

Purwarupa Peranti Elektronika Cerdas Berbasis *Platform* Blynk Untuk Pengendalian Beban Listrik Fase-Tunggal Tiga Jalur

Siti Solihah

Pogram Studi Teknik Elektro Universitas
Ibn Khaldun Bogor Jl. KH Sholeh
Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162
email : lihalih52@gmail.com

Arief Goeritno

Pogram Studi Teknik Elektro Universitas
Ibn Khaldun Bogor Jl. KH Sholeh
Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162
email : arief.goeritno@uika-bogor.ac.id

Abstrak

Telah dibuat sistem distribusi daya fase-tunggal tiga jalur yang digunakan pada berbagai sektor rumah tangga, komersial, maupun industri skala kecil, dengan pendekatan yang lebih maju dan inovatif untuk meningkatkan keandalan serta efisiensi. Tiga pokok bahasan pada penelitian ini, meliputi pembuatan, pemrograman, dan pengukuran kinerja sistem. Keterbentukan subsistem dilakukan melalui pengawatan terintegrasi antar komponen elektronika, agar diperoleh sistem perangkat keras yang berjalan dengan baik. Pemrograman subsistem dilakukan melalui pembuatan algoritma dan penyusunan sintaks, agar diperoleh suatu sistem perangkat lunak. Kinerja subsistem terukur ketika diintegrasikan ke aplikasi Blynk IoT, agar diperoleh proses perpaduan antara perangkat lunak dan perangkat keras. Hasil kinerja sistem berupa pembacaan kinerja sistem pengendali beban fase-tunggal tiga jalur pada LCD dan aplikasi Blynk IoT, pembacaan kinerja pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur terhadap beban berlebih (*overload*) pada Blynk IoT, pengambilan data hasil kinerja sistem pengendalian beban pada tiga jalur. Purwarupa alat pengendalian beban fase-tunggal ini sebagai alternatif berupa peringatan dan tindakan pencegahan agar beban tidak melebihi batas maksimum yang berpotensi adanya panas berlebihan dan berakibat terjadinya kerusakan pada peralatan listrik.

Keywords: fase-tunggal, pemantauan beban, pengendalian beban, Blynk, IoT.

Abstract

A three-line single-phase power distribution system has been developed for applications in residential, commercial, and small-scale industrial sectors, employing a more advanced and innovative approach to improve reliability and efficiency. This study focuses on three main aspects: system development, programming, and performance measurement. The hardware subsystem was constructed through integrated wiring among electronic components to ensure proper operation. The software subsystem was developed through algorithm design and syntax preparation. System performance was evaluated when integrated with the Blynk IoT application, enabling the fusion of hardware and software processes. The system performance outcomes include the monitoring of the three-line single-phase load control system via LCD and the Blynk IoT application, the observation of overload conditions on each line, and the collection of performance data from the load control system. The prototype of this single-phase load control device serves as an alternative solution by providing warnings and preventive

actions to ensure loads do not exceed the maximum limit, thereby reducing the risk of overheating and potential damage to electrical equipment.

Keywords: *single-phase, load monitoring, load control, Blynk, IoT.*

I. LATAR BELAKANG

Sistem distribusi daya fase-tunggal telah menjadi bagian penting dalam penyediaan energi listrik pada berbagai sektor, mulai dari rumah tangga, komersial, hingga industri skala kecil [1]. Pemantauan dan pengendalian terhadap sistem fase-tunggal tidak hanya berfungsi untuk mengoptimalkan konsumsi energi, tetapi juga untuk menghindarkan risiko kerugian akibat beban berlebih yang dapat menimbulkan kalor berlebih dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik [2]. Secara teoritis, penggunaan daya pada sistem fase-tunggal dapat tercapai secara efisien apabila pembagian beban pada tiap jalur dilakukan dengan perencanaan yang tepat dan sesuai kapasitas yang diizinkan [1].

