



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Power Meter merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, energi listrik, dan faktor daya. Alat ini penting dalam sistem distribusi energi, baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri, karena dapat memberikan informasi akurat mengenai konsumsi energi secara *real-time*. Power Meter juga menjadi komponen utama dalam sistem Monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara efisien.

Penerapan IoT pada sistem monitoring konsumsi daya memungkinkan pengguna mengendalikan dan mengawasi penggunaan listrik dengan lebih baik. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan sensor multi-parameter listrik, mikrokontroler, serta modul komunikasi yang terhubung ke aplikasi berbasis web atau mobile. Dengan sistem ini, pengguna tidak hanya memantau konsumsi listrik tetapi juga dapat mengatur batas konsumsi dan menerima peringatan otomatis jika batas tersebut terlampaui, sebagaimana diterapkan dalam penelitian oleh Suarna dan Edy.

Di sektor industri dan perusahaan, IoT untuk monitoring konsumsi daya membantu dalam manajemen energi dengan memberikan informasi detail mengenai beban listrik, waktu puncak penggunaan, dan potensi penghematan energi. Hasil penelitian Kango dan Suhaedi menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam manajemen daya listrik perusahaan berkontribusi pada peningkatan efisiensi energi dan mendukung upaya keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan emisi karbon.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.1 Desain Sistem Power Meter

Sistem power meter modern dibangun dengan sensor arus (CT atau Hall-effect) dan sensor tegangan yang digunakan untuk membaca parameter listrik dasar seperti arus, tegangan, faktor daya, dan daya aktif. Sinyal analog tersebut kemudian disalurkan ke Analog Front-End (AFE) dan ADC—baik melalui AFE + MCU maupun IC khusus seperti ADE7753 atau STPM3x—untuk dilakukan konversi dan filtrasi sebelum diolah oleh microcontroller (MCU).

## 2.2 MCB 1 FASA

Pada gambar 2.1 adalah MCB (*Miniature Circuit Breaker*) merupakan perangkat listrik yang berfungsi sebagai pengaman dalam instalasi listrik. MCB akan memutus aliran listrik secara otomatis jika arus listrik yang mengalir melebihi kapasitas yang ditentukan. Hal ini mencegah kabel dan peralatan listrik dari kerusakan akibat panas berlebih. (Sutrisno & Hidayat, 2020).

Dalam sistem distribusi daya listrik, perlindungan terhadap gangguan arus lebih merupakan aspek yang sangat krusial untuk menjaga keandalan dan keselamatan instalasi. *Miniature Circuit Breaker* (MCB) dirancang khusus untuk memberikan perlindungan terhadap arus lebih dan hubungan singkat pada sistem tegangan rendah. Lebih dari sekadar perangkat mekanis



Gambar 2.2 MCB 1 Fasa

(Sumber: <https://www.se.com/id/id/>)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) memiliki berbagai kegunaan penting dalam instalasi listrik, di antaranya.

1. Proteksi dari Arus Lebih (*Overload*)
2. MCB memutus aliran listrik secara otomatis ketika arus melebihi

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- kapasitas yang ditentukan, mencegah kerusakan pada kabel dan perangkat listrik akibat panas berlebih.
3. Melindungi dari Hubungan Pendek (*Short Circuit*)
4. Jika terjadi korsleting yang bisa menyebabkan kebakaran atau kerusakan, MCB langsung memutus aliran listrik untuk mencegah bahaya.
5. Memastikan Keamanan Instalasi Listrik
6. Dengan MCB, risiko bahaya listrik seperti kebakaran atau kerusakan alat listrik dapat diminimalkan.
7. Mengurangi Gangguan Listrik di Sistem
8. MCB memungkinkan pemutusan selektif pada area yang bermasalah tanpa memengaruhi seluruh sistem instalasi listrik

### 2.3 Push Button

Pada gambar 2.2 adalah *Push button* merupakan saklar sederhana yang berfungsi menghubungkan atau memutus aliran arus listrik saat tombol ditekan.

*Push button* berfungsi sebagai penghubung atau pemutus dalam dua kondisi, yaitu terbuka (*On*), tertutup (*Off*), yang direpresentasikan oleh 1 dan 0. Kedua kondisi ini sangat penting dalam mengoperasikan perangkat listrik yang membutuhkan sumber energi. *Push button* menjadi sangat penting dalam industri karena langsung terhubung dengan operator dan digunakan untuk memulai dan menghentikan mesin. Sebuah mesin, seberapa canggih pun, masih membutuhkan saklar seperti *push button* untuk mengontrol kondisi *On* dan *Off* yang menjadi dasar dari sistem kerjanya (Maulana & Narpulaela, 2024)



Gambar 2.3 Push Button  
(Sumber: <https://www.se.com/id/id/>)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.4 Contactor

Pada gambar 2.4 adalah *Contactor* (Kontaktor) merupakan sebuah perangkat *elektromekanis* yang berfungsi untuk menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) aliran listrik pada rangkaian daya, terutama untuk beban besar seperti motor listrik, pemanas, lampu industri, dan sistem kelistrikan 3 fasa.

Komponen Utama dan Prinsip Kerja:

1. (Kumparan (*Coil*)) – Bagian elektromagnet yang menggerakkan kontak ketika diberi tegangan.
2. Kontak Utama (*Main Contacts*) – Menghubungkan/memutus aliran listrik utama (biasanya untuk fase R, S, T pada sistem 3 fase).
3. Kontak Bantu (*Auxiliary Contacts*) – Untuk sinyal kontrol (NO = *Normally Open*, NC = *Normally Closed*).
4. Mekanisme Pegas – Mengembalikan posisi kontak saat *coil* tidak berenergi.

Mode kerja:

- a. Ketika diberi tegangan, medan magnet menarik plunger sehingga kontak utama terhubung.
- b. Saat coil kehilangan daya, mengembalikan kontak ke posisi o



Gambar 2. 4 Contactor Schneider  
(Sumber: <https://www.se.com/id/id/>)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.5 PZEM-044T

Pada Gambar 2.6 adalah PZEM-004T merupakan modul pengukur energi listrik digital yang digunakan untuk memantau tegangan (V), arus (A), daya (W), energi (kWh), frekuensi (Hz), dan faktor daya (PF) dalam sistem listrik AC. Modul ini sering dipakai di proyek *IoT*, sistem monitoring energi, dan penghematan listrik. (Gunawan et al., 2023)



Gambar 2.5 PZEM-004T

(Sumber: <https://justdoelectronics-com.translate.goog/pzem-004t>)

Modul PZEM-004T dilengkapi dengan beberapa pin utama yang berfungsi untuk mendukung proses pengukuran dan komunikasi data dengan perangkat mikrokontroler. Pin VCC dan GND berfungsi sebagai jalur catu daya untuk memberikan tegangan kerja pada modul. Sementara itu, pin TX dan RX berperan dalam proses komunikasi data secara serial. Pin TX digunakan untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke mikrokontroler, sedangkan pin RX digunakan untuk menerima data dari mikrokontroler.

PZEM-004T bekerja dengan mengukur dua parameter utama dalam sistem kelistrikan, yaitu tegangan dan arus. Tegangan diukur secara langsung melalui terminal input modul yang dihubungkan ke sumber listrik. Sedangkan arus diukur menggunakan sensor Current Transformer (CT), yang dipasang melingkar pada kabel fase sehingga dapat mendeteksi arus listrik tanpa perlu memutus kabel tersebut. Modul ini dilengkapi chip pengolah data internal yang menghitung parameter turunan dari hasil pengukuran arus dan tegangan. Parameter tersebut meliputi daya aktif (Watt), energi listrik terpakai (kilowatt-hour), frekuensi (Hertz), dan faktor daya. Seluruh data hasil pengukuran dikirim melalui komunikasi serial

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

TTL ke perangkat mikrokontroler atau sistem lainnya untuk ditampilkan atau dicatat lebih lanjut. PZEM-004T dirancang untuk integrasi mudah dengan berbagai mikrokontroler dan mendukung pemantauan listrik secara terus-menerus. Modul ini juga memiliki kalibrasi bawaan sehingga dapat langsung digunakan tanpa perlu penyesuaian tambahan.

## 2.6 Open CT

Pada Gambar 2.7 adalah *Open Current Transformer (CT)* merupakan sensor arus yang berfungsi untuk mengukur arus listrik pada konduktor tanpa memutus jalur listrik tersebut. CT bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus yang mengalir melalui konduktor utama akan menghasilkan medan magnet yang kemudian diinduksikan ke lilitan sekunder CT. Tegangan keluaran dari lilitan sekunder ini dapat diukur dan diolah lebih lanjut oleh sistem monitoring.



