IoT based smart energy meter using ESP32 and ACS712," *Int. J. Innov. Res. Technol.*, vol. 10, no. 3, pp. 45–49, 2023.
- [2] T. J. Susilo, A. Prasetyo, and D. H. Nugroho, "Relay-based overcurrent protection system using Arduino Uno," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 33–39, 2024.
- [3] D. Setiyono, F. Ramadhan, and N. A. Putra, "Home automation system using Blynk platform for overload alerting," in *Proc. 2022 Int. Conf. Smart Technol. Appl. (ICoSTA)*, 2022, pp. 101–106.
- [4] A. Angga, A. Irawan, and E. Prasetyo, "Use of ACS712ELC-5A current sensor on overloaded load installation safety system," *J. Teknol. dan Sist. Komputer*, vol. 9, no. 3, pp. 231–236, 2021, doi: 10.14710/jtsiskom.9.3.231-236.
- [5] S. Shukla, R. Kumar, and A. Singh, "Monitoring of single-phase induction motor through IoT using ESP32 module," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 11, no. 4, pp. 275–280, Apr. 2022.
- [6] I. Arnob, M. R. Hasan, and M. M. Rahman, "Smart home energy management system based on IoT," in *Proc. 5th IEEE Int. Conf. Energy Power Engineering (ICEPE)*, Dhaka, Bangladesh, Dec. 2022, pp. 149–154.
- [7] U.S. Department of Labor, OSHA, "Standard number 1910.303 – General," Available: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.303>.