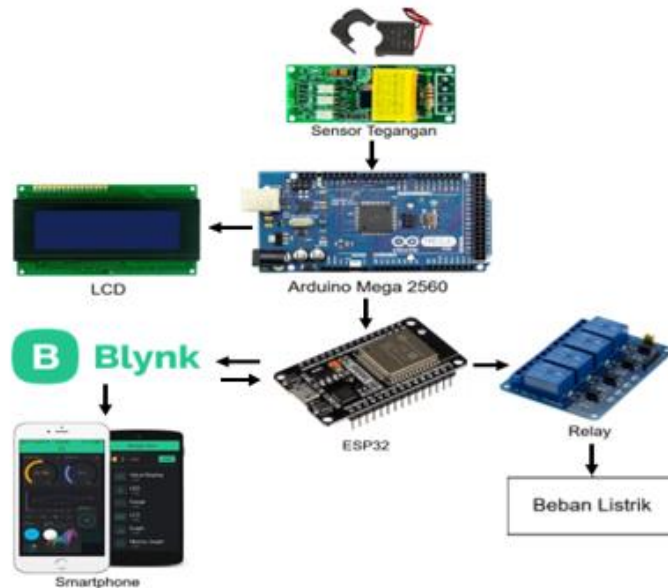
Arus listrik merupakan salah satu parameter penting dalam sistem tenaga listrik. Timbulnya arus listrik diakibatkan oleh adanya beban yang terhubung

ke dalam rangkaian. Berdasarkan hukum *Ohm*, besar arus berbanding lurus dengan besar beban, sehingga semakin besar beban yang digunakan maka semakin besar pula arus yang mengalir [3]. Untuk kondisi ketika arus yang teralirkan melalui konduktor kabel melebihi batas kemampuan hantar arusnya, hal tersebut menimbulkan risiko besar baik terhadap keamanan peralatan listrik maupun keselamatan pengguna [4]. Apabila terjadi beban berlebih pada salah satu jalur, arus listrik pada jalur tersebut meningkat secara signifikan dan berisiko menimbulkan kalor berlebih pada penghantar maupun komponen penghubung [5].

Perkembangan era modern yang ditandai dengan semakin terkoneksinya berbagai perangkat serta meningkatnya kebutuhan otomatisasi [6], mendorong pentingnya pemantauan dan pengendalian beban listrik yang lebih efektif. Sistem distribusi daya fase-tunggal dituntut untuk memiliki keandalan, efisiensi, dan kestabilan yang lebih tinggi [7]. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik dan perluasan cakupan distribusi, diperlukan suatu sistem cerdas yang mampu melakukan pemantauan penggunaan daya secara waktu nyata (*real-time*) sekaligus pengendalian beban untuk menghindari kegagalan sistem [8].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam upaya pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian beban listrik. Suhendri mengembangkan sistem pemantauan energi listrik pada satu kWh-meter fase-tunggal dengan empat kelompok beban menggunakan metode *Payload Data Handling* (PDH) berbasis mikrokontroler Arduino MEGA2560 R3 [9]. Sistem tersebut difokuskan pada perancangan dan pengukuran kinerja pemantauan energi listrik. Penelitian lain dilakukan oleh Eno May Leny yang merancang sistem *current limiter* sekaligus *monitoring* arus dan tegangan dengan menggunakan notifikasi melalui SMS [2]. Sistem tersebut menggunakan sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B untuk mendeteksi nilai arus maupun tegangan, kemudian memberikan peringatan berupa SMS apabila terjadi arus berlebih.

Hasil penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan dan pengendalian beban fase-tunggal sangat penting dalam menjaga stabilitas dan efisiensi sistem kelistrikan. Namun, masih terdapat keterbatasan pada



Gambar 1 Gambaran Umum Tentang Rangkaian Pengendali Beban Listrik Fase-tunggal Tiga Jalur

Gambar 1 sebagai gambaran umum dalam perumusan masalah, sehingga tujuan penelitian ini dapat diuraikan, yaitu, (i) perolehan bentuk fisis sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur digunakan sebagai acuan untuk pemrograman mikrokontroler dalam operasi sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, (ii) pemrograman mikrokontroler sebagai acuan untuk pemantauan kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, dan (iii) pengukuran kinerja pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk digunakan sebagai acuan untuk pembuatan purwarupa peranti elektronika pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk.

