

RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING BEBAN SATU FASA BERBASIS ANDROID DENGAN SENDOR PZEM-004T

Asry Nathania Ardelia Sihite¹, Catra Indra Cahyadi², Suherman³
Politeknik Penerbangan Medan, Medan

e-mail: ¹asrynathania@gmail.com, ²catraindracahyadi@gmail.com,
³suherman15051996@gmail.com

Abstract: *The development of Internet of Things (IoT) technology has driven progress in electrical device monitoring and control systems, especially in single-phase installations. This research aims to design and implement an Android-based single-phase electrical load monitoring and control system by utilizing the PZEM-004T sensor to measure voltage, current, and power in real-time. This system uses two microcontrollers, namely Arduino Nano as the main processor of sensor data and ESP32 to send data to the Blynk application via a WiFi connection. The Blynk application serves as a user interface, enabling remote monitoring and control of electrical loads through a smartphone. Three PZEM-004T sensors are used to monitor three separate load channels, while a 4-channel relay module acts as an actuator to control the ON/OFF status of each load. The system was tested under various load conditions to verify the accuracy of the sensor readings and the responsiveness of control commands via Blynk. This system is not only effective for monitoring and controlling power usage efficiently, but it also holds great potential as a learning tool in the fields of electronics and IoT-based electrical system applications for residential or laboratory environments.*

Keywords: *Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Load Monitoring, Power Control*

Abstrak: Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong kemajuan dalam sistem monitoring dan kontrol perangkat listrik, terutama pada instalasi satu fasa. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol beban listrik satu fasa berbasis Android dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya secara real-time. Sistem ini menggunakan dua mikrokontroler, yaitu Arduino Nano sebagai pengolah utama data sensor dan ESP32 untuk mengirimkan data ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi. Aplikasi *Blynk* digunakan sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan monitoring data dan pengendalian beban secara jarak jauh melalui *smartphone*. Tiga sensor PZEM-004T digunakan untuk memantau tiga saluran beban yang berbeda, sedangkan modul *relay 4 channel* digunakan sebagai aktuator yang mengontrol status hidup atau mati masing-masing beban. Sistem diuji dengan berbagai variasi kondisi beban untuk memastikan keakuratan pembacaan sensor dan kecepatan respon kontrol melalui *Blynk*. Sistem ini tidak hanya efektif untuk mengontrol dan memantau penggunaan energi listrik secara efisien, tetapi juga sangat potensial untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam bidang elektronika dan pemanfaatan teknologi *IoT* pada instalasi listrik rumah tangga atau laboratorium.

Kata kunci: *Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Monitoring Beban, Kontrol Daya*

PENDAHULUAN

Seiring dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang

mendukungnya seperti tersedianya energi listrik (Fitroni et al., 2024). Energi listrik memiliki peran penting dalam menyediakan pasokan energi sebagai sumber pencahayaan dan menjalankan

berbagai bisnis dan aktivitas manusia. Listrik merupakan satu-satunya energi yang mampu membawa semua kegiatan operasional, di mana energi adalah sumber daya alam yang dibutuhkan dalam kehidupan manusia dan juga pengembangan, terutama untuk kegiatan industrialisasi (Catra Indra Cahyadi, Sukarwoto, Suwarno, Doni Pinayungan., 2024).

Saat ini energi listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Menyediaan energi listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik (Lestari et al., 2024). Saat ini, energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok manusia, kebutuhan energi listrik sangat penting dalam menunjang kegiatan masyarakat untuk mengoptimalkan potensi pada suatu wilayah (Setiyo et al., 2023). Kestabilan daya listrik sangat penting bagi perusahaan, karena banyak perangkat elektronik, termasuk komputer dan server, memerlukan pasokan listrik yang stabil (Surya et al., 2023). Selain itu, penggunaan listrik kerap boros akibat rendahnya kesadaran masyarakat dan ketidakefisienan dalam penggunaan dan pemanfaatannya (Sasmita Susanto et al., 2025). Hal tersebut dapat menyebabkan pada kerugian pembiayaan listrik dan juga perangkat elektronik karena *lifetime* dari perangkat elektronik tersebut semakin berkurang.

