

## Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik *Real-Time* Berbasis ESP32, Sensor PZEM 004T dan INA 219 Dengan *Interface LabVIEW*

Wiguna Persada Putra <sup>a</sup>, RR. Sri Poernomo Sari <sup>a</sup>, Mohamad Yamin <sup>a</sup>, Tri Mulyanto <sup>a</sup>, Bambang Suryawan <sup>a</sup>, Supriyono <sup>a</sup>, Adhika Enggar Pamungkas <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Jln. Margonda Raya, Depok, 16431, Indonesia

<sup>b</sup> Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Organisasi Riset Tenaga Nuklir (BATAN), Tangerang Selatan, 15314, Indonesia

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima 5 Mei 2025

Diterima setelah direvisi 1 Juni 2025

Disetujui 9 Juni 2025

#### Kata kunci:

IoT

Monitoring

ESP 32

PZEM 004T

INA 219

**Abstract** - Currently, infectious medical waste treatment equipment on a manufacturing scale does not have an energy performance monitoring system for the electricity used by the equipment. Therefore, an Internet of Things (IoT)-based electrical power detection device has been designed for medical waste sterilization equipment. With this system, users can monitor performance data accurately and in real time. The electrical power detection device operates by reading measurements from the AC current sensor PZEM 004T and the DC current sensor INA 219. The results of these readings are then received by the ESP 32 microcontroller and transmitted to the LabView software as the user interface via the TCP (Transmission Control Protocol). The power detection device can connect to the LabView software using an Ethernet cable, enabling real-time power monitoring. real time. Based on the readings from the electrical power detection device on the Medical Waste Treatment Device for Infectious Waste at the fabrication scale with its motor and four pumps.

**Intisari** - Saat ini Alat Pengolah Limbah Medis Infeksius infeksius skala fabrikasi belum memiliki sistem monitoring performa energi listrik yang digunakan oleh alat tersebut. Maka dari itu dirancang alat pendeteksi daya listrik berbasis Internet of Thing (IoT) pada alat sterilisasi limbah medis. Dengan sistem ini, pengguna dapat memonitor data performa secara akurat dan real-time. Cara kerja alat pendeteksi daya listrik melakukan pembacaan pengukuran dari sensor arus AC PZEM 004T dan sensor arus DC INA 219, yang kemudian hasil pembacaan akan diterima oleh mikrokontroler ESP 32 untuk diteruskan ke software LabView sebagai user interface melalui protokol TCP (Transmission Control Protocol) dimana alat pendeteksi daya dapat terkoneksi dengan software LabView menggunakan kabel LAN sehingga dapat melakukan monitoring daya secara real time. Berdasarkan pembacaan oleh alat pendeteksi daya listrik pada Alat Pengolah Limbah Medis Infeksius skala fabrikasi dengan motor dan 4 pompanya.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar belakang

Saat ini monitoring performa energi listrik yang digunakan oleh prototipe alat pengolah limbah medis masih dilakukan secara *on-site*, dimana pengguna harus mendatangi lokasi untuk mengambil data secara manual sehingga cukup menguras waktu dan kurang efisien. Kemudian *prototype* alat pengolah limbah medis yang ada saat ini, belum memiliki sistem monitoring performa energi listrik yang digunakan oleh *prototype* tersebut, padahal performa energi ini juga penting untuk dilakukan monitoring. Hal ini karena bagian keluaran AC berhubungan dengan beban listrik. Sehingga perlu dibuat sistem monitoring performa energi listrik yang dapat memberikan data performa energi listrik AC yang digunakan oleh *prototype* alat pengolah limbah medis secara akurat dan *real-time* [1]. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Thing* (IoT), sistem monitoring performa energi listrik dapat dilakukan monitoring data cukup dengan menggunakan PC / laptop yang terhubung dengan koneksi internet