Gambar 2.6 Open CT  
(Sumber: <https://acrel-electric.id/1-1-1-split-core-ct.html>)

CT biasanya digunakan dalam sistem pemantauan daya listrik karena mampu mengukur arus listrik AC dengan aman dan isolasi yang baik antara sirkuit utama dan rangkaian pengukuran. Pada aplikasi ini, CT dihubungkan dengan perangkat seperti modul PZEM-004T untuk membaca arus listrik dan menghitung daya serta energi listrik yang digunakan. Pemanfaatan CT pada sistem monitoring arus berbasis Internet of Things telah banyak diterapkan, seperti pada sistem pengukuran listrik dengan sensor CT TA12-100 untuk pemantauan beban rumah tangga (Antara et al., 2022).

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.7 TFT LCD 2.4” SPI ILI9341

Pada Gambar 2.8 adalah TFT LCD 2.4” SPI ILI9341 modul layar berwarna dengan teknologi Thin-Film Transistor (TFT) yang menggunakan antarmuka komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface). Layar ini memiliki resolusi 240 × 240 piksel, sehingga mampu menampilkan grafik, teks, maupun data sensor dengan jelas dan detail. Modul ini bekerja dengan driver ST7789 dan mendukung berbagai mikrokontroler seperti ESP8266, dan Arduino.

TFT LCD 2.4” SPI ILI9341 membutuhkan suplai daya sebesar 3,3V dan mendukung operasi penuh warna 65K atau 262K warna, tergantung mode pengaturan. Modul ini banyak digunakan dalam aplikasi Internet of Things (IoT) dan sistem monitoring karena dapat menampilkan data secara lokal dalam bentuk grafik maupun antarmuka pengguna



Gambar 2.7 TFT LCD 2.4” SPI ILI9341  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

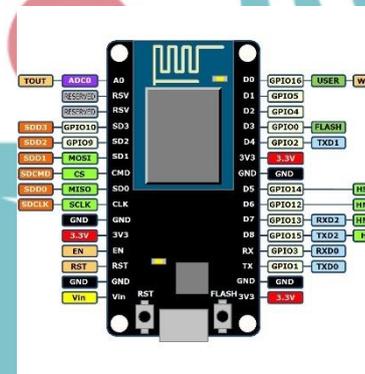
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 2.8 ESP8266 NodeMcu

Pada Gambar 2.9 adalah NodeMCU ESP8266 merupakan papan pengendali yang menggunakan mikrokontroler ESP8266 dengan fitur WiFi bawaan. Papan ini dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, dan dilengkapi berbagai pin input/output digital serta satu pin input analog. Pin-pin tersebut berfungsi untuk menghubungkan sensor, aktuator, atau komponen lain pada sistem. NodeMCU banyak dimanfaatkan dalam aplikasi *Internet of Things (IoT)* karena mampu melakukan komunikasi data melalui jaringan WiFi, sehingga memungkinkan perangkat dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI

### 3.1 Rancangan Alat

Pada proyek Tugas Akhir ini, dirancang sebuah sistem *Monitoring Power Meter* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mengukur dan memantau parameter kelistrikan secara *real-time*. Sistem ini bertujuan untuk memberikan solusi pemantauan daya listrik secara efisien, baik untuk skala rumah tangga maupun industri kecil. Parameter yang dimonitor meliputi tegangan (volt), arus (ampere), daya aktif (watt), energi (kWh), dan frekuensi (Hz), yang kesemuanya sangat penting untuk mengevaluasi efisiensi dan kestabilan penggunaan listrik.

Sensor yang digunakan adalah PZEM-004T, yang memiliki kemampuan untuk membaca lima parameter listrik utama secara akurat. Sensor ini dihubungkan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang bertindak sebagai otak dari sistem. NodeMCU berfungsi untuk memproses data dari sensor serta mengirimkan data tersebut ke aplikasi pemantauan berbasis IoT, yaitu Blynk, melalui koneksi WiFi. Dukungan konektivitas nirkabel ini membuat sistem dapat diakses dari jarak jauh menggunakan perangkat smartphone secara langsung dan *real-time*.

Untuk kebutuhan tampilan lokal, sistem dilengkapi dengan layar TFT LCD 2.4 inci yang menampilkan data secara visual langsung dari NodeMCU tanpa perlu koneksi internet. Selain itu, untuk keperluan keselamatan dan kemudahan pengoperasian, sistem juga dilengkapi dengan Miniature Circuit Breaker (MCB), kontaktor, push button, serta lampu indikator. Semua komponen ini dirakit dalam sebuah box panel listrik untuk memberikan perlindungan mekanis dan estetika yang rapi.

#### 3.1.1 Deskripsi Alat

Alat yang direalisasikan adalah *Power Meter* berbasis IoT yang dirancang untuk memantau konsumsi daya listrik 1 fasa. *Power Meter* ini dilengkapi dengan berbagai komponen utama yang terintegrasi dalam sistem untuk mendukung fungsi *Monitoring*, pengolahan data, dan pengendalian sistem listrik secara aman dan efisien. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau parameter listrik baik secara lokal melalui tampilan layar TFT maupun secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Power Meter* ini terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengolahan data dan komunikasi IoT, modul PZEM-004T 100A yang berfungsi membaca parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya. Setiap PZEM-004T terhubung dengan *current transformer* (CT) yang mendeteksi arus pada kabel utama tanpa memutus jalurnya. Hasil pembacaan sensor ditampilkan secara lokal melalui LCD TFT 2.4 SPI *Display* 240x320 ILI9341 dan dikirim ke aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh.

Panel tempat *Power Meter* dirakit berbahan logam berbentuk persegi, dengan tampilan depan dilengkapi lampu indikator (merah dan hijau) untuk menunjukkan status sistem, push button (merah untuk stop, hijau untuk start), saklar kunci untuk proteksi daya utama, serta layar TFT LCD untuk menampilkan data *Monitoring*.

Bagian dalam panel memuat sejumlah komponen utama yang berfungsi untuk mendukung sistem *monitoring* daya listrik. Komponen tersebut meliputi MCB (Miniature Circuit Breaker) yang berperan sebagai proteksi utama sistem terhadap arus lebih dan gangguan hubung singkat, serta kontaktor yang berfungsi sebagai saklar elektromagnetik untuk mengendalikan arus beban. Di dalam panel juga terpasang NodeMCU ESP8266 dan modul PZEM-004T secara rapi, didukung oleh pemasangan *current transformer* (CT) untuk setiap fasa guna mendeteksi arus listrik yang mengalir. Untuk mempermudah distribusi dan koneksi antar kabel, digunakan terminal block, sedangkan jalur-jalur kabel dirapikan menggunakan cable duct berukuran 45×65 mm sehingga memudahkan proses pemeliharaan dan perawatan. Panel ini dirancang sedemikian rupa agar seluruh komponen dapat diakses dengan mudah serta mendukung keandalan dan efisiensi dalam pengoperasian sistem *monitoring* daya listrik secara keseluruhan.

### 3.1.2 Cara Kerja Alat

Alat ini dirancang untuk dapat bekerja secara optimal dalam mode kontrol dan *monitoring* jarak jauh. Pengoperasian sistem *monitoring* daya listrik dimulai dengan menyambungkan suplai listrik 220 Volt AC satu fasa ke terminal input tegangan pada panel kontrol utama. Setelah itu, MCB (Miniature Circuit Breaker) diaktifkan untuk menyuplai aliran listrik ke seluruh sistem. Operator kemudian menekan push button ON, yang akan mengaktifkan kontaktor sebagai penghubung

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

beban serta power supply *adaptor* untuk memberikan tegangan kerja pada NodeMCU ESP8266 dan komponen elektronik lainnya. Setelah sistem aktif, sensor PZEM-004T bersama *current transformer* (CT) akan mulai membaca parameter kelistrikan seperti arus, tegangan, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya. Data dari ketiga sensor tersebut diterima dan diproses oleh NodeMCU, kemudian ditampilkan secara lokal melalui layar TFT LCD 2.4 inci dengan resolusi 240x320 berbasis driver ILI9341. Selain itu, data yang sama juga dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh menggunakan perangkat smartphone.