Solusi dari hal di atas adalah dengan menerapkan sistem pengaturan beban listrik (Sasmita Susanto et al., 2025) Sistem ini memanfaatkan *Blynk* sebagai server untuk pemantauan daya, dengan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung melalui jaringan *WiFi* (Jokanan et al., 2022)

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pembagian beban satu fasa dengan memprioritaskan beban utama serta mematikan beban lain menggunakan metode logika untuk mencegah pemborosan listrik. Hasilnya berupa data

tegangan, arus, daya, dan kondisi *relay* yang dimonitoring dan dikirim ke aplikasi *Blynk* sebagai *database* kinerja sistem (Fitroni et al., 2024).

METODE

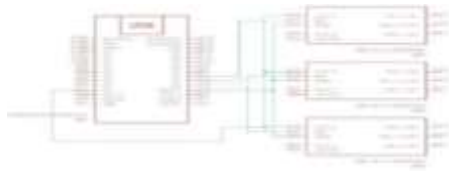
Metodologi penelitian yang digunakan dalam proyek akhir "*Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring Beban Satu Fasa Berbasis Android dengan Sensor PZEM-004T*" adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif menggunakan model ADDIE. Tahap *analyze* dilakukan dengan menganalisis permasalahan pemborosan listrik akibat penggunaan beban yang tidak efektif. Selanjutnya, pada tahap *design* disusun kerangka dan diagram blok alat sebagai dasar rancangan. Tahap *development* merealisasikan desain menjadi produk nyata, kemudian tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba alat untuk memperoleh data kinerja. Tahap terakhir yaitu *evaluation*, di mana hasil uji coba dan respon pengguna dievaluasi untuk menilai efektivitas serta perbaikan produk (Latip, 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Keras

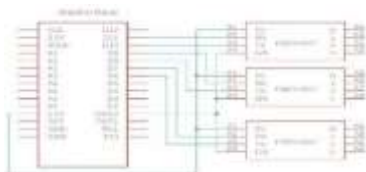
Pembuatan perangkat keras sistem dimulai dengan penyediaan komponen utama, yaitu *power supply* 5V, Arduino Nano sebagai pembaca data sensor, ESP32 sebagai modul komunikasi WiFi, sensor PZEM-004T untuk pengukuran listrik, relay 3 channel sebagai saklar otomatis, serta LCD 16x2 sebagai penampil lokal.

Rangkaian dirancang dengan komunikasi serial antara ESP32 dan Arduino Nano melalui pin TX/RX dengan ground bersama, sedangkan suplai tegangan diperoleh dari jalur VIN ESP32. Dengan konfigurasi ini, ESP32 berperan sebagai pengendali utama yang mengirim perintah sekaligus menerima data dari Arduino (Cahyadi Catra Indra & Siregar Muhammad Fadlan, 2018).



Gambar 1 Kendali Relay Arduino Uno

Untuk akurasi pemantauan energi, setiap jalur beban dipasang sensor PZEM-004T yang terhubung ke Arduino Nano melalui pin analog dengan suplai 5V dan GND. Sensor ini mengukur tegangan, arus, daya, dan energi, serta dilengkapi CT (*Current Transformer*) untuk pembacaan arus tidak langsung.



Gambar 2 Integrasi Sensor PZEM 004T

Perakitan sistem diawali dengan pembuatan layout rangkaian pada *software* EAGLE, dilanjutkan dengan pemasangan komponen ke PCB menggunakan kabel jumper sebagai penghubung data dan daya. Sensor PZEM dipasang ke beban melalui CT dan jalur *input/output*, lalu terhubung ke Arduino Nano via pin UART. Sensor tegangan dan sensor arus menghasilkan sinyal analog yang akan diproses oleh arduino menjadi data digital (Santoso & Prasetya, 2020). Data hasil pembacaan diteruskan ke ESP32 melalui koneksi serial, sedangkan LCD dihubungkan menggunakan pin I2C agar lebih efisien. Modul *relay* dikendalikan oleh ESP32 sebagai saklar beban. Setelah selesai dirakit, sistem diuji untuk memastikan koneksi aman tanpa arus pendek, kemudian dimasukkan ke *casing* agar lebih aman dan rapi.



