

Multifunction Meter 3 Fasa Menggunakan Sensor PZEM-004T Berbasis NodeMCU ESP8266

Erry Yadie¹, Marson Ady Putra², Muhammad Zaini Aqmal³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda
erryyadie@polnes.ac.id

Abstrak- Perkembangan industri modern membutuhkan sistem pemantauan daya listrik yang akurat dan *real-time*. Namun, alat ukur yang terjangkau dan mudah digunakan masih terbatas, menyulitkan pengawasan konsumsi energi. Penelitian ini bertujuan merancang *Multifunction Meter 3 Fasa* menggunakan sensor PZEM-004T berbasis NodeMCU ESP8266 untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, dan energi. Metode penelitian meliputi perancangan hardware dengan mengintegrasikan tiga sensor PZEM-004T dan NodeMCU ESP8266, pengembangan *software* untuk pengolahan data, dan implementasi sistem monitoring jarak jauh menggunakan Blynk. Tiga sensor PZEM-004T dikonfigurasi dengan ID berbeda untuk membedakan tiap fasa. Pengujian dilakukan menggunakan beban lampu pijar 25W, 40W, dan 60W, dibandingkan dengan alat ukur standar. Hasil pengujian menunjukkan alat ini mampu mengukur dengan akurasi tinggi, eror kurang dari 5% untuk semua parameter. Sistem berhasil mengirimkan data ke Blynk, memungkinkan monitoring via *smartphone*. Kesimpulannya, *Multifunction Meter 3 Fasa* yang dikembangkan berfungsi sebagai alat ukur listrik yang handal untuk sistem 3 fasa. Alat ini memberikan pembacaan akurat untuk parameter listrik dan menyediakan fitur monitoring jarak jauh. Dengan kemampuan ini, alat menjadi solusi efektif untuk pemantauan konsumsi listrik. Pengembangan selanjutnya meliputi peningkatan mikrokontroler, penambahan sistem penyimpanan data, dan perbaikan antarmuka pengguna.

Kata kunci: *Multifunction Meter 3 Fasa, PZEM-004T, ESP8266, Blynk, 3 fasa, monitoring.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam bidang pengukuran listrik. Alat ukur modern kini mampu mengukur berbagai besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, dan $\cos \phi$ dalam satu perangkat. Kemampuan ini sangat bermanfaat di berbagai sektor [1].

Namun, meskipun alat ukur multifungsi tersebut telah tersedia di pasaran, masih terdapat beberapa keterbatasan, khususnya dalam hal integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring daya listrik berbasis IoT, tetapi umumnya masih terbatas pada sistem satu fasa. Di sisi lain, ada juga penelitian yang merancang alat ukur multifungsi untuk sistem tiga fasa, namun belum dilengkapi dengan fitur IoT. Hal ini menunjukkan masih adanya celah yang dapat dikembangkan lebih lanjut, khususnya dalam menciptakan alat ukur tiga fasa yang terintegrasi dengan IoT.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Multifunction Meter 3 Fasa* menggunakan sensor PZEM-004T berbasis NodeMCU.

Submitted: 30/04/2025; Revised: 29/06/2025;
Accepted: 29/06/2025; Online first: 29/06/2025
<https://doi.org/10.46964/poligrid.v6i1.57>

Besaran-besaran listrik tersebut akan dapat dimonitor dan dilengkapi dengan fitur *record* data dengan basis IoT (*Internet of Things*).

Keberadaan alat ini diharapkan mampu memberikan solusi bagi permasalahan pada lingkungan saat melakukan pengukuran dan dapat membuat sistem pengukuran yang terintegrasi sehingga akan memudahkan pekerja dalam melakukan pengecekan berkala ataupun pada saat pemeliharaan dan perawatan.

II. LANDASAN TEORI

A. Daya Listrik

Daya listrik dapat didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam bentuk rangkaian listrik. Pada jaringan listrik AC (*Alternating Current*) dengan bentuk gelombang sinusoidal dikenal beberapa jenis bentuk daya, diantaranya adalah, daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S) [2]. Untuk rangkaian AC satu fasa, daya nyata dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

P = Daya Aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

Faktor daya atau yang biasanya disebut $\cos \phi$ adalah perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA). Berikut dengan rumus:

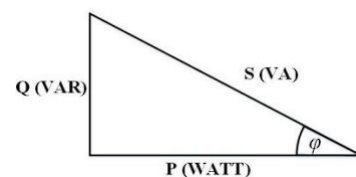
$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Keterangan:

P = Daya Aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)



Gambar 1. Segitiga Daya

Daya semu didefinisikan sebagai hasil perkalian dari tegangan dan arus dalam rangkaian AC tanpa memperhatikan selisih sudut fasa arus dan tegangan. Berikut persamaan daya semu:

$$S = V \times I \quad (3)$$

Keterangan:

S = Daya Semu (VA)
V = Tegangan (V)
I = Arus (A)

Daya reaktif dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian antara tegangan dan arus serta nilai $\sin \phi$ [2]. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan daya reaktif:

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Daya Reaktif (VAR)
V = Tegangan (V)
I = Arus (A)