Operator dapat memantau kondisi daya listrik baik langsung melalui tampilan LCD maupun melalui aplikasi Blynk di smartphone. Jika terjadi gangguan seperti arus lebih, sistem akan merespons dengan memutus aliran listrik melalui MCB yang trip, dan kontaktor secara otomatis memutuskan beban untuk mencegah kerusakan pada sistem. Setelah gangguan diatasi, sistem dapat diaktifkan kembali secara manual melalui push button reset atau tindakan dari operator. Keseluruhan proses ini memastikan sistem *monitoring* berjalan secara *real-time* dan aman untuk digunakan dalam pemantauan daya listrik harian.

### 3.1.3 Gambar Rancangan Alat

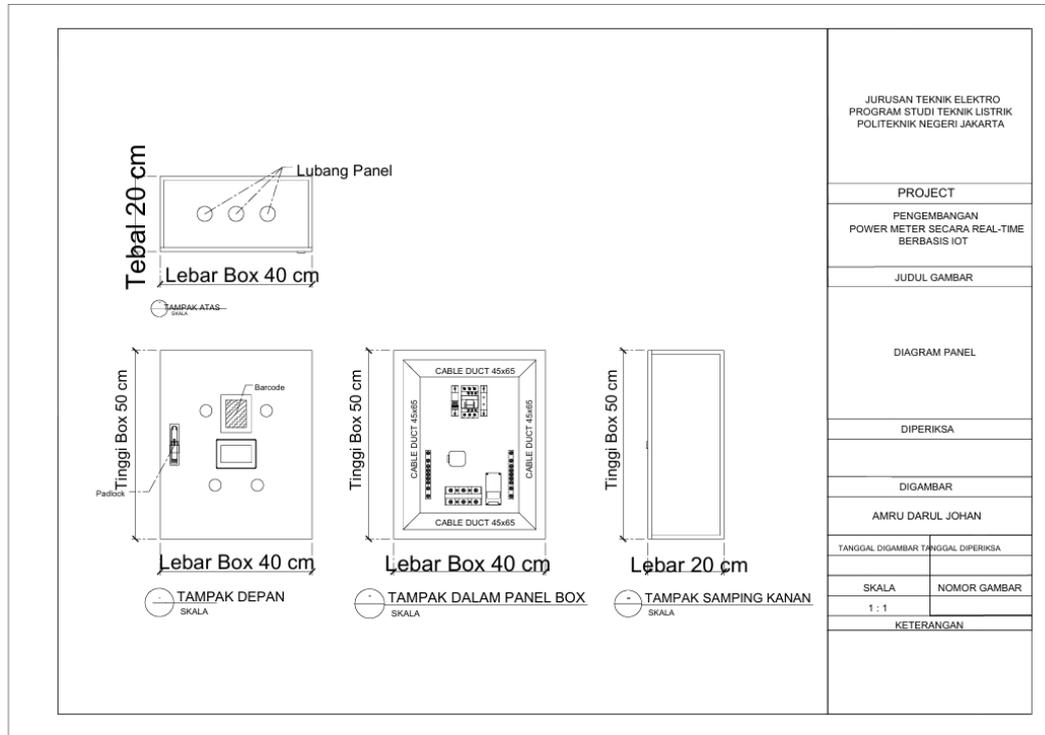
Gambar di bawah ini merupakan gambar rancangan dari alat, yaitu gambar 3.1 adalah desain panel dan gambar 3.2 adalah gambar desain panel kontrol dan *Monitoring system* dari berbagai pandangan. Gambar 3.1 menampilkan desain panel dari sistem *Power Meter* berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memonitor parameter kelistrikan secara *real-time*. Panel ini berbentuk box listrik dengan dimensi tinggi 50 cm, lebar 40 cm, dan kedalaman 20 cm. Ukuran tersebut dirancang agar cukup menampung seluruh komponen sistem secara aman, rapi, dan mudah dalam proses instalasi maupun perawatan.

Pada bagian tampak atas, terdapat beberapa lubang panel yang berfungsi sebagai jalur masuk dan keluar kabel listrik. Lubang ini dibuat untuk memudahkan manajemen kabel serta menjaga kerapihan dan keamanan sistem instalasi. Tampilan bagian depan panel menunjukkan adanya beberapa komponen penting seperti layar TFT LCD 2.4 inci, indikator LED, dan tombol push button. Komponen-komponen tersebut berfungsi untuk menampilkan data pemantauan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lokal serta memberikan informasi status alat secara langsung. Selain itu, terdapat juga pengait gembok (*padlock*) yang digunakan sebagai sistem pengaman agar tidak sembarang orang dapat membuka panel dan mengakses bagian dalam.



Gambar 3. 1 Gambar Desain Panel

Pada bagian dalam panel, terlihat pengaturan tata letak komponen yang disusun rapi menggunakan cable duct berukuran 45x65 mm. Penggunaan cable duct ini bertujuan untuk merapikan kabel, mengurangi potensi hubungan arus pendek, serta menjaga sirkulasi udara di dalam box panel agar suhu tetap stabil. Komponen utama yang dipasang di dalam panel antara lain NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor PZEM-004T sebagai pengukur parameter listrik, MCB sebagai proteksi utama, serta beberapa peralatan pendukung lain yang menunjang kinerja sistem secara keseluruhan.

Tampilan samping kanan panel memberikan gambaran tentang kedalaman panel sebesar 20 cm. Kedalaman ini cukup ideal untuk memberikan ruang bagi penempatan berbagai komponen listrik, sensor, modul kontrol, serta manajemen kabel secara rapi tanpa membuat desain panel terlalu besar, berat, atau memakan banyak tempat. Desain panel ini secara keseluruhan memperhatikan aspek fungsionalitas, efisiensi ruang, keamanan, serta kemudahan dalam integrasi dengan

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sistem lain. Panel ini cocok digunakan di berbagai lingkungan, baik untuk instalasi rumah tangga, laboratorium, pusat penelitian, maupun skala industri kecil.

Desain yang ringkas dan modern juga mendukung kemudahan perawatan serta meningkatkan estetika. Selain itu, panel ini juga dirancang agar memudahkan proses modifikasi atau penambahan komponen baru di kemudian hari, sehingga pengguna memiliki fleksibilitas yang tinggi. Penggunaan material yang kokoh dan tahan lama menambah nilai lebih, serta mampu melindungi peralatan di dalamnya.

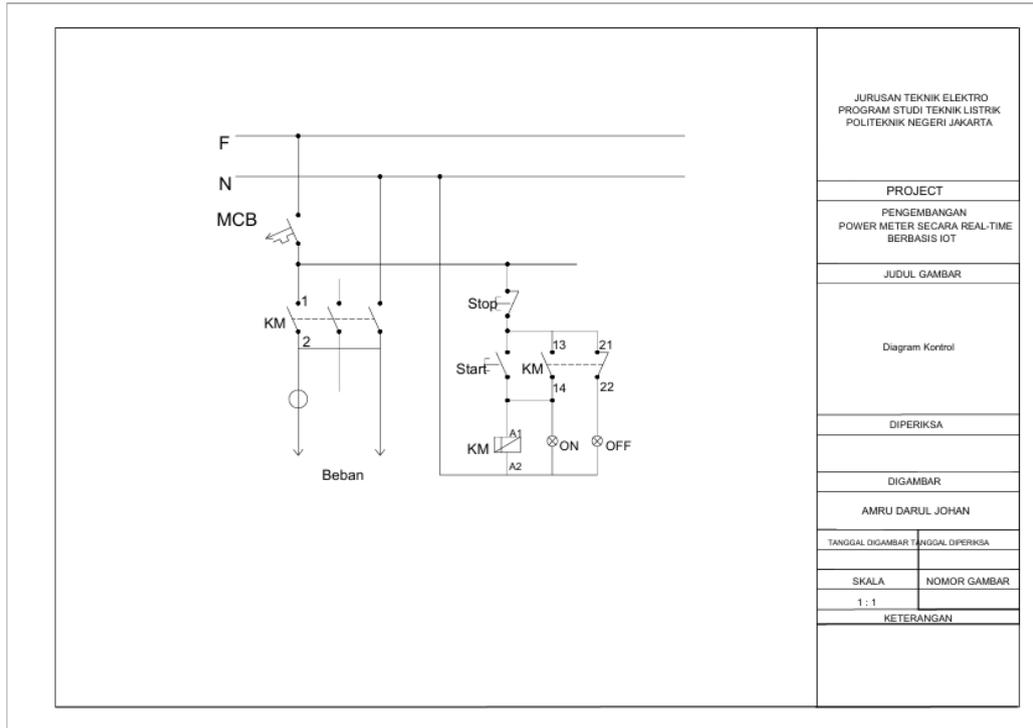
Gambar 3.2 Dibawah ini menampilkan diagram kontrol dari sistem *monitoring* daya berbasis IoT yang dirancang untuk mengatur aliran daya listrik ke beban melalui kendali kontaktor. Diagram ini menggunakan sistem kontrol dasar yang terdiri dari komponen utama seperti MCB (Miniature Circuit Breaker), kontaktor (KM), tombol push button (Start dan Stop), indikator ON/OFF, serta sensor PZEM yang berfungsi untuk membaca parameter kelistrikan.