dimanapun berada. Disamping itu, teknologi IoT juga sangat mendukung sistem *real-time*, sehingga seseorang yang berkepentingan terhadap data performa energi *prototype* alat sterilisasi limbah medis dapat memonitor performa energi dari jarak jauh pada waktu yang sama. Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka diperlukan sebuah alat untuk memonitoring daya listrik sehingga dirancang alat pendeteksi daya listrik yang diintegrasikan menggunakan sistem berbasis *micro controller wermos* ESP32 dan sensor PZEM-004T yang mampu mengukur besaran-besaran listrik seperti *voltage, current, power, energy, frequency* dan *power factor*. Sistem ini diuji cobakan langsung pada *prototype* alat pengolah limbah medis [2]. Pengujian sekaligus pengambilan data dari alat pengolah limbah bertujuan sebagai media pembelajaran untuk mengamati dan menganalisis performa energi listrik yang digunakan oleh alat sterilisasi limbah medis secara akurat dan *real-time* [3].

*Internet of Things* (IoT) memungkinkan objek fisik untuk melihat, mendengar, berpikir dan melakukan pekerjaan dengan membuat mereka berkomunikasi bersama, untuk berbagi informasi dan mengkoordinasikan

\* Corresponding Author:

E-mail: [wigunapersadaputra03@gmail.com](mailto:wigunapersadaputra03@gmail.com) (Wiguna Persada Putra)

keputusan. *Internet Of Communication* (IOC) mengubah benda-benda ini dari yang tradisional menjadi cerdas dengan memanfaatkan dasar teknologi seperti komputasi di mana saja dan meluas, perangkat yang dilengkapi, teknologi komunikasi, jaringan sensor, internet protokol dan aplikasi [4]. Mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik seperti halnya modul PZEM 004T sensor arus dan tegangan melalui sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan. Sensor PZEM 004T mengumpulkan data mentah *data real time* dan mengubah ke dalam format yang dimengerti oleh mesin sehingga mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format. Selanjutnya, alamat *Internet Protocol* (IP) dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet sehingga dapat terbaca pada *labVIEW* secara *real time* [5].

### 1.2. Penelitian terkait

Berikut merupakan beberapa penelitian terkait sebelumnya yang relevan dengan penelitian kali ini yaitu Ramadhan dkk., (2017) dengan judul penelitian yaitu "MOMIDRO: Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT pada Laboratorium Ketenagaan FTI UII", pada penelitian tersebut menunjukkan Sistem dapat melakukan monitoring dengan akurat secara *real-time*. Sehingga bisa menjadi solusi sesuai dengan masalah yang ada. Sistem harus terhubung ke internet agar bisa berjalan. Hasil pembacaan modul sensor PZEM-004T pada sistem ini memiliki nilai *error* rata-rata pembacaan tegangan, arus, daya, dan energi masing-masing sebesar 0,7%, 21,2%, 2,32%, dan 28,57%. Dengan pengujian dilakukan sebanyak 8 variasi beban RLC. Presentase perbedaan yang cukup besar terletak pada pembacaan *error* nilai arus dan energi, persentase *error* yang besar tersebut dikarenakan nilai acuan pembacaan arus dan energi yang sangat kecil, namun jika dilihat nilai real selisihnya, maka hasil pembacaan sensor sangat mendekati nilai acuan. Selain itu ada penulisan oleh Pangestu dkk., (2021) yang berjudul "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266", dari penulisan tersebut menunjukkan bahwa dari pengujian alat monitoring beban listrik dengan menggunakan beban induktif berupa lampu LED 15 Watt sebanyak 2 buah dan beban resistif berupa setrika listrik 350 Watt yang diset pada titik panas maksimum, alat bekerja dengan baik dan mampu membaca besaran arus dan daya yang digunakan pada saat pengkondisian ON terhadap beban induktif dan beban resistif, dan tingkat akurasi dari alat dalam membaca berkisar 96% sampai dengan 99%. Adapun referensi penelitian terkait selanjutnya oleh Pela dan Pramudita (2021) dengan judul "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis *Internet Of Things* Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi *Blynk*", *Prototype* sistem monitoring penggunaan daya listrik dengan aplikasi *Blynk* dapat berfungsi memonitoring daya, sehingga bisa mengetahui berapa *power*, *energy*, *voltase*, dan *current* pada setiap perangkat elektronik-nya. *Prototype* ini dapat digunakan sebagai sistem monitoring dalam melakukan penghematan daya listrik pada perangkat elektronik setiap harinya tanpa tidak perlu takut melunjaknya pembayaran listrik setiap bulan karna pemakaian yang tidak terkontrol [6].