B. Kilo Watt Hour (kWh) Meter

kWh meter sangat penting dalam proses jual beli listrik. Ada dua jenis kWh meter: untuk rumah biasa dan untuk bangunan besar. kWh meter ini menghitung berapa banyak listrik yang dipakai. Cara kerjanya menggunakan magnet yang membuat piringan aluminium berputar. kWh meter dibuat supaya bagian dalamnya bisa bergerak bebas, sehingga bisa mengukur listrik yang dipakai dalam satuan watt jam atau kilowatt jam

$$W = \frac{V \times I \times \cos \phi \times t}{1000} \quad (5)$$

Keterangan:

W = Energi listrik (kWh)
V = Tegangan (volt)
I = Arus (ampere)
 $\cos \phi$ = Faktor daya
t = Waktu (jam)
1000 = Faktor konversi dari watt-jam ke kilowatt-jam

Di pabrik-pabrik dan rumah-rumah, pemakaian listrik dihitung pakai satuan kilowatt jam. Satu kilowatt jam itu sama dengan 3,6 MJ. Karena itu, kWh meter dipasang di pabrik dan rumah untuk mengukur listrik yang dipakai [3].

C. Modul PZEM-004T

Modul PZEM-004T merupakan modul yang dapat mengukur (*measurement*) beberapa variabel kelistrikan sekaligus seperti tegangan, arus, daya dan energi. Modul ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler atau perangkat serial seperti computer [4]. Untuk bentuk fisiknya dapat dilihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Modul PZEM-004T

Modul ini dapat diprogram menggunakan berbagai jenis mikrokontroler, seperti Arduino, ESP8266, STM32, Wemos, NodeMCU, Raspberry Pi, dll, karena menggunakan komunikasi serial TTL. Untuk melakukan pengukuran, koneksi dibuat dengan menghubungkan 5V, Rx, Tx, dan Gnd antara Modul dan perangkat pengontrol [4].

D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah perangkat mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266 di dalamnya. Perangkat ini sering digunakan dalam platform berbasis *Internet of Things* (IoT) yang bersifat *open source* dan juga *firmware* dengan menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua Selain dengan bahasa Lua NodeMCU juga support dengan *software* Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan pada *board manager* di dalam *software* Arduino IDE yaitu dengan menambahkan URL untuk mengunduh *board* khusus NodeMCU pada *board manager*. NodeMCU pada dasarnya dilengkapi dengan tombol *push flash*, tombol reset, serta *port micro* dan terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* ESP8266 [5]. Untuk bentuk fisiknya dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Nodemcu Esp8266

E. Hi-Link (HLK-20M05)

Hi – Link merupakan sebuah *Converter Isolated Power Regulator Modul* di mana alat ini dapat mengubah tegangan input AC 100 ~ 240VAC menjadi tegangan 5VDC/20W dengan arus *output* maksimum 4000mA. Untuk bentuk fisiknya dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Hi-Link (HLK-20M05)

Modul ini tergolong modul yang sangat sederhana dan relatif kecil untuk sebuah konverter tegangan dibandingkan dengan konverter tegangan yang lainnya seperti menggunakan trafo *step-down*. Modul ini mempunyai 4 pin diantara 2 pin input untuk tegangan AC dan 2 pin output dalam tegangan DC. Modul ini memiliki ukuran dengan dimensi 57 mm x 33 mm x 22,5 mm.

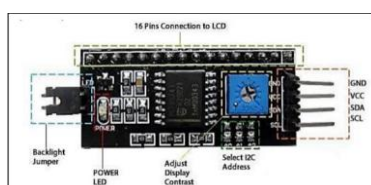
F. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid crystal display (LCD) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik [6]. Untuk bentuk fisik LCD 20x4 dapat dilihat pada [Gambar 5](#).

Gambar 5. *Liquid crystal display* (LCD) 20x4 [6].

G. Modul I2C LCD

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). I2C/TWI LCD, dipakai untuk mengurangi penggunaan kaki di LCD. Modul ini memiliki 4 pin yang akan dihubungkan ke Arduino. Arduino uno sudah mendukung komunikasi I2C dengan Modul I2C lcd, maka dapat mengontrol LCD Karakter 16x2 dan 20x4 hanya menggunakan 2 Pin yaitu Analog Input Pin 4 (SDA) dan Analog *Input* Pin 5 (SCL) [6]. Untuk bentuk fisik modul I2C LCD dapat dilihat pada [Gambar 6](#).

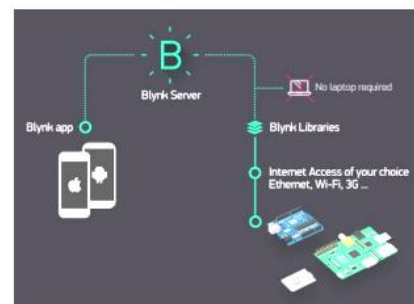


Gambar 6. Modul I2C LCD [7].

Modul LCD pada normalnya dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun jalur paralel akan memakan banyak pin di sisi controller (misal Arduino, komputer, dll). Setidaknya akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah controller yang harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur paralel adalah solusi yang kurang tepat. Modul I2C *converter* diperlihatkan pada Gambar 2.7 ini menggunakan chip ICPCF8574 produk dari NXP sebagai kontrolernya. IC ini adalah sebuah 8 bit I/O *expander for* I2C bus yang pada dasarnya adalah sebuah *shift register* [7].

H. Aplikasi Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. Berikut konektivitas Blynk dapat dilihat pada [Gambar 7](#).