Gambar 3.2 menampilkan diagram kontrol dari sistem *monitoring* daya berbasis IoT yang dirancang untuk mengatur aliran daya listrik ke beban melalui kendali kontaktor. Diagram ini menggunakan sistem kontrol dasar yang terdiri dari komponen utama seperti MCB (Miniature Circuit Breaker), kontaktor (KM), tombol push button (Start dan Stop), indikator ON/OFF, serta sensor PZEM yang berfungsi untuk membaca parameter kelistrikan.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengunsumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 2 Gambar Diagram Kontrol

Tombol Start berfungsi untuk menyalakan sistem, di mana ketika ditekan, arus akan mengalir melalui kontak normally closed (NC) pada tombol Stop menuju kumparan kontaktor, sehingga kontaktor aktif dan menghubungkan daya ke beban. Pada saat yang sama, kontak bantu (auxiliary contact) kontaktor KM (13–14) akan tertutup, membentuk *self-holding circuit* agar arus tetap mengalir meskipun tombol Start sudah dilepas. Sementara itu, tombol Stop digunakan untuk memutuskan arus kendali ke kontaktor sehingga sistem berhenti bekerja dan beban terputus dari sumber listrik.

### 3.1.4 Spesifikasi Alat

Berikut ini pada tabel 3.1 merupakan spesifikasi komponen yang akan di pakai pada alat *power meter* berbasis *Internet of Things (IoT)*

Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi komponen

No.	Komponen	Spesifikasi Teknis	Unit	Gambar
1	Sensor Daya	PZEM-004T pengukuran tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, $\cos \phi$	1	
2	Mikrokontroler	NodeMCU ESP8266, WiFi 2.4GHz, 11 digital pin	1	
3	Layar <i>Display</i>	TFT LCD 2.4" SPI 240x320 pixel	1	
4	Transformator Arus (CT)	CT 1000:1	1	

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5	Adaptor	Adaptor DC 5V 2A	1	
6	MCB	Miniature Circuit Breaker 1P, rating 4A	1	
7	Push Button	Normally Open (NO), tegangan kerja 220V AC	2	
8	Lampu Indikator	LED AC 220V, warna merah/hijau	2	
9	Kontaktor	Tegangan coil 220V AC, 1 NO contact	1	

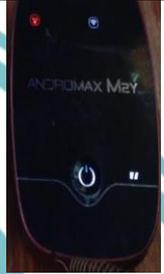
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

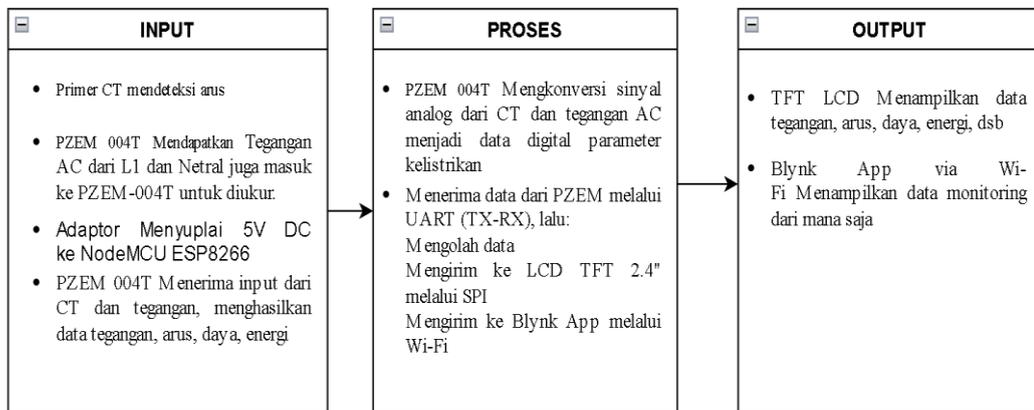
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10	Panel Box  Listrik	BOX PANEL UKURAN  40x50x20	1	
12	Mifi	Support 2G, 3G, 4G - 1800  MHz 2300MHZ	1	

### 3.1.5 Diagram Blok

Diagram blok adalah grafis yang menggambarkan suatu proses kerja dengan menggunakan kotak atau blok. Dalam sistem diagram blok, setiap blok mewakili suatu fungsi atau komponen. Hubungan antara blok ditunjukkan dengan panah.



Gambar 3. 3 Diagram Blok *Power Meter* Berbasis IoT

Gambar di atas (Gambar 3.3) menunjukkan diagram alir sistem *monitoring* daya listrik berbasis IoT menggunakan sensor PZEM-004T, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan tampilan output pada TFT LCD serta aplikasi mobile. Diagram ini terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output, yang

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

masing-masing menggambarkan peran serta alur kerja dari sistem secara keseluruhan.

Pada bagian input, sistem menerima sumber tegangan satu fasa dari jaringan listrik. Arus listrik dari beban dialirkan melalui *Current transformer* (CT) yang kemudian diteruskan ke modul sensor PZEM-004T. Sensor ini bertugas untuk mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan (V), arus (A), daya aktif (W), energi (Wh), frekuensi (Hz), dan faktor daya (power factor). Tegangan diukur langsung melalui terminal input sensor, sedangkan arus diukur secara induktif menggunakan CT tanpa perlu memutus jalur fasa. Hasil pengukuran ini akan menjadi data utama yang diolah dalam sistem *monitoring*.

Selanjutnya, pada bagian proses, sensor PZEM-004T mengirimkan data hasil pengukuran ke NodeMCU ESP8266. NodeMCU bertugas sebagai pusat pengolahan data sekaligus penghubung ke jaringan internet melalui koneksi WiFi. Di dalam mikrokontroler ini, data diterima melalui komunikasi serial, kemudian diproses dan dikonversi agar dapat ditampilkan secara visual dan dikirim ke perangkat mobile. NodeMCU juga melakukan sinkronisasi data antara tampilan lokal dan server aplikasi, sehingga memungkinkan pemantauan data secara *real-time* dari berbagai lokasi.

Terakhir, pada bagian output, data yang telah diproses akan ditampilkan ke dua media sekaligus. Media pertama adalah TFT LCD 2.4 inci, yang berfungsi sebagai tampilan lokal untuk melihat data listrik langsung dari sistem tanpa perlu koneksi internet. Media kedua adalah aplikasi mobile (seperti Blynk) yang menerima data secara nirkabel melalui jaringan WiFi. Aplikasi ini memungkinkan pengguna memantau kondisi listrik dari jarak jauh menggunakan smartphone. Dengan kombinasi dua tampilan ini, sistem memberikan fleksibilitas dan keandalan dalam pemantauan daya listrik baik secara lokal maupun online.

Secara keseluruhan, sistem ini dirancang untuk memberikan solusi monitoring daya listrik yang efisien, praktis, dan responsif. Kombinasi antara sensor PZEM-004T, NodeMCU, dan konektivitas IoT memungkinkan pengguna mendapatkan informasi parameter kelistrikan secara real-time, kapan pun dan di mana pun. Dengan sistem ini, tidak hanya efisiensi energi yang tercapai, namun juga peningkatan kesadaran pengguna terhadap konsumsi daya sehari-hari.



Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mencakup fitur proteksi beban, pencatatan histori energi, serta integrasi dengan sistem otomatisasi rumah pintar, sehingga memberikan manfaat yang lebih luas baik untuk skala rumah tangga maupun industri kecil. Selain itu, sistem ini juga berpotensi mendukung penerapan energi terbarukan dengan memantau produksi dan konsumsi daya secara akurat, serta menyediakan data analitik untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat.