## 2. Metode penelitian

### 2.1. Waktu dan tempat penelitian

Perancangan serta Penelitian ini dilakukan di Lab Otomasi Industri, Universitas Gunadarma mulai dari Bulan September 2024 hingga pada Bulan Mei 2025, adapun waktu dan tempat uji coba *Prototype* dilakukan di kos pada 28 Mei 2025.

### 2.2. Alat dan bahan

Dengan adanya penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan alat, sebagai penunjang kelancaran menyelesaikan penelitian, berikut merupakan alat dan bahan pendukung penelitian diantaranya:

- Laptop yang digunakan sebagai HMI (*Human Machine Interface*).
- Alat pendeteksi daya berbasis sensor PZEM 004T, yang dapat meliputi pengukuran tegangan, arus, energi, daya, faktor daya dan frekuensi.
- Sensor INA 219.
- Software* yang digunakan yaitu LabVIEW sebagai *user interface* untuk melakukan *recording* data pembacaan alat pendeteksi daya
- Software* Arduino Uno untuk melakukan *programming* alat.

### 2.3. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah Metode penelitian kualitatif dengan cara penelitian langsung atau biasa disebut *direct observation*. Penelitian diawali dengan melakukan perancangan alat monitoring kemudian memasukan program dengan arduino uno unukselanjutnya diuji coba apakah pemrograman berhasil Adapun dasar-dasar perhitungan yang dapat digunakan untuk mengolah data hasil pembacaan rancangan alat untuk membandingkan apakah hasilnya sesuai dengan perhitungan manual:

#### 1) Daya Listrik

Daya listrik merupakan besaran listrik yang digunakan untuk menyatakan besarnya energi listrik yang digunakan untuk menghidupkan peralatan elektronik. Daya listrik sendiri dinyatakan dalam satuan Watt, selain itu daya listrik terbagi menjadi 3 yaitu :[7]



Gambar 1. Segitiga Daya

#### a) Daya Nyata/Aktif

Daya aktif adalah suatu daya yang sesungguhnya terpakai untuk melakukan kerja terhadap beban atau merupakan daya yang sesungguhnya dibutuhkan beban. Besarnya daya nyata dapat ditentukan dengan rumus: [8]

Daya nyata 1 fasa:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (1)$$

Daya nyata 3 fasa:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \quad (2)$$

Keterangan:

- P = Daya listrik (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus listrik (Ampere)
- S = Daya semu (VA)
- cos φ = Faktor daya, nilai (<1)

b) Daya Semu

Daya semu adalah keseluruhan kapasitas daya yang belum terpakai. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar. Besarnya daya semu dapat ditentukan dengan rumus: [9]

Daya semu 1 fasa:

$$S = V \times I \tag{3}$$

Daya semu 3 fasa:

$$S = V \times I \times \sqrt{3} \tag{4}$$

Keterangan:

- S = Daya semu (VA)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus listrik (Ampere)

c) Daya Reaktif

Daya reaktif dapat dilihat pada segitiga daya merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Besarnya daya reaktif dapat ditentukan dengan rumus:

Daya reaktif 1 fasa: [10]

$$Q = S \times \sin \varphi \tag{5}$$

Daya reaktif 3 fasa:

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \times \sqrt{3} \tag{6}$$

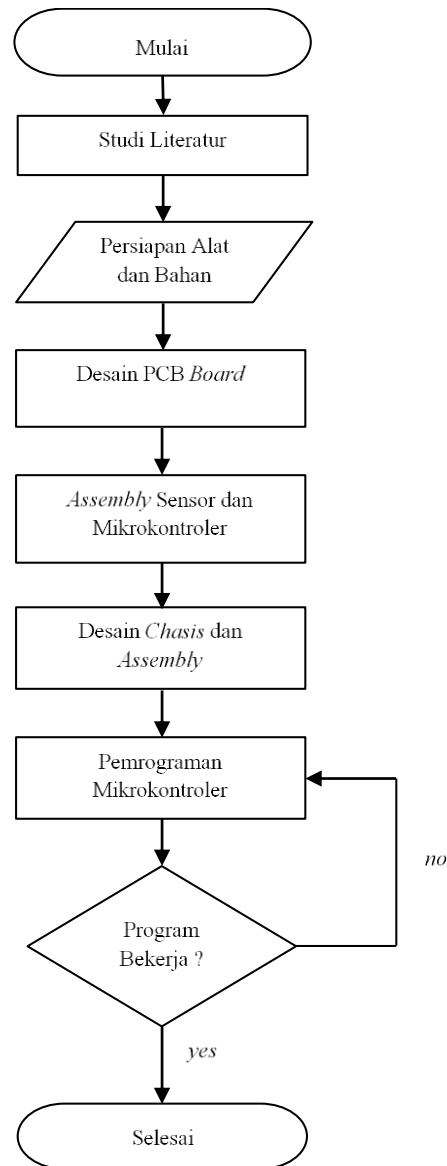
Keterangan:

- Q = Daya reaktif (VAR)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus listrik (Ampere)
- S = Daya semu (VA)

2) *Monitoring*

*Monitoring* adalah suatu proses untuk mengamati, mengecek, mengatur ataupun mengontrol sebuah kegiatan atau program yang dilakukan secara berkala untuk mengetahui apakah suatu program tersebut berjalan dengan baik. Dalam energi kelistrikan monitoring dilakukan untuk mengetahui tingkat konsumsi daya listrik dengan cara melakukan pengukuran nilai arus, tegangan dan daya sehingga dapat dilakukan analisa konsumsi daya listrik [11].

3) *Flowchart* Perancangan Alat Pendeteksi Daya



Gambar 2. *flowchart* Perancangan Alat Pendeteksi Daya

4) Penjelasan *flowchart*

a) Studi literatur

Dalam proses perancangan suatu alat alangkah lebih baiknya mempelajari alat tersebut Spesifikasi alat tersebut berdasarkan literatur seperti jurnal, e-book dll. Demi menyukkseskan proses perancangan alat tersebut sehingga dapat meminimalisir kegagalan yang mungkin akan terjadi.

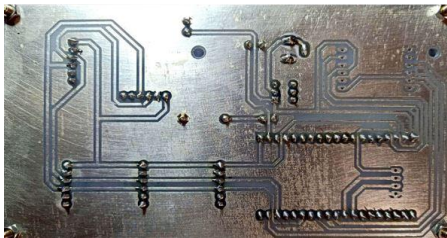
b) Persiapan alat dan bahan



Gambar 3. ESP32

Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam proses perancangan alat seperti sensor PZEM-004T, sensor INA 219, ESP32, komputer dan sebagainya.

c) Desain PCB Board



Gambar 4. PCB

Pada design PCB alat monitoring daya listrik ini menggunakan software EAGLE perlu diperhatikan dalam design PCB ukuran sebuah rangkaian sehingga dalam pembuatan PCB tidak memakan ukuran yang terlalu besar pada design PCB kali ini dibuat dengan ukuran 13x8 cm dan tebal 2 mm, dengan waktu pencetakan sekitar 120 menit. PCB yang telah selesai dibuat akan dirangkai pada alat elektronika supaya tidak memakan tempat yang terlalu besar maka ukurannya perlu di efesienkan. Dengan adanya PCB maka komponen-komponen elektronika itu menjadi terlihat rapi tidak semrawut dan mudah untuk melacak kesalahan atau kerusakan bila peralatan tersebut suatu saat nanti mangalami gangguan.