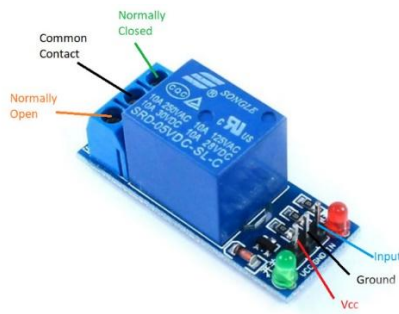


Gambar 7. Konektivitas Blynk

Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, Server, dan *Libraries*. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, Twitter, dan Email. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip ESP8266, Blynk akan dibuat *online* dan siap untuk *Internet of Things* (IoT) [8].

I. Modul Relay

Istilah *relay* mengacu pada sakelar yang diaktifkan oleh sinyal. Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanik (satu set kontak saklar/*switch*) adalah dua bagian utama dari komponen elektro mekanis ini. Prinsip Elektromagnetik digunakan oleh *relay* untuk menggerakkan kontak saklar, memungkinkan mereka untuk menghantarkan listrik tegangan lebih besar dengan arus listrik rendah (daya rendah) [9]. Untuk bentuk fisik dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. Modul relay 1 channel

J. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau IoT adalah sebuah istilah yang dimaksudkan dalam penggunaan internet yang lebih besar, mengadopsi komputasi yang bersifat *mobile* dan konektivitas kemudian menggabungkannya kedalam kehidupan sehari-hari. IoT berkaitan dengan DoT (*Disruption of Things*) dan sebagai pengantar perubahan atau transformasi penggunaan internet dari sebelumnya *Internet of People* menjadi *Internet of M2M* (*Maching-to-Machine*) [10].

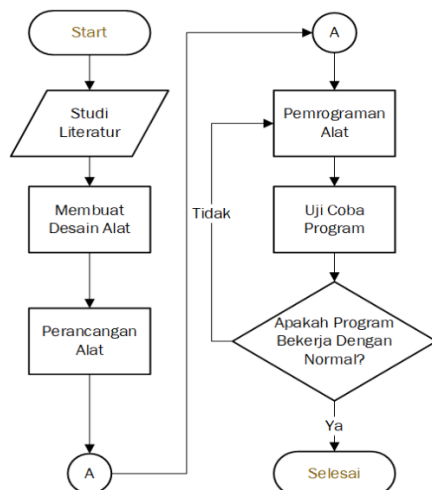


Gambar 9. Ilustrasi IoT [11].

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir (Flowchart) Proses Perancangan

Langkah-langkah perancangan yang dilakukan yaitu meliputi beberapa tahap, dimulai dengan perencanaan dan persiapan alat serta bahan yang diperlukan. Untuk *flowchart* Diagram alir dapat dilihat pada [Gambar 10](#).

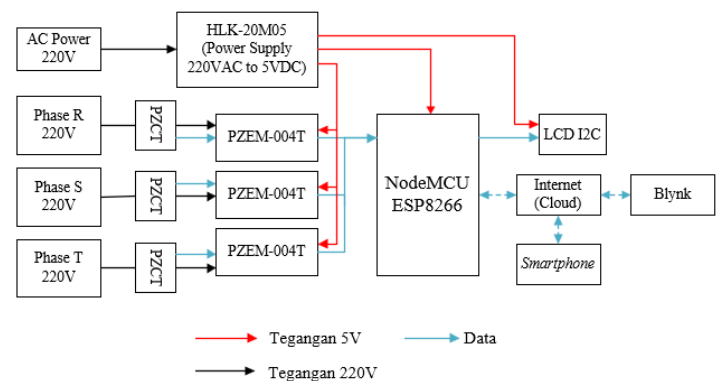


Gambar 10 Diagram alir (flowchart) penyelesaian penelitian

Langkah-langkah perancangan yang dilakukan yaitu meliputi beberapa tahap, dimulai dengan perencanaan dan persiapan alat serta bahan yang diperlukan. Untuk mempermudah dalam pembuatan alat tersebut, penulis menggunakan laptop untuk pembuatan desain produk serta widget tampilan monitoring pada Blynk yang akan dibuat. Setelah itu dilanjutkan ke tahap pembuatan alat tersebut, dilengkapi dengan pemrograman pada Arduino IDE dan pengalamatan virtual pin pada Blynk. Program yang dibuat meliputi NodeMCU ESP8266.

B. Diagram Blok Sistem

Diagram blok dibuat untuk mempermudah mengetahui sistem alat ini bekerja. Diagram blok untuk alat yang dibuat dapat dilihat pada [Gambar 11](#).



Gambar 11. Diagram blok sistem

Alat ini merupakan sistem pengukuran besaran listrik 3 fasa yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai otak utamanya, alat ini membaca data dari tiga sensor PZEM yang terhubung ke masing-masing fasa listrik. Secara bergantian, alat mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya untuk setiap fasa. Informasi ini kemudian ditampilkan pada layar LCD I2C 20x4 yang dapat diubah tampilan per fasanya melalui tombol.