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

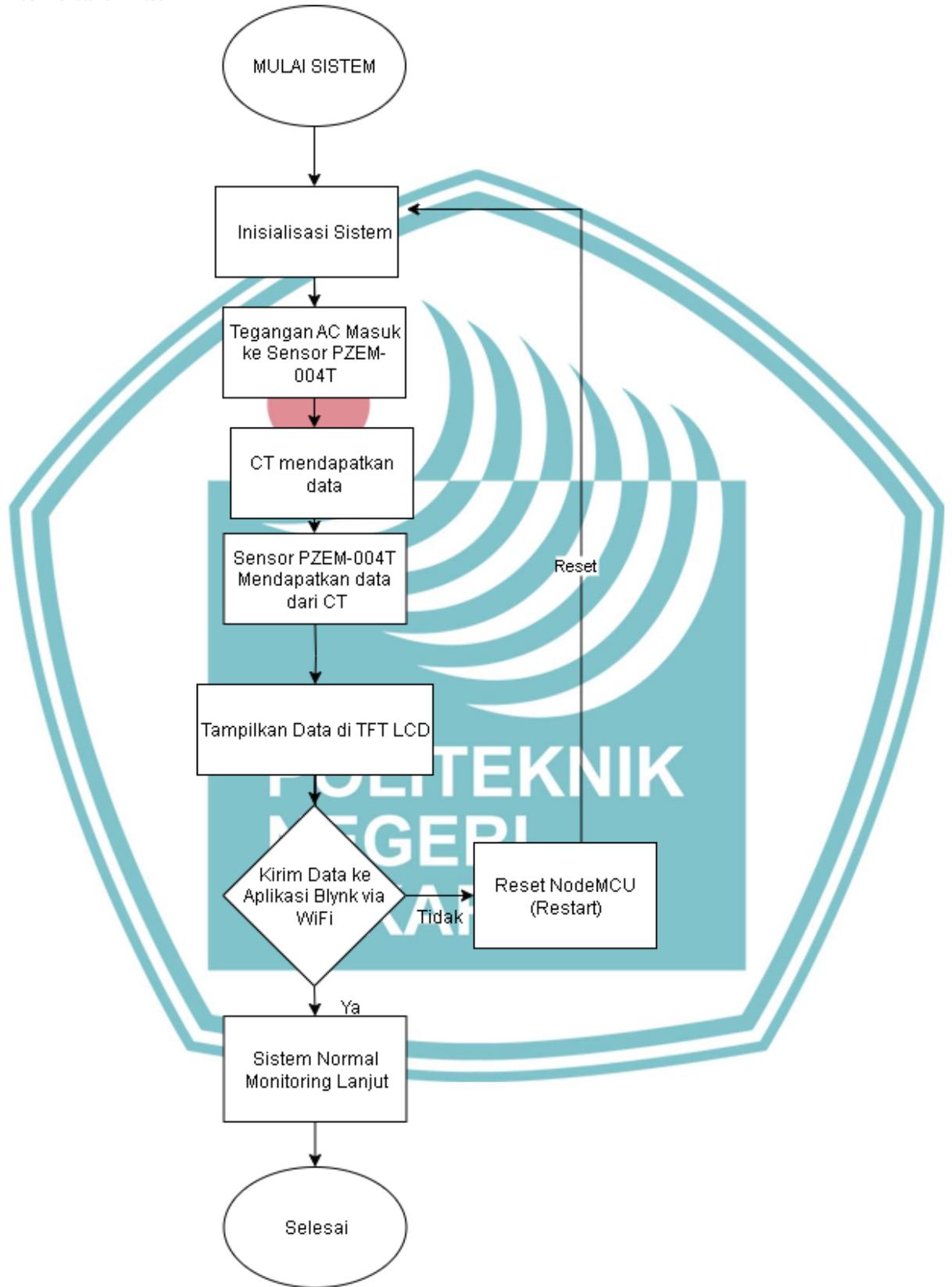
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Flowchart Alat



Gambar 3. 4 Flowchart cara kerja sistem

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

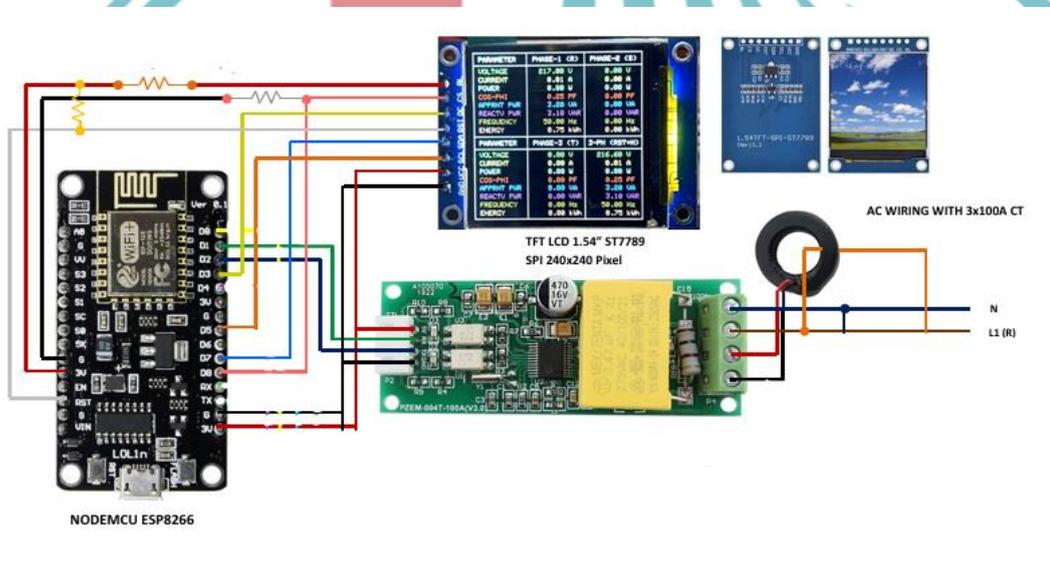
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja sistem *Monitoring* daya listrik berbasis IoT. Proses dimulai dari inisialisasi perangkat keras dan pengaturan modul TFT LCD serta ESP8266, lalu dilanjutkan dengan koneksi ke platform Blynk. Data pembacaan dari sensor PZEM-004T diverifikasi; jika valid, data ditampilkan di layar dan dikirim ke Blynk. Selanjutnya, sistem memperbarui tampilan dan mengecek apakah terdapat input dari pengguna. Jika ada, sistem memprosesnya; jika tidak, kembali membaca data sensor. Jika data tidak valid, sensor akan di-reset sebelum proses pembacaan data diulang. *Flowchart* ini menggambarkan proses *Monitoring* yang berjalan secara kontinu dan *real-time*.

### 3.1.7 Wiring Diagram



Gambar 3.5 Gambar wiring diagram

Gambar 3.5 sistem *monitoring* ini menggunakan sumber AC 1 fasa yang pertama-tama disambungkan ke MCB (Miniature Circuit Breaker) sebagai proteksi awal terhadap arus lebih atau gangguan hubung singkat. Jalur fasa dari sumber AC kemudian dihubungkan ke sensor PZEM-004T melalui dua jalur utama, yaitu terminal tegangan (V+, V-) untuk pengukuran tegangan, dan *Current transformer* (CT) yang ditempatkan pada jalur arus untuk mengukur arus listrik. Dalam sistem ini digunakan tiga unit PZEM-004T untuk mengukur masing-masing fasa (meskipun sumber 1 fasa, desain disiapkan untuk fleksibilitas), di mana setiap modul PZEM-004T dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 melalui jalur komunikasi serial dengan konfigurasi pin TX PZEM → RX NodeMCU dan RX PZEM → TX

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

NodeMCU. Untuk memungkinkan komunikasi bergantian antar beberapa modul PZEM, digunakan teknik switching atau multiplexer.

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berperan sebagai unit pemroses utama, yang mengolah data dari sensor PZEM dan mengirimkannya ke dua arah: pertama, ke layar TFT LCD 2.4 inci dengan resolusi 240x320 berbasis driver ILI9341 melalui antarmuka komunikasi SPI. Jalur SPI dikonfigurasi dengan pin SCK → D5, MOSI → D7, serta pin DC, CS, dan RESET yang dihubungkan ke GPIO lain sesuai pengaturan dalam program. Kedua, NodeMCU juga mengirimkan data hasil pembacaan secara nirkabel ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time* melalui perangkat mobile.

Seluruh rangkaian ini diberi catu daya menggunakan *adaptor* 5V DC, yang menyuplai tegangan ke NodeMCU dan sensor-sensor yang terhubung dengannya. Catu daya ini menjadi sumber utama sistem *monitoring* agar dapat berjalan stabil dan terus-menerus selama pemantauan dilakukan.

### 3.2 Realisasi Alat



Gambar 3. 6 Realisasi Alat

Gambar 3.6 merupakan realisasi alat yang dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen utama yang telah dirancang sebelumnya ke dalam sebuah panel *Monitoring* listrik. Panel ini dirancang untuk menampung dan mengintegrasikan perangkat sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP8266 NodeMCU, sensor arus CT, modul TFT LCD, serta sistem proteksi berupa MCB



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan kontaktor. Setiap komponen dirangkai sesuai dengan diagram blok dan *Flowchart* kerja sistem yang telah disusun pada tahap perancangan.