Gambar 3. Perakitan Perangkat Keras Pembuatan Perangkat Lunak

Arduino IDE adalah perangkat lunak berbasis C/C++ yang digunakan untuk menulis, memverifikasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler. Pada sistem ini, Arduino IDE berfungsi memproses data sensor untuk menampilkan arus, tegangan, daya, serta kondisi *relay*. Proses dimulai dengan membuat program, memilih *board* sesuai perangkat (ESP32 atau Arduino Nano) di menu tools, lalu melakukan verifikasi melalui fitur *verify*. Jika kompilasi berhasil, muncul notifikasi “Done Compiling” sebelum program diunggah ke mikrokontroler.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  delay(1000);
}
```

Gambar 4 Code Program Arduino dengan PZEM 004T

Kode program yang dimiliki Arduino ini berfungsi untuk membaca data dari tiga sensor PZEM-004T v3.0 dengan Arduino Nano guna memantau tegangan, arus, dan daya dari tiga beban berbeda. Karena Arduino Nano hanya memiliki satu *port* serial bawaan, digunakan pustaka *SoftwareSerial* untuk menambah jalur komunikasi serial. Program juga memanggil empat *library* penting: *Wire.h* untuk komunikasi I2C, *LiquidCrystal_I2C.h* untuk menampilkan data di LCD I2C (alamat 0x27, ukuran 16x2), *SoftwareSerial.h* untuk port serial tambahan, dan *PZEM004Tv30.h* untuk membaca data dari sensor PZEM.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <PZEM004Tv30.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
PZEM004Tv30 pzem(mySerial);
```

Gambar 5 Code Program Arduino dengan Relay

Dalam penerapannya, sistem terhubung ke aplikasi *Blynk* melalui ESP32 dan jaringan internet untuk memantau serta mengendalikan relay, tegangan, arus, dan daya total beban

secara jarak jauh. Proses penggunaan dimulai dengan membuat akun dan template baru di *Blynk* (perangkat: ESP32, koneksi: WiFi), lalu menambahkan Virtual Pin untuk parameter listrik dan status relay. Dashboard dirancang dengan widget seperti *Gauge*, *Value Display*, dan *Button Switch*, yang terhubung ke Virtual Pin sesuai konfigurasi program pada ESP32.



Gambar 6 Tampilan Dashboard Monitoring dan Kontrol



Gambar 7 Code Program ESP32 ke Arduino IDE



Gambar 8. Code Program Arduino IDE dengan Blynk

Pada awal program ditentukan ID *template*, nama *template*, dan token autentikasi *Blynk* agar ESP32 dapat terhubung dengan akun pengguna, serta SSID dan password WiFi untuk koneksi internet. Sensor berkomunikasi melalui UART2 (GPIO 16 dan 17).

Sinkronisasi Perangkat Keras dan Lunak

Sinkronisasi perangkat keras dengan *Blynk* memungkinkan Arduino Nano mengolah data sensor, mengirimkannya ke ESP32, lalu

ditampilkan real-time di *smartphone*. Kontrol beban dilakukan lewat tombol virtual, sehingga monitoring dan pengendalian listrik menjadi mudah, cepat, dan jarak jauh.



Gambar 9 Sinkronisasi Perangkat

Pengujian Perangkat Keras

Pengujian *power supply* penting dilakukan karena menjadi sumber utama daya bagi seluruh komponen. *Power supply* berfungsi menyediakan tegangan sesuai kebutuhan sistem, dalam hal ini DC 5V untuk memberi sumber ke relay. Berikut hasil pengujiannya.

Tabel 1 Hasil Pengujian Power Supply

| Pengujian | V Input (AC) | V Output (DC) |
|-----------|--------------|---------------|
| 1 | 222,7 V | 5,0 V |
| 2 | 221,7 V | 5,0 V |
| 3 | 222,0 V | 5,1 V |
| 4 | 223,1 V | 5,2 V |
| 5 | 222,7 V | 5,0 V |

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa *power supply* berfungsi dengan baik, mampu mengubah tegangan AC 220V menjadi DC 5V sesuai kebutuhan sistem.