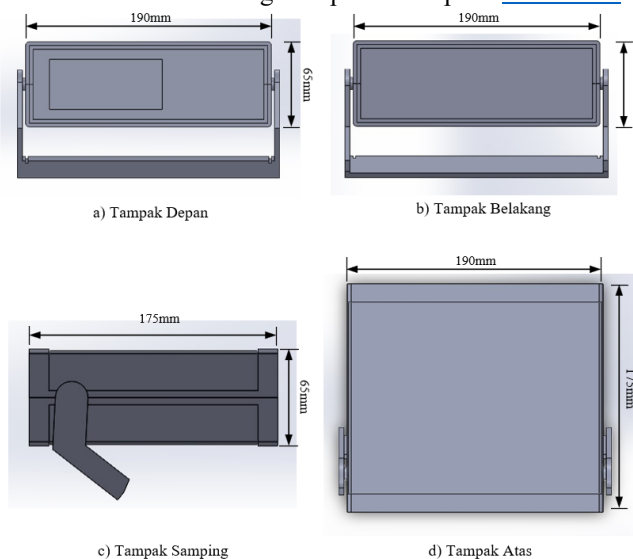
Untuk konektivitas, alat ini terhubung ke jaringan WiFi dan menggunakan platform Blynk untuk fungsionalitas IoT-nya. Data pengukuran dikirimkan secara berkala ke Blynk, berfungsi untuk memonitor pengukuran sensor PZEM dari jarak jauh.

Dalam operasinya, sensor PZEM terus-menerus memperbarui data pengukuran, data diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk dikirim ke tampilan LCD, dan berkomunikasi dengan Blynk. Pengguna dapat berinteraksi dengan alat melalui tombol fisik untuk mengubah tampilan LCD atau melalui aplikasi Blynk untuk melihat data pengukuran, *datastream* grafik Blynk dapat dimanfaatkan untuk melihat hasil data lampau.

C. Desain Alat Rancangan

Untuk memberikan pandangan mengenai alat yang dihasilkan, direncanakan pembuatan desain menggunakan aplikasi SolidWorks. Aplikasi ini memungkinkan pembuatan

model tiga dimensi yang lebih mendalam. Dengan menggunakan desain 3D, diharapkan pemahaman mengenai bentuk dan fungsi alat ini menjadi lebih jelas, serta memfasilitasi proses implementasi yang lebih lancar. Untuk ukuran desain alat rancangan dapat dilihat pada [Gambar 12](#).

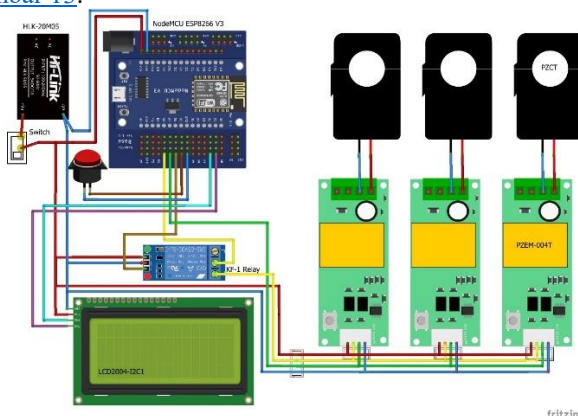


Gambar 12. Desain tiga dimensi alat rancangan

Pada [Gambar 12](#), merupakan design box tiga dimensi dari berbagai sudut pandang, tampak depan, tampak belakang, tampak samping, dan tampak atas, dengan ukuran panjang 190mm, tinggi kotak 65mm, dan lebar 175mm. Gambar tersebut akan menjadi representasi visual yang konkret dari rencana desain yang telah disusun.

D. Perancangan Sistem

Pada proses perancangan rangkaian sistem ini dibuat dengan tujuan agar mempermudah pada saat ingin merangkai secara langsung pada komponen yang akan digunakan. Berikut wiring diagram *Multifunction Meter* 3 fasa dapat dilihat pada [Gambar 13](#).



Gambar 13. Wiring diagram Multifunction Meter 3 Fasa

Melalui modul ESP8266 yang terintegrasi dengan Wi-Fi, NodeMCU memungkinkan untuk terhubung ke jaringan dan berkomunikasi dengan perangkat lain, termasuk mengirim data ke aplikasi Blynk untuk monitoring jarak jauh.

PZEM-004T berfungsi sebagai sensor pembaca tegangan, arus, daya, dan energi yang terhubung ke beban listrik. Sensor ini mendapat supply tegangan dari jala-jala PLN 220V. PZCT dari PZEM-004T yang dimasukkan pada salah satu kabel beban listrik berfungsi sebagai pembaca arus dari beban. Nilai pembacaan besaran listrik PZEM-004T akan dikirimkan ke ESP8266 sebagai pengontrol utama. Dalam rangkaian ini, terdapat tiga unit PZEM-004T untuk mengukur tiga fasa listrik secara terpisah dan akan diproses oleh NodeMCU yang telah diprogram agar dapat membaca ketiga PZEM-004T sekaligus.

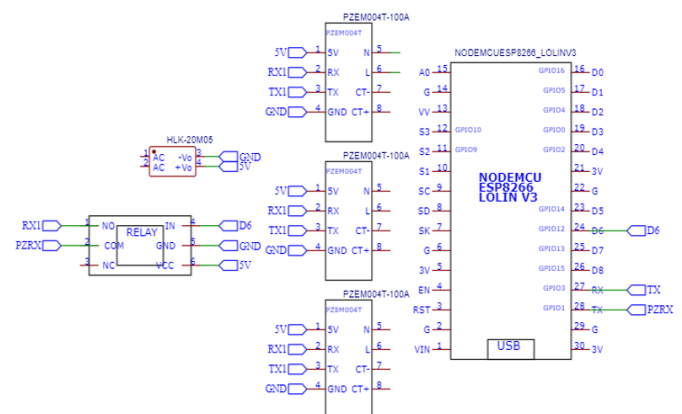
LCD I2C yang terhubung NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai tampilan output yang menampilkan informasi atau data yang dihasilkan. Melalui modul I2C, NodeMCU mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD, seperti hasil perhitungan besaran listrik dari ketiga PZEM-004T. LCD 20x4 karakter ini memungkinkan tampilan yang cukup detail untuk setiap fasa dan total pengukuran.