Proses perakitan dimulai dengan pemasangan sensor PZEM-004T pada masing-masing fasa listrik yang akan dimonitor. Sensor ini terhubung langsung ke NodeMCU yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan penghubung ke jaringan WiFi untuk komunikasi dengan aplikasi Blynk. Modul TFT LCD dipasang pada bagian luar panel sebagai antarmuka lokal untuk menampilkan parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan faktor daya. Seluruh komponen ditempatkan secara rapi dan sistematis di dalam panel box berbahan plastik tahan panas dan listrik.

Penataan kabel dan sambungan dilakukan dengan memperhatikan standar keamanan dan kemudahan dalam pemeliharaan. Sistem proteksi seperti MCB dan kontaktor diintegrasikan untuk memastikan keamanan sirkuit saat terjadi beban lebih atau gangguan. Hasil akhir dari realisasi alat ini adalah perangkat *Power Meter* berbasis IoT yang siap diuji dan dimanfaatkan untuk *Monitoring* konsumsi daya secara efisien.



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Pemilihan Komponen.

Pemilihan komponen adalah hal yang sangat penting Pemilihan komponen dalam sistem power meter.

#### 4.1.1 Prosedur Pemilihan Komponen.

Penulis melakukan beberapa tahapan dalam pemilihan komponen. Hal ini dilakukan agar komponen yang dipilih dapat terjamin keandalannya. Berikut adalah tahapan-tahapan pemilihan komponen yang dilakukan penulis :

1. Mengetahui fungsi komponen
2. Mengetahui spesifikasi komponen
3. Menentukan spesifikasi alat yang akan digunakan

Tabel 4.1 Pemilihan Komponen

Komponen	Spesifikasi
Panel Box	Box panel 40×20×50 cm bahan besi plat 2 mm
Mikrokontroler	NodeMCU ESP8266 Mini 1 RISC-V Dev Board, WiFi 2.4 GHz built-in
Sensor daya	1× PZEM-004T 100A
Current	1× (1000/1A)
Transformer	
Display	TFT LCD 2.4” SPI ILI9341, resolusi 240×240 pixel, SPI
MCB	1× Schneider MCB 4A C4 1P
Kontaktor	3 kutub, coil 220V AC
Push button	2× Fort LA115-A (Merah - Stop, Hijau - Start)
Lampu indikator	2× Fort AD16-22D/S (Merah, Hijau)

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Komponen	Spesifikasi
Adaptor	DC 5V 2A 1×5.5 mm <sup>2</sup>
Kabel	Kabel NYAF 1×1,5 mm <sup>2</sup> (10m), NYA 1×2,5 mm <sup>2</sup> (10m), NYM 3×2,5 mm <sup>2</sup> (10m), merk Supreme
Kerangka besi	Rangka besi untuk mounting panel komponen
PCB	PCBWay custom board
Breadboard	830 point solderless MB-102
Konektivitas	WiFi 2.4 GHz untuk komunikasi IoT (Blynk)
Cable duct	45×65 mm untuk kerapihan wiring

#### 4.1.2 Fungsi Komponen.

Dalam sistem monitoring listrik berbasis power meter, terdapat beberapa komponen utama yang memiliki fungsi dan peran penting. Salah satunya adalah MCB 1 fasa 4A (Miniature Circuit Breaker), yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian dari arus lebih (overcurrent) dan hubung singkat (short circuit). Dengan rating arus 4 ampere dan tegangan kerja 220V AC, MCB ini biasanya digunakan untuk melindungi rangkaian kontrol seperti sensor, mikrokontroler, dan peralatan elektronik lainnya. Apabila terjadi gangguan arus, MCB akan secara otomatis memutus aliran listrik untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

Selanjutnya, terdapat PZEM-004T, yaitu sensor monitoring daya listrik yang mampu mengukur tegangan, arus, daya aktif, dan energi listrik secara real-time. Sensor ini bekerja dengan tegangan input antara 80–260V AC dan mengirimkan data melalui komunikasi UART ke mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Dalam sistem power meter, PZEM-004T berfungsi sebagai komponen utama untuk pemantauan kondisi listrik, baik untuk beban rumah tangga maupun industri ringan, dan datanya dapat ditampilkan ke LCD atau dikirim ke platform IoT.

Komponen berikutnya adalah kontaktor 32A, sebuah saklar elektromagnetik yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik berdaya besar. Kontaktor ini memiliki kapasitas arus hingga 32 ampere dan umumnya dikendalikan dengan tegangan 220V AC atau 24V DC, tergantung desain sistemnya. Peran kontaktor adalah untuk menghubungkan atau memutuskan beban listrik seperti motor atau

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perangkat daya lainnya, baik secara manual melalui tombol maupun otomatis melalui sistem kontrol. Dengan penggunaan kontaktor, pengoperasian beban besar menjadi lebih aman dan efisien.

Terakhir, Open Current Transformer (CT) merupakan sensor arus tipe clamp (buka tutup) yang digunakan untuk mengukur arus listrik tanpa harus memutus kabel utama. CT ini mengubah arus besar yang mengalir di kabel menjadi arus kecil yang aman, biasanya dalam rasio seperti 100A:50mA, dan sinyal ini kemudian dikirim ke alat ukur seperti PZEM-004T. Fungsi CT sangat penting dalam sistem pemantauan karena memberikan metode pengukuran arus yang non-invasif, cepat, dan aman, terutama dalam sistem yang sudah berjalan. Berikut penjelasan singkat fungsi komponen.

Tabel 4.2 Fungsi Komponen

No.	Nama Komponen	Fungsi Utama	Spesifikasi Penting	Peran dalam Sistem
1	MCB 1 Fasa 4A	Melindungi sirkuit dari arus lebih dan hubung singkat	- Tegangan: 220V AC - Arus: 4A	Melindungi perangkat kontrol (seperti mikrokontroler dan sensor) dari kerusakan akibat arus berlebih. Otomatis memutus saat terjadi gangguan.
2	PZEM-004T	Mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara real-time	- Input: 80– 260V AC - Komunikasi: UART	Menyediakan data listrik ke mikrokontroler untuk ditampilkan atau dikirim ke server IoT. Digunakan untuk monitoring

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3	Kontaktor 32A	Saklar elektromagnetik untuk menghubungkan atau memutuskan beban listrik besar	- Kapasitas arus: 32A - Tegangan kontrol: 220V / 24V	Mengendalikan beban besar seperti motor. Dapat dikendalikan secara otomatis atau manual untuk proteksi dan pengoperasian jarak jauh.
4	Open Current Transformer	Mengubah arus besar menjadi arus kecil yang aman untuk alat ukur	- Rasio: 100A:50mA - Tipe: Open/Clamp	Mengukur arus tanpa perlu memutus kabel utama. Output dikirim ke PZEM-004T untuk analisis parameter kelistrikan. Non-invasif dan mudah dipasang.

#### 4.1.3 Spesifikasi Komponen

MCB 1 Fasa 4A merupakan pemutus sirkuit kecil yang dirancang untuk melindungi instalasi listrik 1 fasa dari gangguan arus lebih dan hubung singkat. Komponen ini memiliki spesifikasi tegangan kerja sebesar 220 Volt AC dan arus nominal sebesar 4 Ampere. MCB ini biasanya digunakan pada sistem kontrol atau beban ringan yang tidak melebihi kapasitas arus 4A. Dengan karakteristik pemutusan otomatis ketika terjadi gangguan, MCB ini sangat andal untuk proteksi panel kecil atau perangkat elektronik sensitif.

PZEM-004T adalah modul sensor pemantauan daya listrik yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa parameter sekaligus, yaitu tegangan (Volt), arus (Ampere), daya aktif (Watt), serta energi listrik (kWh). Sensor ini bekerja pada tegangan input AC antara 80 hingga 260 Volt dan mendukung komunikasi data serial UART, sehingga dapat dengan mudah terhubung ke mikrokontroler seperti

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Arduino atau ESP32. Selain itu, PZEM-004T membutuhkan CT bawaan atau eksternal untuk mengukur arus, dengan tingkat akurasi cukup tinggi dan konsumsi daya rendah.

