

SKRIPSI

**SISTEM KONTROL DAN MONITORING
PEMANAS MAKANAN BERBASIS INTERNET
OF THINGS**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Komang Riana Putra

NIM. 2115344017

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring pemanas makanan berbasis internet of things. Sistem dirancang agar mampu mengendalikan suhu pemanas makanan secara otomatis maupun manual, serta memungkinkan pengguna melakukan pengawasan dan kontrol jarak jauh secara *real-time*.

Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras menggunakan ESP32 sebagai sistem kendali/kontrol, sensor suhu MLX90614 untuk mengukur suhu makanan, sensor PZEM-004T untuk memantau parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya, energi), modul relay SSR untuk mengaktifkan pemanas, serta LCD TFT 240×320 sebagai media tampilan lokal. Integrasi IoT dilakukan dengan aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet untuk monitoring, kontrol, serta pencatatan data secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik sesuai tujuan penelitian. Sensor MLX90614 juga sejatinya telah dapat membaca suhu dalam rentang 26,12 °C – 69,73 °C, sementara PZEM-004T mencatat parameter listrik stabil pada tegangan 204–223 V, arus 4, 12 A, dan daya 730 – 800 W. Data tercatat otomatis ke Google Spreadsheet dengan timestamp, dan pemanas dapat dikendalikan manual maupun otomatis melalui aplikasi Blynk.

Kata kunci: *Pemanas makanan, IoT, ESP32, MLX90614, PZEM-004T, Blynk*

ABSTRACT

This study aims to design and implement a food heater control system based on the Internet of Things (IoT) with temperature monitoring using a microcontroller. The system is designed to control the food heater temperature both automatically and manually, while allowing users to monitor and control it remotely in real time.

The research method includes hardware design using ESP32 as the control unit, MLX90614 infrared temperature sensor to measure food temperature, PZEM-004T sensor to monitor electrical parameters (voltage, current, power, and energy), SSR relay module to activate the heater, and a 240×320 TFT LCD as the local display interface. IoT integration is carried out using the Blynk application and Google Spreadsheet for monitoring, control, and automatic data logging. The test results show that the system performs well in accordance with the research objectives. The MLX90614 sensor successfully measured temperatures in the range of 26.12 °C – 69.73 °C, while the PZEM-004T recorded stable electrical parameters with voltage between 204–223 V, current of 4,12 A, and power ranging from 730 – 800 W. The recorded data is automatically stored in Google Spreadsheet with timestamps, and the heater can be controlled both manually and automatically via the Blynk application.

Keywords: Food heater, IoT, ESP32, MLX90614, PZEM-004T, Blynk

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Pemanas Makanan	5
2.2.2 Mikrokontroler ESP32.....	6
2.2.3 IoT	7
2.2.4 Sensor Suhu inframerah.....	10
2.2.5 LCD TFT (Liquid Crystal Display Thin Film Transistor)	12
2.2.6 PZEM-004T	13
2.2.7 Blynk	14
2.2.8 Relay.....	14
2.2.9 Solid state relay	15
2.2.10 Stepdown	16
2.2.11 Power Supply 12V.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Rancangan Sistem	18
3.1.1 Rancangan Hardware.....	18
3.1.1.1 Rancangan Perangkat	18
3.1.1.2 Rancangan Box Panel.....	23
3.1.1.3 Rancangan Keseluruhan Pemanas Makanan	23
3.1.2 Deskripsi Alat	24
3.1.3 Rancangan Software	25
3.1.3.1 Rancangan Spreadsheet.....	25
3.1.3.2 Rancangan Aplikasi Smartphone	26
3.2 Pembuatan Alat.....	27
3.2.1 Langkah Pembuatan Alat.....	27
3.2.1.1 Alat Dan Bahan	27
3.3 Analisis Hasil Penelitian	28
BAB IV	29