Modul *Relay* yang terhubung oleh NodeMCU berfungsi sebagai saklar yang dapat memutuskan dan menghubungkan aliran pin Rx dari PZEM-004T ke NodeMCU. Tujuannya adalah untuk menghindari konflik pada pin Rx dan memastikan komunikasi yang lancar antara PZEM-004T dan NodeMCU, terutama saat sistem melakukan boot atau reset.

Hi-Link (HLK-20M05) berfungsi sebagai sumber tegangan catu daya untuk NodeMCU ESP8266, PZEM-004T, LCD I2C, dan Modul *Relay*. Hi-Link adalah modul catu daya dengan arus bolak-balik atau arus searah berukuran kecil dan efisien, yang mengkonversi tegangan AC dari jala-jala listrik menjadi DC 5V yang dibutuhkan oleh komponen-komponen elektronik dalam sistem.

E. Perancangan PZEM-004T

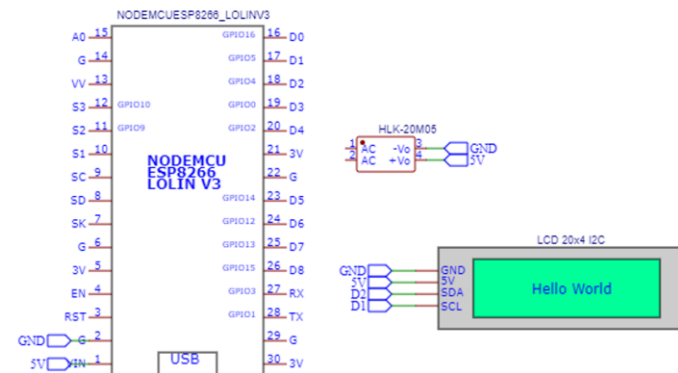
Modul sensor PZEM-004T merupakan salah satu komponen penting dalam sistem ini. Modul ini mampu mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya. Sebelum diintegrasikan ke dalam sistem, modul PZEM-004T perlu diuji untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik. Berikut adalah rangkaian skematik koneksi PZEM-004T yang dapat dilihat pada [Gambar 14](#).



Gambar 14. Skematik sensor PZEM-004T

F. Perancangan LCD dan Modul I2C

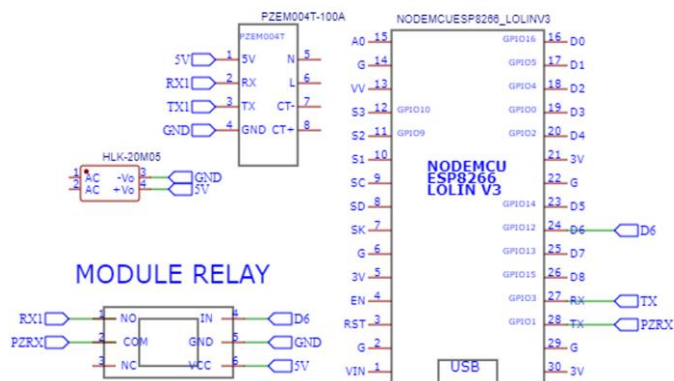
Tampilan atau display adalah salah satu hal yang penting untuk menampilkan data pengukuran yang digunakan dalam sistem perancangan ini. Dalam perancangan ini, LCD 20x4 dengan modul I2C digunakan untuk menampilkan informasi pengukuran dari sensor PZEM-004T. Sebelum diintegrasikan ke dalam sistem utama, LCD dan modul I2C harus dipastikan dapat berfungsi dengan baik. Berikut rangkaian skematik LCD 20x4 dengan modul I2C dapat dilihat pada [Gambar 15](#).



Gambar 15. Skematik LCD I2C

G. Perancangan Modul Relay

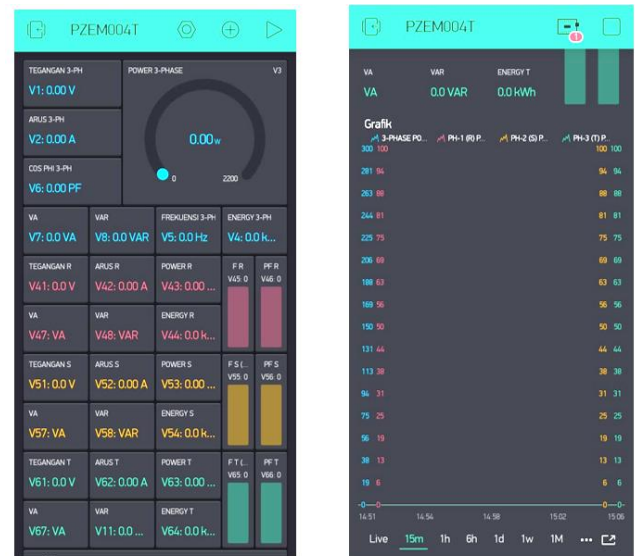
Komunikasi antara sensor PZEM-004T dan NodeMCU ESP8266 merupakan aspek kritis. Untuk menghindari konflik komunikasi saat sistem melakukan reset, sebuah modul *relay* digunakan untuk memutus dan menghubungkan kembali jalur komunikasi Rx dari PZEM ke NodeMCU. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan inisialisasi yang bersih dan mencegah potensi konflik data saat sistem mulai beroperasi. Berikut rangkaian skematik penggunaan modul *relay* untuk mengontrol koneksi pin Rx dapat dilihat pada [Gambar 16](#).