Sensor yang digunakan pada proyek ini adalah PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya listrik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil sensor dengan multimeter untuk memastikan akurasi dan kinerjanya. Data hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada LCD sebagai bentuk visualisasi. Berikut merupakan tabel hasil pengujiannya.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

| No | Tegangan (Multimeter) | Tegangan (LCD) | Arus (Multimeter) | Arus (LCD) |
|----|-----------------------|----------------|-------------------|------------|
| 1 | 4,72 V | 4,73 V | 0,04 A | 0,04 A |
| 2 | 4,73 V | 4,74 V | 0,04 A | 0,05 A |

| | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| 3 | 4,74 V | 4,74 V | 0,33 A | 0,39 A |
| 4 | 4,73 V | 4,74 V | 0,35 A | 0,39 A |
| 5 | 4,73 V | 4,73 V | 0,37 A | 0,41 A |

Arduino Nano berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dari tiga sensor PZEM-004T. Pengujian memastikan Arduino bekerja dengan baik, menerima suplai 5V dari *power supply*, serta stabil saat membaca sensor dan mengirim data ke ESP32.

Tabel 3 Pengujian Arduino Nano

| Pengujian | Tegangan <i>Input</i> |
|-----------|-----------------------|
| 1 | 4.6 VDC |
| 2 | 4.7 VDC |
| 3 | 4.7 VDC |
| 4 | 4.7 VDC |
| 5 | 4.6 VDC |

ESP32 digunakan sebagai modul utama proyek untuk memastikan kinerjanya sesuai harapan. Modul ini mendapat suplai 5V dari *power supply* dan diuji dengan multimeter pada pin VCC dan *Ground* untuk memastikan tegangan dan fungsionalitasnya.

Tabel 4 Pengujian Modul ESP32

| Pengujian | Tegangan <i>Input</i> |
|-----------|-----------------------|
| 1 | 4.72 VDC |
| 2 | 4.73 VDC |
| 3 | 4.74 VDC |
| 4 | 4.7 VDC |
| 5 | 4.72 VDC |

Relay 4CH berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengontrol stop kontak secara manual melalui *Blynk* atau otomatis oleh mikrokontroler. Pengujian memastikan relay merespons perintah dengan benar dan tegangan *stop* kontak tetap sesuai saat ON/OFF.

Tabel 5 Pengujian Relay

| Relay | Perintah | Relay Bekerja | Kondisi Stop Kontak | Tegangan Stop Kontak |
|-------|----------|---------------|---------------------|----------------------|
| 1 | OFF | Ya | Mati | 0 V |
| 1 | ON | Ya | Nyal a | 221,5 V |

| | | | | |
|---|-----|----|--------|---------|
| 2 | OFF | Ya | Mati | 0 V |
| 2 | ON | Ya | Nyal a | 221,5 V |
| 3 | OFF | Ya | Mati | 0 V |

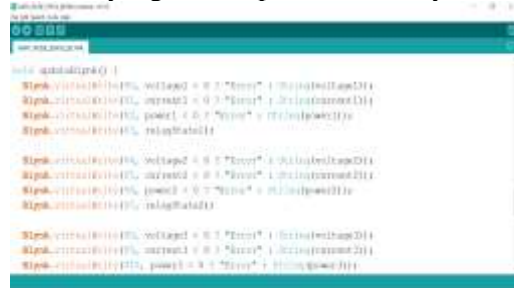
Pengujian beban dilakukan dengan menghubungkan alat ke sumber listrik dan memeriksa pemasangan komponen. Setelah saklar dinyalakan, beban berfungsi normal, menandakan sistem distribusi arus dan stop kontak bekerja dengan baik.