4.1	Hasil Impementasi	29
4.1.1	Implementasi Hardware.....	29
4.1.2	Impelentasi Software	31
4.1.2.1	Impelementasi Program Arduino IDE.....	31
4.1.2.2	Implementasi Aplikasi Blynk.....	49
4.1.2.3	Implementasi Hasil Pengukuran Data	50
4.2	Hasil Pengujian Sistem.....	57
4.2.1	Pengujian Alat	57
4.2.1.1	Pengujian Mikrokontroller ESP32	58
4.2.1.2	Pengujian PZEM-004T	58
4.2.1.3	Pengujian Sensor MLX90614	59
4.2.1.4	Pengujian Relay 2 Channel	60
4.2.1.6	Pengujian LCD TFT 240×320	62
4.2.2	Pengujian Aplikasi.....	63
4.2.4	Pengujian Parameter-Parameter yang Diamati	70
4.2.5	Analisa Pengujian Sistem Pemanas Berdasarkan Rentang Waktu Pemanasan	71
4.2.6	Analisa Pengaruh Lama Pemanasan terhadap Suhu dan Konsumsi Daya.....	71
5.1	Kesimpulan.....	72
BAB V PENUTUP.....		72
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Pemanas Makanan	6
Gambar 2.2 ESP32	7
Gambar 2.3 Konsep IOT	10
Gambar 2.4 Sensor Suhu inframerah	12
Gambar 2.5 LCD TFT (Liquid Crystal Display Thin Film Transistor).....	12
Gambar 2.6 Sensor Pzem-004t.....	13
Gambar 2.7 Logo Bylink.....	14
Gambar 2.8 Modul Relay	15
Gambar 2.9 Solid State Relay (SSR).....	16
Gambar 2.10 Modul Step-Down 5v	17
Gambar 2.11 Power Suplay 12v.....	17
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Perangkat Mikrokontroler.....	19
Gambar 3.2 Wiring Diagram Perancangan Perangkat Mikrokontroler	21
Gambar 3.3 Flowchart Sistem.....	22
Gambar 3.4 Rancangan Box Panel.....	23
Gambar 3.5 Rancangan Alat Pemanas Makanan	23
Gambar 3.6 Tampak Dalam Pada Pemanas Makanan.....	24
Gambar 3.7 Spreadsheet.....	26
Gambar 3.8 Rancangan Tampilan Aplikasi.....	26
Gambar 4.1 Foto Alat Setelah Dirakit Lengkap Dan Ditempatkan Dalam Box Panel.....	30
Gambar 4.2 Tampilan LCD TFT.....	30
Gambar 4.3 Inisialisasi Implementasi Library	32
Gambar 4.4 Inisialisasi Library Sistem Pemanas	32
Gambar 4.5 Konfigurasi Kode	33
Gambar 4.6 Konfigurasi Alamat Bylink	33
Gambar 4.7 Definisi Kode PZEM.....	34
Gambar 4.8 Pin Serial	35
Gambar 4.9 Konfigurasi Pin Output ESP32 Untuk Relay Pemanas da Buzzer	36
Gambar 4.10 Inisialisasi Program	36
Gambar 4.11 Inisialisasi Float Parameter.....	38
Gambar 4.12 Konfigurasi Virtual Pin Blynk.....	38
Gambar 4.13 Void Setup Wiring.....	40
Gambar 4.14 Void Loop Wiring Blynk	41