Gambar 16. Skematik modul relay

H. Perancangan Aplikasi Blynk

Perancangan sistem pada *smartphone* menggunakan Aplikasi Blynk Legacy digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk memvisualisasikan data pengukuran secara real-time melalui perangkat mobile. Berikut adalah tampilan dashboard Blynk untuk sistem perancangan PZEM-004T, dapat dilihat pada [Gambar 17](#).



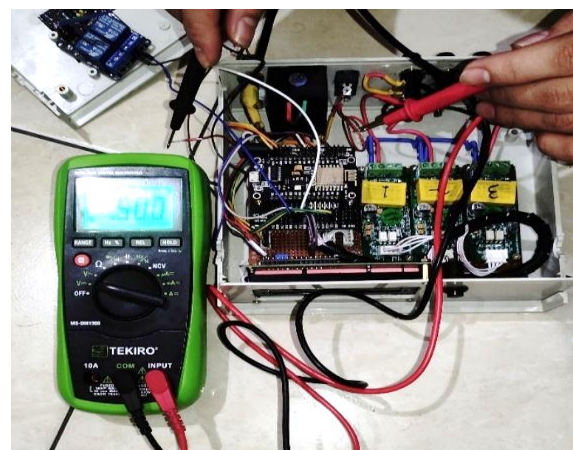
Gambar 17. Tampilan dashboard dan widget Blynk di *smartphone*

Dalam implementasinya, koneksi ke server Blynk dilakukan menggunakan kode program. Serta koneksi antara NodeMCU ESP8266 agar data dapat dikirim ke Blynk.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Hi-Link (HLK-20M05)

HLK-20M05 yaitu mengubah tegangan AC menjadi DC dengan output tegangan stabil 5VDC dan output arus maksimum 4000mA pengujian ini diperlukan untuk sumber tegangan yang diperlukan pada alat rancangan *Multifunction Meter* 3 fasa. HLK20M05 tersebut menggunakan sumber tegangan dari PLN yang berdasarkan pengukuran bernilai 231,2 VAC. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan AC yang dikonversi menjadi tegangan DC mendapatkan hasil 5,0 VDC. Hasil tegangan DC ini akan menyuplai input pada NodeMCU ESP8266, LCD I2C, PZEM-004T, dan *Relay*. Untuk hasil pengujian HLK20M05 dapat dilihat di [Gambar 18](#).



Gambar 18. Hasil pengujian tegangan keluar HLK-20M05

Hasil pengujian HLK-20M05 ini menunjukkan bahwa tegangan AC dari sumber PLN dengan nilai 231,2 VAC

berhasil dikonversi menjadi tegangan DC dengan hasil 5 VDC dan stabil pada nilai tersebut walau pun tegangan input AC nya berubah-ubah.

B. Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian pada sensor 3 buah PZEM-004T dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat accuracy dari modul, Dengan membandingkan sensor PZEM-004T pengukuran tegangan dan arus dengan multimeter true rms yang kemudian akan dilihat nilai eror pada sensor PZEM-004T tersebut. Untuk pengujian pengukuran dapat dilihat pada [Gambar 19](#).

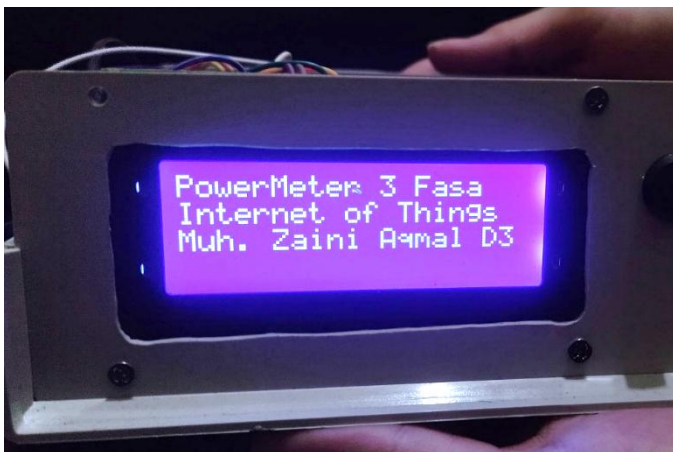


Gambar 19. Pengujian sensor PZEM ID 1 beban lampu pijar 60W

Pengujian dilakukan dengan menggunakan lampu pijar 60W. Hasil pengukuran besaran listrik sensor PZEM-004T ditampilkan melalui LCD I2C.

C. Pengujian Tampilan LCD dengan I2C

Pengujian terhadap tampilan LCD dilakukan untuk memastikan bahwa tampilan karakter sesuai dengan program yang sudah dibuat. Hasil pengujian tampilan LCD 20x4 dilengkapi dengan modul I2C untuk dapat dilihat pada [Gambar 20](#).