Kontaktor 32A adalah komponen saklar elektromagnetik yang digunakan untuk mengendalikan aliran listrik ke beban dengan kapasitas besar. Spesifikasi utamanya meliputi arus nominal sebesar 32 Ampere, tegangan kerja hingga 690 Volt AC untuk kontak utama, dan tegangan koil pengendali yang umum digunakan adalah 220V AC atau 24V DC tergantung pada tipe kontaktor. Kontaktor ini dilengkapi dengan kontak bantu (NO/NC) yang dapat digunakan untuk sistem interlock atau indikasi status, serta tahan terhadap siklus operasi tinggi.

Open Current Transformer (CT) merupakan sensor arus yang berfungsi untuk mengubah arus besar dari konduktor utama menjadi arus kecil yang proporsional, agar dapat diukur dengan aman oleh alat ukur seperti PZEM-004T. CT jenis open ini memiliki desain clamp-on yang memudahkan pemasangan tanpa harus memutus kabel utama. Rasio transformasi yang umum digunakan adalah 100A:50mA atau 30A:1V tergantung modelnya. CT ini bekerja dengan prinsip elektromagnetik dan sangat cocok untuk pengukuran arus secara non-invasif pada sistem instalasi yang telah berjalan. Berikut spesifikasi komponen secara singkat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Komponen

No.	Nama Komponen	Spesifikasi Teknis
1	MCB 1 Fasa 4A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tegangan kerja: 220V AC</li> <li>- Arus nominal: 4A</li> <li>- Tipe proteksi: Overcurrent &amp; short circuit</li> <li>- Kurva trip: B/C tergantung merk</li> </ul>
2	PZEM-004T	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tegangan input: 80–260V AC</li> <li>- Arus maksimum: sesuai CT (misal 100A)</li> <li>- Komunikasi: UART (Tx/Rx)</li> <li>- Parameter: V, A, W, Wh</li> </ul>



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3	Kontaktor 32A	<ul style="list-style-type: none"><li>- Arus kontak utama: 32A</li><li>- Tegangan kerja kontak: hingga 690V AC</li><li>- Tegangan koil: 220V AC / 24V DC</li><li>- Kontak bantu: NO/NC</li></ul>
4	Open Current Transformer (CT)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rasio: 100A:50mA (umum) atau 30A:1V</li><li>- Tipe: Clamp / Open type</li><li>- Output: Arus kecil / tegangan rendah</li><li>- Instalasi: non-invasif</li></ul>

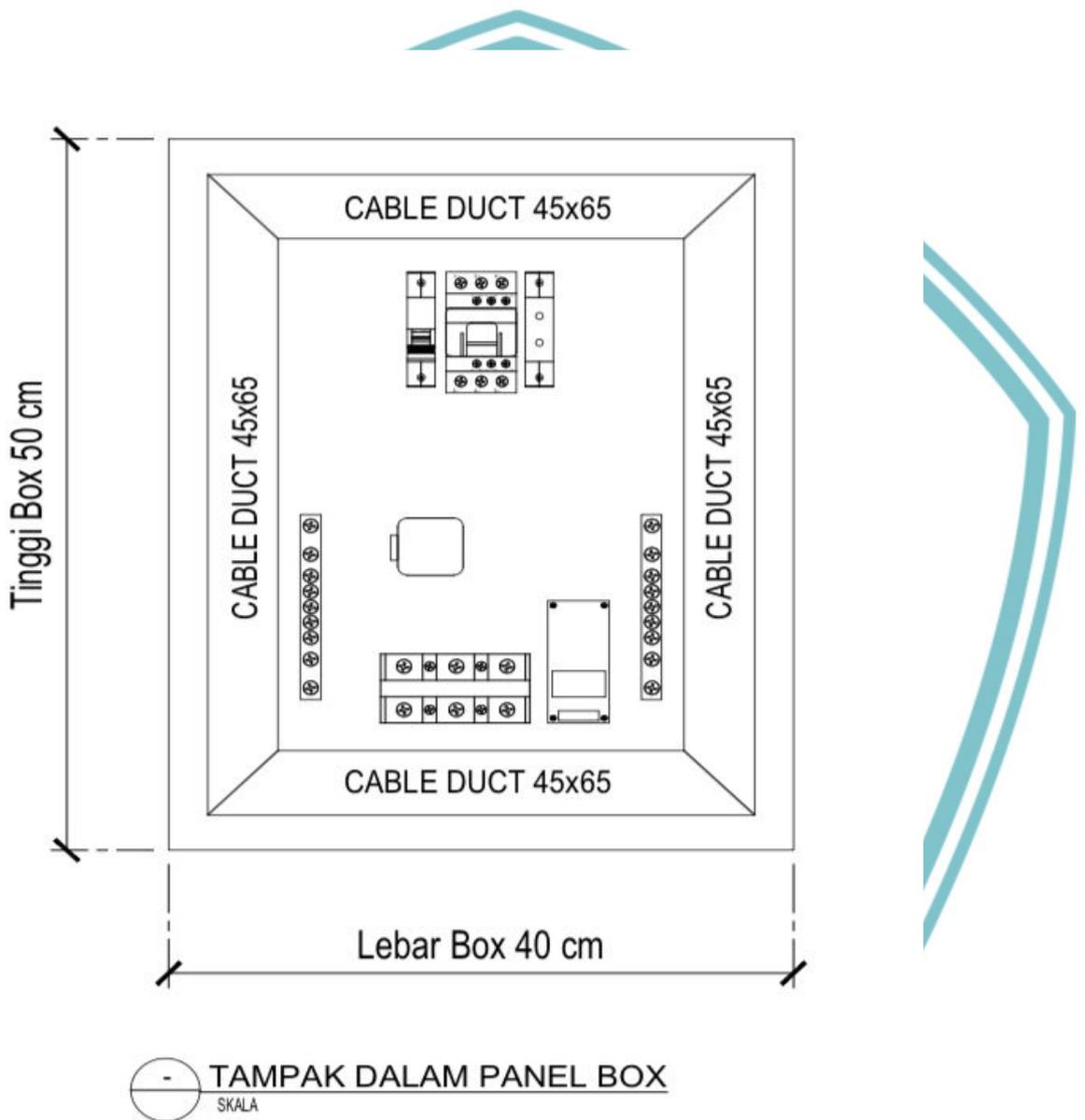


**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**4.2 Susunan Instalasi.**

Susunan instalasi sistem dilengkapi dengan pengaman untuk melindungi rangkaian dari arus berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen. Berikut adalah gambar instalasi :



Gambar 4.2 Peletakan Komponen dalam Panel



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Sumber Masuk ke MCB 1 Fasa.

Sumber listrik 1 fasa pertama kali masuk melalui MCB 1 fasa sebagai pengaman utama.

2. Dari MCB ke Kontaktor.

Tegangan 1 fasa diarahkan menuju kontaktor untuk fungsi kendali utama beban.

3. Melewati Trafo CT (Current Transformer)

Sebelum masuk ke beban, arus dialirkan melalui trafo CT untuk pengukuran arus oleh sensor.

4. Keluaran MCB 1 Fasa:

Menuju beban 1 fasa seperti:

- a. Lampu.
- b. Kipas angin.
- c. Charger HP/laptop.
- d. Stopkontak untuk power supply LCD.

5. Push Button Start dan Stop:

Digunakan untuk mengendalikan kontaktor:

- a. Tombol Start: Mengaktifkan kontaktor dan menyalakan beban 1 fasa.
- b. Tombol Stop: Memutus kontaktor dan mematikan beban 1 fasa.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 4.3 Pengujian Power Meter.

Sebelum alat digunakan untuk melakukan pemantauan daya secara berkelanjutan, dilakukan terlebih dahulu pengujian dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat dengan data spesifikasi beban (nameplate) yang tertera pada perangkat listrik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat Power Meter yang dibuat dapat memberikan hasil pengukuran yang mendekati nilai standar yang tercantum oleh pabrikan.

#### 4.3.1 Pengujian perbandingan power meter

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi alat Power Meter berbasis PZEM-004T dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap data spesifikasi teknis (nameplate) dari beban yang digunakan. Beban yang diuji berupa lampu LED Philips Certadrive 10W dengan ballast internal, yang memiliki karakteristik daya aktif 10 W, arus 0.06 A, tegangan kerja 220–240 V, dan faktor daya sebesar 0.95.

#### 4.3.2 Prosedur pengujian

1. Sambungkan ESP8266 dengan Adaptor 5V
2. Sambungkan sumber tegangan AC 220 V ke input PZEM, lalu hubungkan beban berupa lampu LED Philips Certadrive 10W ke output sensor.
3. Pastikan seluruh sambungan kabel, koneksi NodeMCU, dan layar TFT atau sistem Monitoring IoT telah bekerja dengan baik.
4. Nyalakan sistem dan biarkan beban bekerja selama beberapa saat hingga pembacaan data stabil.