Gambar 4.15 Auto Trigger	42
Gambar 4.16 Logika Pengaturan Waktu Pemanas dan Kendali Otomatis Pemanas	44
Gambar 4.17 Kode Program Pengiriman Notifikasi, Logging Data Sensor, dan Pengendalian Output	46
Gambar 4.18 Pengiriman Data ke Googlesheet	48
Gambar 4.19 Hasil Pengukuran Data Untuk Pasta Pada Spreadsheet.....	50
Gambar 4.20 Hasil Pengukuran Data Untuk Makanan Bakpao Pada Spreadsheet	51
Gambar 4.21 Hasil Pengukuran Data Pada Makanan Kentang di Spreadsheet.....	53
Gambar 4.22 Hasil Pengukuran Data Pada Makanan Outmeal di Spreadsheet.....	54
Gambar 4.23 Pengukuran Data Pada Makanan Bolu Kukus di Spreadsheet	56
Gambar 4.24 Pengujian Board Info ESP32.....	58
Gambar 4.25 Pengujian Sensor PZEM-004T.....	59
Gambar 4.26 Pengujian Sensor Suhu Serial Monitor.....	60
Gambar 4.27 Pengujian Relay 2 Channel	61
Gambar 4.28 Pengujian Kontrol SSR.....	62
Gambar 4.29 Pengujian Tampilan LCD TFT.....	62
Gambar 4.30 Tampilan Aplikasi Blynk Pemanas Makanan Bakpau	63
Gambar 4.31 Tampilan Aplikasi Blynk Pemanas Makanan Kentang	64
Gambar 4.32 Tampilan Aplikasi Blynk Pemanas Makanan Bolu Kukus	66
Gambar 4.33 Tampilan Aplikasi Blynk Pemanas Makanan Pasta	67
Gambar 4.34 Tampilan Aplikasi Blynk Pemanas Makanan Oatmeal	68
Gambar 4.35 Tampilan Notifikasi di Smartphone	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi LCD TFT	13
Tabel 3.1 Keterangan Wiring Diagram	21
Tabel 3.2 Penjelasan Pin Komponen ke Pin ESP32	21
Tabel 3.3 Penjelasan Pin Komponen ke Pin Relay	22
Tabel 3.4 Alat – Alat Keperluan	27
Tabel 3.5 Bahan Komponen Mikrokontroler	27
Tabel 3.6 Bahan Komponen Alat	27
Tabel 3.7 Bahan Perangkat Lunak Yang Digunakan	28
Tabel 3.8 Pengambilan Data Hasil Percobaan	28
Tabel 4.1 Data Pengujian Parameter	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini berlangsung dengan cepat, terutama dalam bidang otomasi dan Internet of Things (IoT)[1]. Salah satu perangkat rumah tangga yang semakin berkembang adalah Pemanas Makanan, yang berfungsi untuk memanaskan makanan dengan cepat dan efisien. Namun, Pemanas makanan konvensional masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti pengaturan waktu dan suhu yang dilakukan secara manual serta kurangnya sistem pemantauan. Sehingga seseorang perlu secara berkala mengecek makanan untuk memastikan pemanasan yang merata keterbatasan ini membuat seseorang harus tetap berada didekat alat pemanas selama proses pemanasan berlangsung yang mengurangi efesiensi waktu secara produktif[2].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan sistem kontrol berbasis Internet of Things (IoT) pada Pemanas Makanan menjadi solusi inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam menggunakannya. Dengan adanya sistem ini, seseorang dapat mengontrol dan memonitor suhu serta waktu pemanasan secara real-time melalui aplikasi berbasis IoT, sehingga memungkinkan pengawasan jarak jauh tanpa harus berada di dekat perangkat. Selain itu, dengan integrasi sensor suhu dan waktu, sistem ini dapat menyesuaikan pengaturan pemanasan berdasarkan jenis makanan yang dimasukkan, sehingga dapat menghasilkan tingkat pemanasan yang optimal. Penerapan mikrokontroler ESP32 dalam sistem ini memungkinkan komunikasi data secara cepat dan efisien antara sensor dan aplikasi IoT, menjadikannya solusi yang lebih modern dan efektif dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, dengan integrasi sensor suhu dan waktu, sistem ini dapat menyesuaikan pengaturan pemanasan berdasarkan jenis makanan yang dimasukkan, sehingga dapat menghasilkan tingkat pemanasan yang optimal.

Penerapan mikrokontroler ESP32 dalam sistem ini memungkinkan komunikasi data secara cepat dan efisien antara sensor dan aplikasi IoT, menjadikannya solusi yang lebih modern dan efektif dibandingkan dengan metode manual[3]. Melalui penelitian ini, diharapkan kontribusi terhadap perkembangan teknologi pada peralatan rumah tangga dapat semakin nyata, serta memberikan manfaat bagi masyarakat dalam meningkatkan kualitas pemanas

Makanan secara lebih presisi, hemat energi, dan mudah digunakan penerapan

sistem kontrol pemanas makanan berbasis IoT juga memiliki potensi untuk mengurangi konsumsi daya listrik yang berlebihan. Pemanas makanan konvensional sering kali dioperasikan dalam durasi yang tidak optimal, sehingga menyebabkan pemborosan energi. Dengan adanya fitur monitoring suhu dan waktu pemanasan secara real-time, sistem ini dapat menyesuaikan durasi pemanasan secara otomatis berdasarkan suhu aktual makanan, sehingga seseorang daya listrik menjadi lebih hemat dan efisien.

Pada penelitian ini, fokus utama adalah meningkatkan kinerja sistem kontrol pemanas makanan dengan menerapkan teknologi IoT. Sistem yang dikembangkan akan memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses pemanasan pada makanan secara otomatis melalui smartphone. Fitur utama dalam sistem ini mencakup pemanas otomatis, sensor suhu dan waktu pemanasan serta sistem monitoring berbasis IoT yang dapat memberikan informasi real-time kepada seseorang. Oleh karena itu, penelitian ini mengusung judul Sistem kontrol Pemanas Makanan berbasis Internet of Things (IoT) dan monitoring suhu menggunakan mikrokontroler .