Tabel 6 Hasil Pengujian Beban

| Pengujian Beban Melalui Stopkontak | | |
|------------------------------------|------------|------------|
| Stopkontak /Chanell | Tegangan | Keterangan |
| 1 | 221,6 V AC | Normal |
| 2 | 221,5 V AC | Normal |
| 3 | 221,6 V AC | Normal |

Pengujian Perangkat Lunak

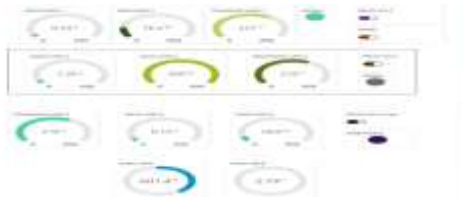
Setelah pembuatan kode untuk semua komponen perangkat keras selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan kompilasi. Proses ini bertujuan untuk memastikan kode yang dimasukkan benar dan bebas dari *error*. Setelah data sudah benar-benar *ter-compile* selesai maka dapat dilakukan proses upload pada board arduino yang telah dipilih sebelumnya.



Gambar 9 Code Program Kontrol dan Monitoring Blynk

Selanjutnya pengujian *blynk*

dilakukan dengan menyalakan beberapa beban listrik pada sistem, lalu mencatat pembacaan tegangan, arus, dan daya dari aplikasi *Blynk* dan membandingkannya dengan nilai yang diperoleh dari multimeter.



Gambar 10 Tampilan Monitoring dan Kontrol Relay pada Blynk

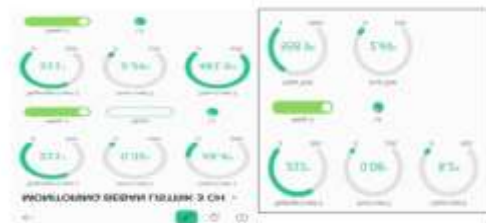
Pengujian Integrasi Sistem Keseluruhan

Pengujian integrasi bertujuan memastikan semua perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem *monitoring* dan kontrol beban listrik satu fasa berbasis Android bekerja secara terhubung dan sinkron. Tahapan pengujian meliputi:

1. Koneksi ESP ke Wifi, Sinkronisasi dengan aplikasi blynk, pengguna

membuka aplikasi Blynk, lalu sistem secara otomatis mengirimkan data sensor PZEM-004T ke dashboard aplikasi.

2. Monitoring data *real-time*, aplikasi menampilkan data tegangan, arus, dan daya tiap beban, termasuk total arus dan total daya.
3. Kontrol manual, pengguna dapat menyalakan atau mematikan beban listrik melalui tombol virtual di aplikasi blynk.
4. Proteksi otomatis, dimana jika daya pada beban satu melebihi batas yang ditentukan, sistem akan otomatis memutus aliran listrik untuk mencegah kerusakan.



Gambar 11 Tampilan Monitoring Sistem

Tabel 7 Pengujian Integrasi Sistem Monitoring Beban

| No. | Kondisi Beban | Arus (A) | Tegangan (V) | Daya (W) | Status Relay | Mode | Hasil di Blynk |
|-----|--------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|---------------------|
| 1 | Beban 1 ON | 0.34 | 224 | 76.2 | ON | Manual | Terbaca dengan baik |
| 2 | Beban 1 OFF | 0.00 | 0 | 0 | OFF | Manual | Tidak terbaca |
| 3 | Beban 2 ON | 0.91 | 224 | 205.7 | ON | Manual | Terbaca dengan baik |
| 4 | Beban 3 ON | 1.54 | 223 | 319.5 | ON | Manual | Terbaca dengan baik |
| 5 | Beban 1 Cut Off Otomatis | 1.65 | 223 | 374 | OFF (auto) | Otomatis | Relay OFF otomatis |
| 6 | Semua beban ON | 2.79 | 224 | 601.4 | Semua ON | Manual | Data total tampil |

Pada saat pengujian, sensor PZEM-004T dapat mendeteksi nilai tegangan, arus, dan daya secara *real-time*, lalu mengirimkannya ke Arduino Nano untuk diproses. Data yang telah diproses dikirim ke ESP32 selanjutnya dikirimkan ke

aplikasi *Blynk* menggunakan jaringan *WiFi*. Aplikasi *Blynk* berhasil menampilkan data dengan baik tanpa adanya keterlambatan yang signifikan. Selain itu, fungsi kontrol juga diuji melalui aplikasi dengan menyalakan dan

mematikan beban melalui tombol virtual.

Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian menunjukkan integrasi perangkat keras dan perangkat

lunak berjalan baik, di mana ESP32 mampu membaca data sensor PZEM-004T secara akurat dan menampilkannya secara real-time di aplikasi Blynk tanpa keterlambatan berarti.

Tabel 8 Pengujian Beban

| No | Beban | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Keterangan |
|-------|------------|--------------|----------|----------|--------------------|
| 1 | TWS | 226.7 | 0.03 | 3 | Beban 1 aktif |
| 2 | 1 Lampu | 226.7 | 0.34 | 76.1 | Beban 2 aktif |
| 3 | 1 Difusser | 226.7 | 0.06 | 7.4 | Beban 3 aktif |
| Total | | 226.7 | 0.43 | 86,5 | Jumlah semua beban |

Sensor PZEM-004T berhasil mendeteksi tegangan, arus, dan daya secara *real-time* lalu data ditampilkan di aplikasi *Blynk* tanpa keterlambatan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem kontrol dan *monitoring* beban satu fasa berbasis Android berhasil dibangun dengan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem menggunakan Arduino Nano sebagai pemroses data sensor, ESP32 untuk pengiriman data ke aplikasi Blynk melalui WiFi, serta sensor PZEM-004T digunakan untuk membaca tegangan, arus, dan daya. Data terbaca akurat, ditampilkan *real-time* pada aplikasi, dan beban dapat dikendalikan ON/OFF melalui *relay* dengan respon cepat. Selain itu, sistem dilengkapi proteksi otomatis saat daya berlebih sehingga efektif digunakan sebagai media pembelajaran sekaligus solusi *monitoring* dan pengendalian beban listrik berbasis IoT

DAFTAR PUSTAKA

Cahyadi Catra Indra, & Siregar Muhammad Fadlan. (2018). Implementation of Automatic Car Cleaning System with Microcontroller System Atmega 8.

International Journal of Engineering and Technology(UAE), 7(2.13 Special Issue 13), 418–420. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i3.2548>

Catra Indra Cahyadi, Sukarwoto, Suwarno, Doni Pinayungan. (2024). Analysis and evaluation of electrical energy consumption models for housing. *Seybold Report*, 19(02), 21–33. <https://doi.org/10.5110/77.1107>

Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis T Menggunakan Firebase dan Aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 47–55. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p47-55>

Latip, A. (2022). *PENERAPAN MODEL ADDIE DALAM PENGEMBANGAN*. 2, 102–108.

Santoso, K. A., & Prasetya, D. A. (2020). Rancang Bangun KWh Meter Digital Berbasis IoT. *Symposium Nasional RAPI XIX Tahun 2020 FT UMS*, 39–46.

<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bits/tream/handle/11617/12376/107.pdf?squence=1&isAllowed=y>

Sasmita Susanto, E., Bulan, S., & Dinola. (2025). Perancangan prototype alat monitoring dan kontrol peralatan listrik berbasis internet of things (IoT) pada rumah tangga menggunakan sensor Pzem-004T

-
- The design of a prototype monitoring and control device for household electrical appliances based on the i. *Jurnal SimanteC*, 13(2), 91.
- Setiyo, S., Cahyadi, C. I., Saputra, W., Sudjoko, R. I., & Faizah, F. (2023). Prototype Pengaturan Sistem Kontrol Otomasi Fuel Treatment Tangki Fuel Harian Dari Tangki Bulanan Genset Pada Power Station Bandar Udara. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(1), 55–64.
- <https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.55-64>
- Surya, I., Kustija, J., Eka Pawinanto, R., Pramudita, R., Adli Rizqulloh, M., Wahyudin, D., & Haritman, E. (2023). Sistem monitoring beban listrik dan perbaikan faktor daya menggunakan PZEM004T dan dashboard Adafruit berbasis IoT. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(3), 235–246.