Catat nilai-nilai parameter listrik yang ditampilkan oleh alat, yaitu:

- Tegangan (V)
- Arus (A)
- Faktor daya ( $\cos \phi$ )

Bandingkan parameter tersebut dengan nilai spesifikasi teknis (nameplate) yang tercantum pada beban lampu LED.

### 4.3.3 Hasil dan pembahasan



Gambar 4.1 Nameplate beban lampu Philips

Tabel 4.4 Spesifikasi beban

Parameter	Nilai / Keterangan
Merek	Philips
Seri/Model	CertaDrive 10W 0.25A 40V I 230V
Kode Produk	929001639729
Tegangan Input	220–240V AC
Frekuensi Input	50–60 Hz
Arus Input	0.06 A maksimum
Faktor Daya	>0.9 (tertera 0.95)
Tegangan Output	30–40V DC
Arus Output	0.25 A (250 mA) konstan
Daya Output Maksimum	10 Watt
Efisiensi	Sekitar 86%
Jenis Driver	Internal tanpa fitting (ballast internal)
Tipe Beban	LED constant current (arus konstan, tegangan variabel 30–40V)
Tingkat Perlindungan	IP20 – untuk penggunaan di dalam ruangan (indoor use only)
Standar Keamanan	CE, UKCA, SELV, double insulated, Class II

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.2 Hasil pengukuran PZEM-004T Blynk

Tabel 4.5 Perbandingan nameplate beban dengan PZEM-004T

Parameter	Hasil Pengukuran (PZEM)	Data Nameplate	Selisih	Keterangan
Tegangan (V)	230.6 V	220–240 V	–	Dalam rentang
Arus (A)	0.05 A	0.06 A	0.01 A (16.7% lebih rendah)	Sedikit lebih rendah
Daya Aktif (W)	10.00 W	10 W	0.00 W	0% selisih (sesuai)
Faktor Daya (cos φ)	0.94	0.95	0.01 (1.05% lebih rendah)	Hampir sesuai
Frekuensi (Hz)	50 Hz	50 Hz	0 Hz	0% selisih (sesuai)



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan tabel 4.5 perbandingan, dapat dilihat bahwa nilai-nilai yang ditampilkan oleh Power Meter berbasis PZEM-004T secara umum mendekati spesifikasi teknis yang tercantum pada nameplate beban lampu LED Philips Certadrive 10W. Berikut adalah uraian setiap parameter:

1. Tegangan (V): Hasil pengukuran dari PZEM menunjukkan tegangan sebesar 230.6 V. Nilai ini berada dalam rentang yang tercantum pada nameplate, yaitu 220–240 V, sehingga masih dianggap sesuai dan tidak perlu dikoreksi.
2. Arus (A): Arus yang terbaca oleh PZEM adalah 0.05 A, sedangkan nilai pada nameplate adalah 0.06 A. Terdapat selisih sebesar 0.01 A atau sekitar 16.7% lebih rendah. Selisih ini kemungkinan disebabkan oleh akurasi sensor arus PZEM yang memiliki toleransi tertentu.
3. Daya Aktif (W): Daya aktif yang diukur sebesar 10.00 W, tepat sama dengan daya yang tertera pada nameplate (10 W), menunjukkan bahwa pembacaan daya oleh PZEM cukup akurat dan sesuai.
4. Faktor Daya ( $\cos \phi$ ): PZEM mencatat nilai  $\cos \phi$  sebesar 0.94, sedangkan nilai pada nameplate adalah 0.95. Selisih 0.01 ini menunjukkan deviasi sekitar 1.05% lebih rendah.
5. Frekuensi (Hz): Frekuensi terukur sebesar 50 Hz, sama persis dengan yang tercantum pada nameplate. Ini menandakan bahwa sistem mampu membaca frekuensi jaringan secara akurat.

Secara keseluruhan, perbandingan ini menunjukkan bahwa alat Power Meter berbasis PZEM-004T memberikan hasil yang cukup akurat dan layak digunakan untuk memantau beban listrik rumah tangga. Perbedaan kecil pada arus dan faktor daya masih berada dalam batas toleransi yang wajar untuk keperluan Monitoring non-komersial.

Tabel 4.6 uji tes komisioning

No.	Tahapan Pengujian	Langkah Pengujian	Parameter yang Dicek	Status / Hasil	Keterangan
1	Sumber Masuk ke MCB 1 Fasa	Hubungkan sumber 220V ke MCB 1 fasa	Tegangan input (220V), koneksi kuat	OK	Pastikan MCB dalam kondisi OFF sebelum uji
2	MCB ke Kontaktor	Nyalakan MCB, ukur tegangan di input kontaktor	Tegangan 220V masuk ke kontaktor	OK	Harus sesuai tegangan PLN
3	CT (Current Transformer)	Arus melewati CT, amati sinyalnya keluarannya	Output CT ke sensor (arus proporsional)	OK	Gunakan clamp meter untuk bandingkan
4	MCB 1 Fasa ke Beban	Hubungkan lampu, kipas, dll. ke terminal keluaran MCB	Tegangan ke beban (220V), nyala beban	OK	Cek masing-masing beban satu per satu
5	Pengujian Push Button Start	Tekan tombol Start, kontaktor aktif, beban menyala	Bunyi kontaktor klik, beban menyala	OK	Kontrol harus bekerja sesuai perintah
6	Pengujian Push Button Stop	Tekan tombol Stop, kontaktor nonaktif, beban mati	Kontaktor putus, beban mati	OK	Tombol harus responsif
7	Pengukuran Sensor (Opsional)	Amati hasil pengukuran sensor arus/tegangan	Data arus/tegangan tampil di LCD atau sistem	OK	Pastikan data akurat dan real-time

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

		dari PZEM atau sensor lain			
8	Stopkontak LCD & Charger	Uji penggunaan stopkontak untuk charger dan LCD	Tegangan output 220V, fungsi normal	OK	Cek pakai alat charger / tester

Berdasarkan table 4.6 pengujian komisioning dilakukan secara bertahap untuk memastikan semua komponen sistem kelistrikan dan kontrol bekerja dengan baik, aman, serta sesuai dengan spesifikasi. Langkah pertama adalah menghubungkan sumber listrik 220V ke MCB 1 fasa. Pada tahap ini, dicek bahwa tegangan input masuk dengan baik dan koneksi dalam kondisi kuat, namun MCB harus dipastikan dalam posisi OFF sebelum pengujian dimulai untuk mencegah risiko korsleting.

Setelah itu, dilakukan pengujian dari MCB ke kontaktor, dengan menyalakan MCB dan mengukur tegangan pada sisi input kontaktor. Hasilnya menunjukkan bahwa tegangan 220V terdistribusi dengan baik, dan sesuai dengan standar tegangan PLN. Pengujian dilanjutkan ke Current Transformer (CT), di mana arus dilewatkan melalui CT dan sinyal keluarannya diamati. Hasil menunjukkan bahwa output arus proporsional dapat terbaca dengan baik, dan dapat divalidasi menggunakan clamp meter untuk memastikan keakuratan pengukuran.

Pada pengujian selanjutnya, MCB 1 fasa dihubungkan ke beban seperti lampu dan kipas. Saat beban diaktifkan, semua perangkat menyala normal dan tegangan pada beban tetap berada pada 220V. Masing-masing beban diperiksa satu per satu untuk memastikan tidak ada kerusakan atau ketidaksesuaian daya. Untuk sistem kontrol, dilakukan uji pada tombol Start, yang mana saat ditekan, kontaktor aktif dan beban langsung menyala. Ini menunjukkan bahwa sistem kontrol bekerja sesuai perintah. Selanjutnya, pengujian tombol Stop dilakukan, dan hasilnya kontaktor langsung nonaktif serta beban mati. Ini menunjukkan bahwa tombol stop berfungsi responsif dan dapat menghentikan aliran listrik secara instan. Sebagai tambahan, dilakukan pengujian sensor arus dan tegangan (seperti PZEM) untuk memastikan data dapat terbaca dengan baik di layar LCD atau sistem monitoring,

Terakhir, dilakukan uji coba pada stopkontak untuk LCD dan charger, dan hasilnya menunjukkan bahwa tegangan output berada di kisaran 220V dan dapat digunakan dengan normal untuk perangkat tambahan. Hal ini menandakan sistem distribusi daya ke outlet tambahan juga bekerja dengan baik.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