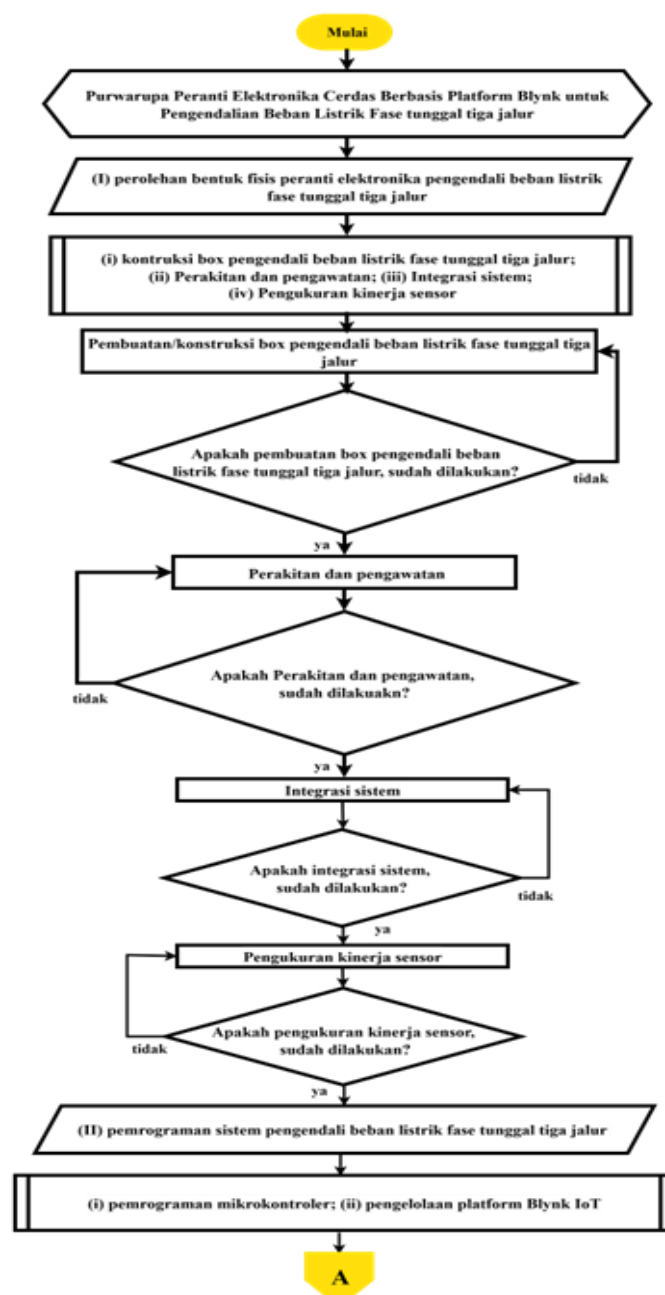
sistem sebelumnya, yaitu jangkauan pemantauan yang terbatas, kurang optimalnya pemantauan secara *real-time*, serta belum adanya integrasi dengan *platform Internet of Things* (IoT) modern. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem yang lebih canggih dan terintegrasi dengan teknologi terkini, salah satunya melalui pemanfaatan *platform* Blynk.