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah.

- a. Bagaimana penerapan internet of things dalam pengaturan suhu dan waktu oprasi pemanas makanan ?
- b. Bagaimana membuat sebuah sistem monitoring pada pemanas makanan?

1.3 Batasan Masalah

Agar Penelitian ini tetap fokus meningkatkan kinerja sistem kontrol pemanas makanan berbasis internet of things, beberapa batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah :

- a. Penelitian ini menggunakan pemanas makanan kapasitas dimensi 17 liter.
- b. Sistem komunikasi yang digunakan dalam pengaturan suhu dan waktu Pemanas Makanan adalah jaringan WiFi dari ESP32 ke blynk
- c. Penelitian ini hanya mengontrol suhu dan waktu, serta memonitoring tegangan, arus, Dan daya, saat pemanasan makanan
- d. jenis makanan yang di panaskan pada penelitian ini adalah bakpao,oatmeal, pasta beku, kentang, bolu kukus

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disusun diatas,tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat merangkai sistem kontrol Pemanas Makanan berbasis internet of things dan monitoring suhu menggunakan mikrokontroler.
- b. Dapat mengetahui bahwa internet of things digunakan untuk mengontrol suhu dan waktu pemanas makanan jarak jauh secara real-time

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik dalam ranah akademik maupun praktis, yaitu:

- a. Manfaat akademik
 1. Sebagai bahan acuan dan bahan pembelajarn untuk memperluas wawasan serta pengetahuan dalam sistem kontrol pemanas makanan berbasis internet of things dengan memonitoring suhu dan waktu pemanasan.
 2. Sebagai acuan bagi penelitian penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem kontrol pemanas makanan berbasis internet of things memonitoring suhu dan waktu pemanasan secara real-time.
- b. Manfaat praktis
 1. Untuk meningkatkan kualitas sistem kontrol pada pemanas makanan sehingga lebih tahan lama dan memiliki keandalan tinggi
 2. Membantu mempercepat proses pemantauan tingkat pemanasan pada makanan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, serta hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem sejatinya telah berhasil dibangun menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor suhu MLX90614, sensor kelistrikan PZEM-004T, relay SSR, LCD TFT 240×320, serta buzzer. Hasil pengujian menunjukkan bahwasanya setiap komponen berfungsi optimal dan saling terintegrasi. Relay juga dapat mengendalikan pemanas secara otomatis berdasarkan input sensor, LCD TFT menampilkan data real-time berupa suhu (26,12 °C – 54,05 °C), tegangan (213–219 V), arus 4.13 A, dan daya (732.5–755.8W), sementara buzzer bekerja sebagai alarm indikator proses pemanasan.
2. Penggunaan sisten *Internet of Things* (IoT) terbukti telah dapat melakukan kontroling dan juga monitoring pemanas makanan secara *real-time* serta jarak jauh. Data hasil pengujian menunjukkan bahwasanya terkait suhu makanan berhasil dipantau dari awal pemanasan sebesar 26,12 °C hingga mencapai 54,05 °C dalam rentang waktu ± 17 menit, dengan seluruh parameter tercatat otomatis pada Google Spreadsheet disertai penanda waktu (*timestamp*). Selain itu, pengguna dapat mengontrol status pemanas melalui aplikasi Blynk, baik untuk menyalakan maupun mematikan perangkat secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi IoT pada sistem yang dirancang tidak hanya meningkatkan efisiensi pemantauan, tetapi juga memberikan fleksibilitas tinggi bagi pengguna untuk mengatur proses pemanasan dari lokasi yang berbeda.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan fleksibilitas, sistem bisa dirancang agar dapat menggunakan sumber energi alternatif, seperti panel surya, sehingga lebih efisien dan ramah lingkungan.
2. Menambahkan UPS atau baterai cadangan agar sistem tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Junaidi, “Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review,” *J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. IV, no. 3, pp. 62–66, 2015.
- [2] A. Amir, A. Wiraningtyas, and N. Annafi, “Perbandingan Metode Ekstraksi Natrium Alginat : Metode Konvensional dan Microwave Assisted Extraction (MAE),” *Chempublish J.*, vol. 1, no. 2, pp. 7–13, 2016.
- [3] C. T. Salawali, R. Satra, and I. As’ad, “Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Kontrol-Monitoring Proses Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel Berbasis ESP32,” *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 4, no. 3, pp. 221–230, 2023.
- [4] A. I. H. Cholilalah, Rois Arifin, “Fundamental Internet of Things (IOT) TEORI DAN APLIKASI,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 82–95, 2019.
- [5] B. A. Rosyida Permatasari, M. Sjahrul Annas, “Distribusi Temperatur Pada Microwave menggunakan Metode CFD,” *Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XIV (SNTT M XIV)*, no. 1, pp. 1–5, 2015, [Online]. Available: <http://eprints.unlam.ac.id/634/1/KE-57.pdf>
- [6] M. E. Simanjuntak and P. S. Widyawati, “Pengeringan Ampas Tebu Pada Microwave: Kinetika Pengeringan, Diffusi Efektif Dan Aspek Energi,” *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 15, no. 1, p. 62, 2022, doi: 10.20961/jthp.v15i1.51495.
- [7] S. M. Karsodimejo, F. Kusnandar, H. N. Lioe, and A. Jayanegara, “Modulasi Kadar Pati Resisten Berbagai Pangan Karbohidrat melalui Pemanasan Microwave: Meta-Analisis,” *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 34, no. 2, pp. 210– 223, 2023, doi: 10.6066/jtip.2023.34.2.210.
- [8] Z. Li, K. Peng, N. Ji, W. Zhang, W. Tian, and Z. Gao, “Advanced mechanisms and applications of microwave-assisted synthesis of carbon-based materials: a brief review,” *Nanoscale Adv.*, pp. 419–432, 2024, doi: 10.1039/d4na00701h.
- [9] H. Hardoko, Z. M. Arifin, T. Sutan Haji, J. E. Tambunan, and H. Djamaludin, “Penggunaan Teknologi Gelombang Mikro Untuk Pengempukan Sate Tuna Di Poklahsar Mina Jaya Mandiri, Pantai Kondang Merak, Malang,” *Pros. Konf. Nas. Pengabdi. Kpd. Masy. dan Corp. Soc. Responsib.*, vol. 6, no. November, pp. 1–7, 2023, doi: 10.37695/pkmcsr.v6i0.2045.
- [10] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*,

- vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [11] E. E. Prasetyo, “Aplikasi Internet of Things (IoT) Untuk Pemantauan dan Pengendalian Beban Listrik di Ruangan,” *Tek. STTKD*, vol. 4, no. 2, pp. 28–39, 2017.
 - [12] A. G. Arifah, A. N. Costrada, and H. Harmadi, “Inovasi Pulse Oximeter dengan Sumber Cahaya LED Merah dan Inframerah yang Dilengkapi Suhu Tubuh Menggunakan Sensor MLX90614 Berbasis IoT,” *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 2, pp. 200–206, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.2.199-205.2023.
 - [13] Asiva Noor Rachmayani, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Kendali Ketukan Lonceng Berbasis Internet Of Things (iot),” p. 6, 2015.
 - [14] S. Monitoring, F. Efficient, E. Management, I. Housing, M. A. Firdiansyah, and I. F. Rahmad, “Monitoring Cerdas Untuk Pengelolaan Energi Efisien Di Perumahan,” vol. 1, no. 1, 2024.
 - [15] M. Iqbal, A. Rosadi, and E. K. Andana, “PERANCANGAN SISTEM IoT UNTUK DETEKSI DINI BANJIR BERBASIS,” vol. 4, no. 1, pp. 18–28, 2022.
 - [16] P. E. S. Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, and A. Amarudin, “Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroller Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 121–135, 2021, doi: 10.33365/jtikom.v2i1.111.
 - [17] Eko Kustiawan, “Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven (PHO) ,” *CIR J. STT YUPPENTEK*, vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2018.
 - [18] L. W. Cahyadi, T. Andromeda, and M. Facta, “Kinerja Konverter Arus Searah Tipe Buck Converter Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis TL494,” *Transient*, vol. 6, p. 7, 2017.
 - [19] G. S. A. Putra, A. Nabila, and A. B. Pulungan, “Power Supply Variabel Berbasis Arduino,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 139–143, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.53.
 - [20] A. G. Gtg, “Pengujian Unjuk Kerja Switching Mode Power Supply 12 Volt 10 Ampere,” Universitas Gadjah Mada, 2019. Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/181850>