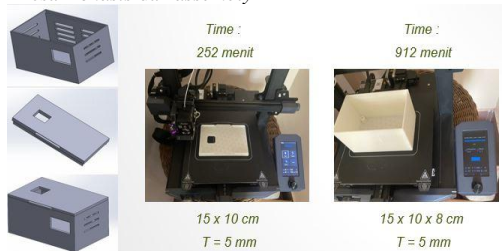
d) Assembly sensor dan mikrokontroler



Gambar 5. Assembly komponen

Komponen seperti sensor dan esp32 di rakit pada PCB yang telah dibuat sebelumnya sehingga terpasang dengan rapi.

e) Desain chasis dan assembly



Gambar 6. Chasis

Chasis merupakan tempat yang berfungsi sebagai wadah atau dudukan bagi komponen kelistrikan rangkaian alat pendeteksi daya listrik agar komponen listrik dapat terlindungi. Untuk membuat desain chasis alat pendeteksi daya listrik digunakan sebuah software desain yaitu Solidwork 2020.

f) Pemrograman mikrokontroler

Setelah alat pendeteksi daya selesai di assembly, selanjutnya adalah memasukan program monitoring daya pada mikrokontroler NodeMCU ESP32. Alat pendeteksi ini diprogram menggunakan software Arduino IDE yang bahasa pemrogramannya menyerupai bahasa C. Pemrograman dilakukan agar sensor pada alat pendeteksi daya listrik dapat melakukan pembacaan pengukuran yang kemudian hasil pembacaan akan diterima oleh mikrokontroler untuk diteruskan ke software LabView sebagai user interface melalui protokol TCP (*Transmission Control Protocol*) dimana alat pendeteksi daya dapat terkoneksi dengan LabView menggunakan jaringan WiFi.

g) Program bekerja?



Gambar 7. Uji Coba Alat

Setelah pemrograman mikrokontroler pada alat pendeteksi daya selanjutnya melakukan uji coba apakah alat sudah dapat bekerja sesuai program yang di buat, pada percobaan ini pemrograman telah berhasil seperti pada gambar 7, namun hanya perlu sedikit kalibrasi untuk penyesuaian.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melewati serangkaian proses perancangan alat monitoring listrik ini mulai dari desain pcb, assembly komponen sensor, assembly komponen sensor pada chasis dan melakukan pemrograman alat menggunakan arduino uno. Dapat diketahui bahwa alat yang dirancang mampu melakukan pembacaan daya listrik sesuai dengan pemrograman hanya saja diperlukan beberapa kalibrasi kembali agar hasil pembacaan bisa lebih baik lagi, contoh hasil pembacaannya adalah seperti berikut:

PZEM: Voltage: nan V, Current: nan A, Power: nan W, Energy: nan kWh, Frequency: nan Hz, PF: nan  
 INA219\_1: Bus Voltage: 0.87 V, Current: -0.80 mA, Power: 0.00 mW  
 INA219\_2: Bus Voltage: 0.88 V, Current: -0.20 mA, Power: 0.00 mW  
 INA219\_3: Bus Voltage: 0.89 V, Current: -0.10 mA, Power: 0.00 mW  
 INA219\_4: Bus Voltage: 0.88 V, Current: 0.10 mA, Power: 0.00 mW

Setelah dilakukan kalibrasi nantinya, maka alat monitoring ini dapat diaplikasikan untuk melakukan monitoring daya listrik pada alat sterilisasi limbah medis dengan skema rangkaian seperti pada gambar 8.