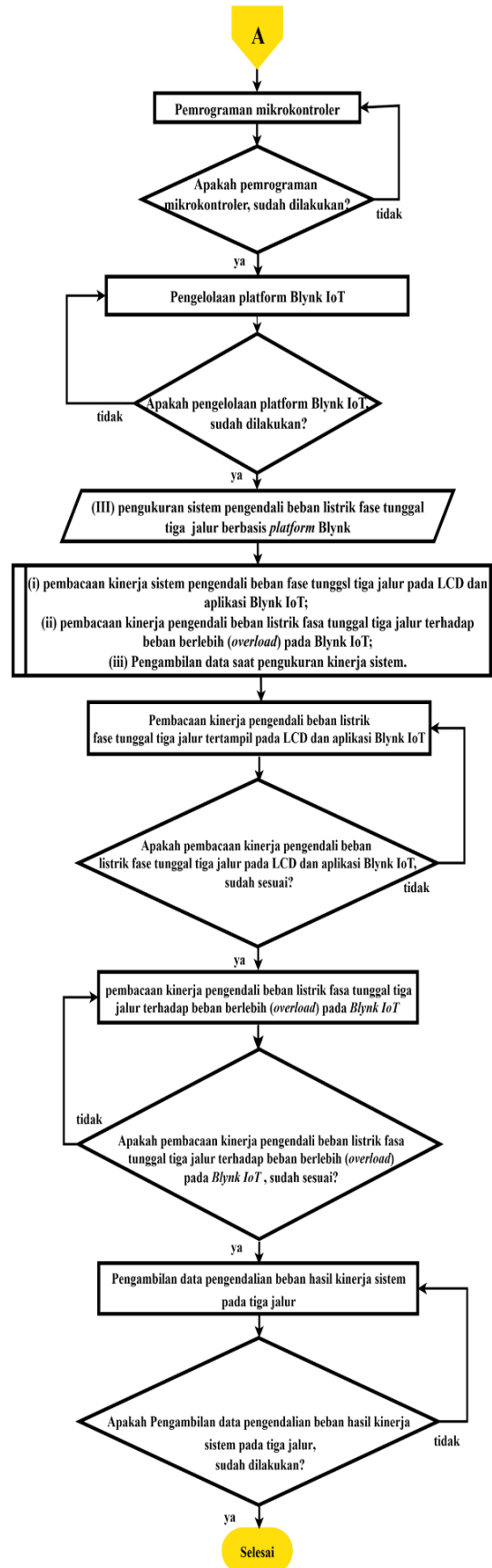
Platform Blynk merupakan salah satu solusi IoT yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat elektronik secara *real-time* melalui jaringan internet dengan antarmuka berbasis aplikasi seluler [10]. Dengan integrasi mikrokontroler ESP32, sensor arus, sensor tegangan, dan modul relai, sistem ini mampu melakukan pembacaan kondisi beban pada tiap jalur (L1, L2, L3), mendeteksi kondisi beban berlebih, dan memberikan pengendalian berupa pemutusan atau penyambungan arus sesuai kebutuhan. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan secara langsung ke *platform* Blynk, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dan pengendalian beban kapan saja dan di mana saja melalui perangkat seluler. Berdasarkan latar belakang tersebut ditunjukkan, maka ditetapkan rumusan masalah yang berkaitan dengan pengendalian beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dijelaskan melalui tahapan perakitan dan percobaan. Perolehan bentuk fisis sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur digunakan sebagai acuan untuk

pemrograman mikrokontroler dalam operasi sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, dilakukan dengan (i) kontruksi box pengendali beban listrik fase tunggal tiga jalur, (ii) Perakitan dan pengawatan, (iii) Integrasi sistem, (iv) Pengukuran kinerja sensor. Pemrograman mikrokontroler sebagai acuan untuk pemantauan kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, dilakukan dengan (i) pemrograman mikrokontroler, (ii) pengelolaan platform Blynk IoT. Pengukuran kinerja pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk digunakan sebagai acuan untuk pembuatan purwarupa peranti elektronika pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk, dilakukan dengan (i) pembacaan kinerja sistem pengendali beban fase tunggal tiga jalur pada LCD dan aplikasi Blynk IoT, (ii) pembacaan kinerja pengendali beban listrik fasa tunggal tiga jalur terhadap beban berlebih (*overload*) pada Blynk IoT, (iii) Pengambilan data saat pengukuran kinerja sistem. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.





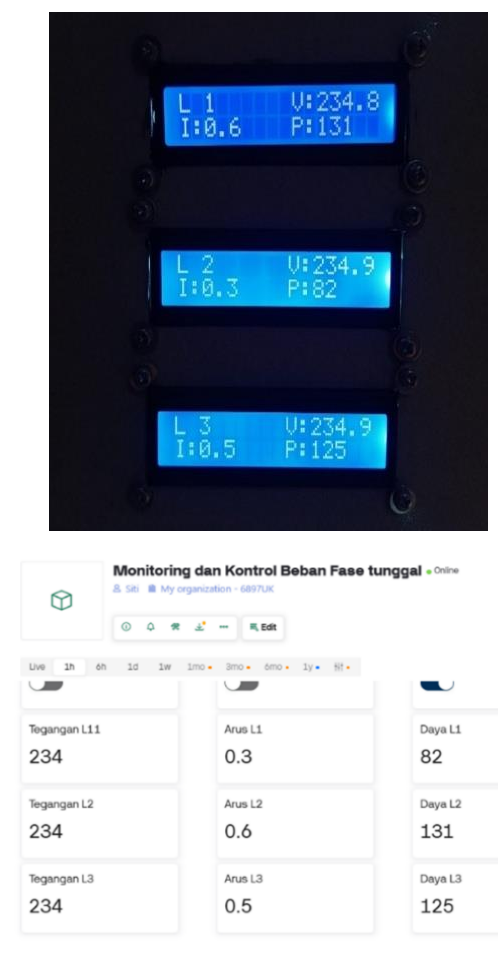
Gambar 2 Diagram alir metode penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur dilakukan berdasarkan (i) pembacaan hasil kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur tertampil pada LCD dan aplikasi Blynk IoT, (ii) Pengukuran kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur terhadap beban berlebih (*overload*) pada Blynk IoT, dan (iii) pengambilan data saat pengukuran kinerja sistem.