Gambar 20. Hasil Pengujian LCD I2C

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, tampilan pada layar LCD berhasil menampilkan tulisan karakter sesuai dengan instruksi yang telah ditulis di dalam kode program.

D. Pengujian Modul Relay

Pengujian *relay* dilakukan untuk mengetahui kemampuannya dalam menyambung dan memutus aliran listrik sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan sehingga dapat dipastikan *relay* tersebut berfungsi dengan baik sebelum diimplementasikan ke dalam rancangan. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk menilai kecepatan reaksi *relay* sesuai dengan instruksi yang telah diprogram. Hasil pengujian *relay* dapat dilihat pada [Gambar 21](#).



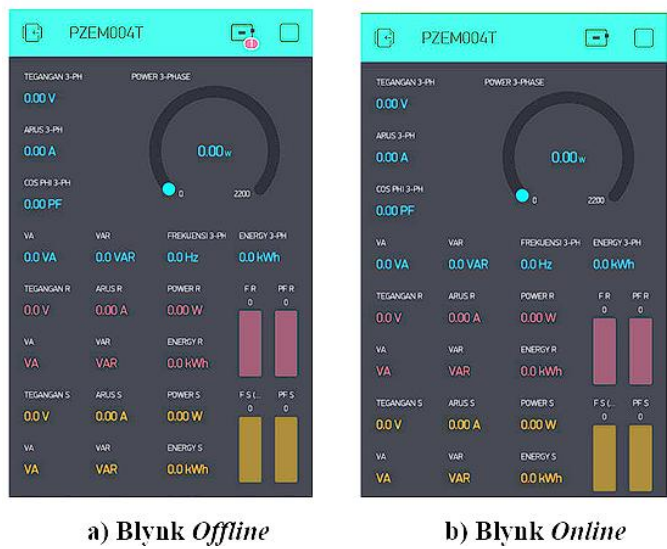
Gambar 21. Pengujian *relay* on

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan *relay* dapat berfungsi sesuai dengan sinyal kontrol yang telah diberikan, dimana jika dalam keadaan terhubung maka lampu indikator berwarna merah pada *relay* akan menyala dan menyambung jalur Rx PZEM-004T ke NodeMCU ESP8266.

Respon modul *relay* juga telah sesuai dengan kode program yang diberikan yaitu dengan waktu delay 5 detik setelah sistem diaktifkan, pada *Normally Open* (NO) modul *relay* digunakan untuk memutus dan menghubungkan kembali jalur komunikasi Rx dari PZEM ke Tx NodeMCU. Untuk menghindari konflik pada pin Rx dan memastikan komunikasi yang lancar antara PZEM-004T dan NodeMCU, terutama saat sistem melakukan boot atau reset.

E. Pengujian Konektivitas Jaringan Internet

Proses pengujian konektivitas internet untuk perangkat ini menggunakan WiFi *Access Point*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP8266 ke WiFi melalui *Access Point* dan menuliskan program di Arduino IDE. Dalam pengujian ini, Pengujian ini akan menunjukkan status koneksi antara aplikasi Blynk dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada [Gambar 22](#).



Gambar 22. Status koneksi antara Blynk dan ESP8266

Pada [Gambar 22](#). a) Blynk *Offline* menunjukkan bahwa tidak ada komunikasi antara server Blynk dan mikrokontroler, yang ditandai dengan munculnya tanda peringatan merah pada simbol papan di pojok kanan atas aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk yang offline biasanya terjadi karena mikrokontroler NodeMCU ESP8266 tidak terhubung ke server internet, sehingga mikrokontroler tidak dapat mengirimkan data sensor ke aplikasi Blynk. Kondisi offline ini juga bisa terjadi tiba-tiba ketika WiFi yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 kehilangan akses data akibat gangguan sinyal atau koneksi internet yang buruk.

Pada [Gambar 22](#). b) Blynk *Online* menunjukkan tampilan Blynk ketika komunikasi antara server Blynk dan mikrokontroler ESP8266 terhubung. Komunikasi ini akan diperbarui setiap sekitar 5 detik. Dalam keadaan online, aplikasi Blynk dapat memantau hasil pengukuran pada sensor PZEM-004T. Ketika dalam kondisi online, indikator merah pada simbol board di aplikasi Blynk akan hilang, menandakan bahwa mikrokontroler dan aplikasi Blynk di *smartphone* telah terhubung dengan jaringan internet.

F. Pengujian Sistem

Perancangan sistem adalah deskripsi menyeluruh dari rancangan keseluruhan sistem, termasuk penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras, dengan tujuan membantu penulis dalam mengenali masalah-masalah yang mungkin timbul saat sistem dioperasikan

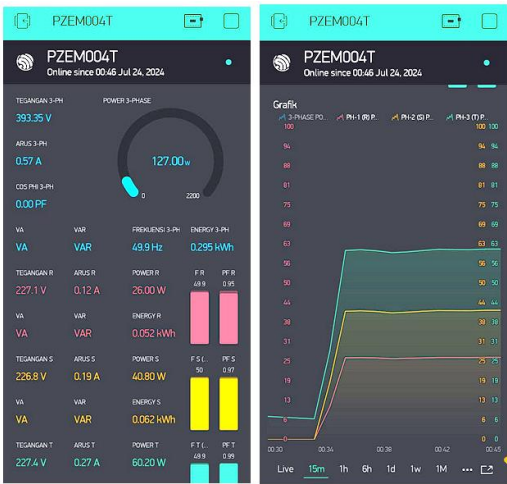
Setelah alat rancangan yang dibuat mampu menampilkan berbagai parameter listrik dan terhubung jaringan internet, alat akan diuji dengan beban Lampu Pijar 25Watt, Lampu Pijar 40Watt dan Lampu Pijar 60Watt. Selain itu, hasil pengukuran dari alat rancangan ini juga akan dibandingkan dengan hasil dari alat ukur listrik yang sudah terstandarisasi. Berikut adalah hasil pengukuran alat rancangan dan alat ukur standar dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