A. Pembacaan Hasil Kinerja Sistem Pengendali Beban Listrik Fase-Tunggal Tiga Jalur Tertampil Pada Lcd Dan Aplikasi Blynk Iot

Pembacaan kinerja sistem, meliputi informasi tegangan, arus dan daya, ditampilkan pada LCD, dan aplikasi Blynk IoT. Penayangan data pada LCD berfungsi untuk kemudahan pemantauan kondisi alat secara *real-time*, baik langsung di lokasi maupun secara jarak jauh, sehingga proses *monitoring* dapat berlangsung optimal. Contoh hasil pembacaan kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, seperti nnn pada Gambar 3.



Gambar 3 Contoh hasil pembacaan kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur

Pembacaan kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur yang ditampilkan pada LCD fisis alat maupun aplikasi Blynk IoT telah berfungsi dengan baik dan

sesuai dengan nilai yang diharapkan. Hal ini dibuktikan oleh kesesuaian nilai tegangan, arus, dan daya yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk IoT.

B. Pengukuran Kinerja Sistem Pengendali Beban Listrik Fase-Tunggal Tiga Jalur Terhadap Beban Berlebih (Overload) Pada Blynk Iot

Pengukuran kinerja sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur terhadap beban berlebih (*overload*) pada Blynk IoT, yaitu pendeteksian nilai beban ketika lewati ambang batas maksimum yang ditentukan. Proses ini bertujuan untuk pengukuran keakuratan dan keandalan responsif sistem saat beban disimulasikan lebih dari yang ditentukan dengan parameter yang diamati, meliputi tegangan, arus dan daya. Saat sistem terdeteksi beban berlebih, maka memicu notifikasi muncul pada *device* aplikasi Blynk

Sebagai acuan untuk lakukan tindakan pengendalian beban. Pengendalian dilakukan melalui *switch* yang tersedia pada aplikasi Blynk IoT, di mana beban dapat dinon-aktifkan pada jalur terkait secara langsung dari aplikasi. Tampilan sistem saat pengukuran kinerja pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan sistem saat pengukuran kinerja pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur

Hasil pengukuran pada gambar tertampil fisis alat dengan tampilan LCD nilai keluaran satu jalur dengan kondisi beban berlebih kemudian notifikasi muncul pada *device* pengguna dan fungsi pengendalian beban ini berjalan sesuai dengan ketentuan, terbukti dari keberhasilan sistem dalam pemutusan beban sesuai perintah pengguna setelah muncul notifikasi beban berlebih (*overload*).

C. Pengambilan Data Saat Pengukuran Kinerja

Pengambilan data saat pengukuran kinerja sistem, yaitu dilakukan dengan pengambilan data pada tiga jalur berbeda, yaitu ketika masing-masing jalur terdapat beban berlebih (*overload*). Proses ini digunakan sebagai pencatatan parameter kinerja sistem, termasuk kemampuan deteksi beban berlebih dan responsif pengendalian beban melalui aplikasi Blynk IoT.

- Pengambilan data #1

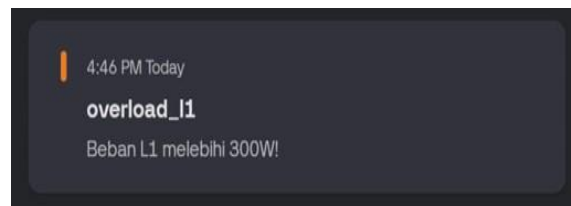
Pengambilan data #1 berupa pemberian kondisi terhadap sistem pada masing-masing jalur. Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L1, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L1

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	223	1.4	307
2	L2	223	0.5	122
3	L3	223	0.6	124



Hasil pengukuran ditunjukkan, bahwa pada jalur L1 daya terukur sebesar 307 W, lebih dari batas maksimum sebesar 300 W. Kondisi ini memicu sistem untuk memicu adanya notifikasi sebagai acuan dalam upaya pengendalian beban. Notifikasi beban berlebih (*overload*) jalur L1, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

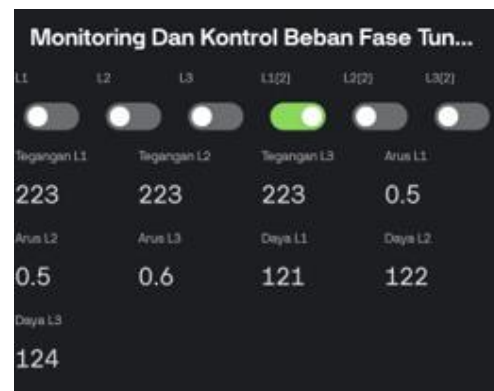


Gambar 5 Notifikasi beban berlebih (*overload*) jalur L1

Jalur L1 dalam kondisi beban berlebih, sehingga diperlukan tindakan pengendalian beban berupa pemutusan beban melalui Blynk, sebagaimana hasil pengendalian beban yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengendalian beban jalur L1

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	223	0.5	121
2	L2	223	0.5	122
3	L3	223	0.6	124



Setelah dilakukan pemutusan beban, nilai daya pada jalur L1 turun menjadi 121 W, yang ditunjukkan dengan jalur tersebut tidak lagi dalam kondisi *overload*.

- Pengambilan data #2

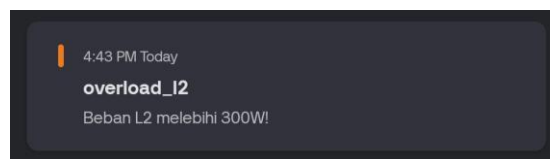
Pengambilan data #2 berupa pemberian kondisi terhadap sistem pada masing-masing jalur. Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L2, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L2

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	224	0.5	120
2	L2	224	1.4	302
3	L3	224	0.5	122



Hasil pengukuran ditunjukkan, bahwa pada jalur L2 daya terukur sebesar 302 W, lebih dari batas maksimum sebesar 300 W. Kondisi ini memicu sistem untuk adanya notifikasi sebagai acuan dalam pengendalian beban. Notifikasi beban berlebih (*overload*) ditunjukkan pada Gambar 6.

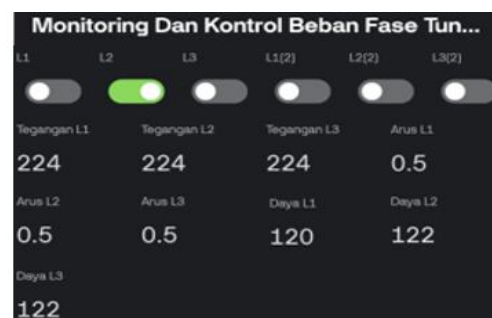


Gambar 6 Notifikasi beban berlebih (*overload*) jalur L2

Jalur L2 dalam kondisi beban berlebih, sehingga diperlukan tindakan pengendalian beban, pengendalian dilakukan dengan pemutusan beban melalui aplikasi, sebagaimana hasil pengendalian beban ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengendalian beban jalur L2

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	224	0.5	120
2	L2	224	0.5	122
3	L3	224	0.5	122



Setelah dilakukan pemutusan beban, nilai daya pada jalur L2 turun menjadi 122 W, jalur tersebut tidak lagi dalam kondisi *overload*.

- Pengambilan data #3

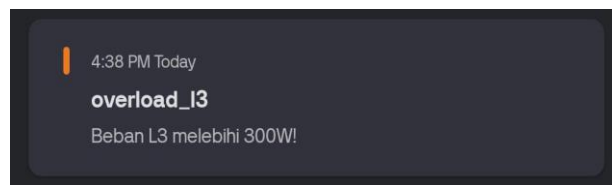
Pengambilan data #3 berupa pemberian kondisi terhadap sistem pada masing-masing jalur. Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L3, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Data pengendalian beban dengan beban maksimum pada jalur L3

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	226	0.6	125
2	L2	226	0.5	124
3	L3	226	1.4	312



Hasil pengukuran ditunjukkan, bahwa pada jalur L3 daya terukur sebesar 312 W, lebih dari batas maksimum sebesar 300 W. Kondisi ini memicu sistem untuk adanya notifikasi sebagai acuan dalam pengendalian beban. Notifikasi beban berlebih (*overload*), seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Notifikasi beban berlebih (*overload*) jalur L3

Jalur L3 dalam kondisi beban, sehingga diperlukan tindakan pengendalian beban, pengendalian dilakukan dengan pemutusan beban melalui aplikasi. Hasil pengendalian beban jalur L3, seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengendalian beban jalur L3

No	Jalur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	L1	226	0.6	125
2	L2	226	0.5	124
3	L3	226	0.5	119



Setelah dilakukan pemutusan beban, nilai daya pada jalur L3 turun menjadi 119 W, hal itu sebagai petinjuk, bahwa jalur tersebut tidak lagi dalam kondisi *overload*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, kesimpulan ditetapkan sesuai dengan sasaran penelitian. Aktualisasi sistem peranti elektronika cerdas berbasis *platform* Blynk dilaksanakan melalui

tiga tahapan, yaitu perolehan bentuk fisis, pemrograman dan pengelolaan, serta pengukuran kinerja peranti elektronika cerdas untuk sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berbasis *platform* Blynk.

- Perolehan bentuk fisis dilakukan melalui tahapan konstruksi *box* pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur, perakitan dan pengawatan, serta integrasi sistem. Pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur berhasil direalisasikan melalui integrasi mikrokontroler, sensor arus, relai, dan LCD.
- Pemrograman sistem dilakukan melalui tahapan pemrograman mikrokontroler dan pengelolaan *platform* Blynk IoT. Pemrograman sistem dengan Arduino IDE menggunakan bahasa C++ dihubungkan ke Blynk IoT, sehingga data
- pembacaan parameter dapat dipantau secara *real-time* dan beban dapat dikendalikan dari jarak jauh.
- Pengukuran sistem pengendali beban listrik fase-tunggal tiga jalur dilaksanakan melalui pembacaan kinerja sistem pada LCD dan aplikasi Blynk IoT, pembacaan kinerja terhadap beban berlebih (*overload*) pada Blynk IoT, serta pengambilan data saat pengukuran kinerja sistem dengan simulasi pemberian kondisi masing-masing jalur diberi beban berlebih.

Hasil pengujian ditunjukkan bahwa pembacaan tegangan, arus, dan daya ditampilkan akurat pada LCD maupun aplikasi, serta notifikasi *overload* berhasil dipicu dan beban dapat dikendalikan ketika daya melebihi batas maksimum 300 W per jalur.

V. REFERENSI

- [1] A. L. Muchlas, “Monitoring Dan Kontrol Ketidakseimbangan Arus Fasa Pada Sistem Distribusi Berbasis Internet Of Things (IoT),” 2024.
- [2] E. M. Leny and S. I. Haryudo, “Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [3] K. Bagas Wara, “Sistem Proteksi Dan Monitoring Keseimbangan Phase 3 Pada Panel Distribusi Berbasis Iot (Vol. 3),” *Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 2021.
- [4] D. Hendarto and B. P. Gumilang, “Penerapan Sistem Proteksi Under Over Voltage Relay Pada Low Voltage Main Distribusi Panel (Lvmdp) Di Gedung Ir H Priyono Uika Bogor,” *Juteks*, vol. 3, no. 2, p. 16, 2016.
- [5] E. E. Prasetyo and F. Ma'ruf, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Beban Listrik Berbasis Internet Of Things (Iot),” *PROSIDING SNAST*, pp. 39–48, 2018.
- [6] M. T. A. Muharram and S. Suratun, “Rancang Bangun Panel Kontrol Sistem Ats Amf Berbasis Arduino Yang Terinformasi Pada Android,” *Jurnal Teknik Elektro dan Sains*, vol. 6, no. 2, 2019.

- [7] S. Suhendri and A. Goeritno, "Pemantauan energi listrik pada satu kWh-meter fase tunggal untuk empat kelompok beban berbasis metode payload data handling," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 14, no. 3, p. 272824, 2018.
- [8] Y. d Arizal, "Elektronika Dasar I," *Jakarta: Kencana*, 2016.
- [9] H. Antarissubhi *et al.*, *Pengantar Teknik Elektro*. TOHAR MEDIA, 2023.
- [10] M. F. Simbolon, "Rancang Bangun Monitoring Dan Pengontrolan Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet Of Things (Iot)".