TABEL 1
PENGUKURAN ALAT RANCANGAN DAN ALAT UKUR STANDAR

Jenis Beban	Besaran Listrik	Alat Ukur Standar			Alat Rancangan (Sensor PZEM-004T)		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Lampu Pijar 25 W	Tegangan (V)	231,2	233,7	238,5	231,1	233,2	237,9
Lampu Pijar 40 W		238,8	238,2	233,9	237,8	237,6	234,1
Lampu Pijar 60 W		238,8	238,2	238,4	238,1	237,7	237,8
Lampu Pijar 25 W	Arus (A)	0,120	0,119	0,123	0,118	0,120	0,122
Lampu Pijar 40 W		0,186	0,188	0,185	0,186	0,188	0,187
Lampu Pijar 60 W		0,271	0,271	0,271	0,270	0,271	0,273
Lampu Pijar 25 W	Daya (W)	26,36	26,14	27,87	26,1	26,7	27,7
Lampu Pijar 40 W		43,53	43,89	42,41	43,2	43,7	42,8
Lampu Pijar 60 W		64,07	63,91	63,31	63,4	63,8	64,1

G. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian aplikasi Blynk dengan menampilkan hasil pengukuran sensor PZEM-004T akan dilakukan selama 15 menit. Untuk pengujian tampilan Blynk dapat dilihat pada [Gambar 23](#).



Gambar 23. Tampilan monitoring Blynk

H. Perhitungan % Error Alat Rancangan dengan Alat Ukur

Berdasarkan [Tabel 1](#) dapat dihitung persentase eror/kesalahan dengan membandingkan nilai pada sensor PZEM-004T dan alat ukur standar. Berikut hasil menentukan % eror dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

TABEL 2
EROR ALAT RANCANGAN TERHADAP ALAT UKUR STANDAR

JENIS BEBAN	% Error								
	Tegangan (%) Alat Rancangan			Arus (%) Alat Rancangan			Daya (%) Alat Rancangan		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
Lampu Pijar 25W	0,04	0,21	0,25	1,67	0,84	0,81	1,0	2,1	0,6
Lampu Pijar 40W	0,42	0,25	0,09	0,00	0,00	1,08	0,8	0,4	0,9
Lampu Pijar 60W	0,29	0,21	0,25	0,37	0,00	0,74	1,0	0,2	1,2
Rata-rata	0,22			0,61			0,92		

Berdasarkan [Tabel 2](#) tingkat % eror dari *Multifunction Meter* 3 fasa ini menunjukkan nilai yang cukup kecil dan masih berada dalam batas wajar. Batas kewajaran atau toleransi kesalahan untuk sebuah alat ukur biasanya berkisar antara 0.1% hingga 5%, tergantung pada penggunaan alat tersebut, hasil penelitian rata-rata tingkat kesalahan tegangan sebesar 0,22%, Arus 0,61%, daya 0,92%. Persentase kesalahan terendah ditemukan saat membandingkan nilai frekuensi antara alat ukur yang terstandarisasi dan alat rancangan. Hal ini juga bisa terjadi karena beban yang digunakan tidak terlalu besar. Sementara itu, tingkat kesalahan tertinggi terjadi saat membandingkan nilai daya sebesar 0,92% total rata-rata kesalahan.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat serta dari data yang didapat hasil pengukuran serta hasil pengujian keseluruhan sistem, dapat disimpulkan bahwa *Multifunction Meter* 3 fasa menggunakan tiga sensor PZEM-004T yang diintegrasikan dengan NodeMCU ESP8266 telah berhasil dirancang dan diimplementasikan, dapat mengukur berbagai besaran listrik serta hasilnya dapat dimonitoring jarak jauh melalui aplikasi Blynk Legacy dengan fitur *record* data melalui grafik. Alat bekerja dengan mengumpulkan data dari tiga sensor PZEM-004T, memproses data melalui NodeMCU ESP8266, menampilkan data pada LCD I2C, dan mengirimkan data ke Blynk. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran rata-rata untuk tegangan 0,22%, arus 0,61%, daya 0,92% dengan kesalahan tertinggi terjadi pada pengukuran daya sebesar 0,92%, menunjukkan sensor PZEM-004T memiliki akurasi yang tinggi.

REFERENSI

- [1] D. S. Naga, Thomas, dan R. Arto, "Perancangan dan implementasi alat ukur daya listrik arus bolak-balik satu fasa berbasis personal computer," *TESLA, Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, p. 29.
- [2] I. S. Hudan dan T. Rijianto, "Rancang bangun sistem monitoring dayalistrik pada kamar kos berbasis internet of things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro Unesa*, vol. 08, no. 01, pp. 92-93, 2019.
- [3] M. C. Pujiyanto, I. Winarno, dan D. Rahmatullah, "Smart meter dan pengontrol penggunaan energi listrik berdasarkan smart relay dengan komunikasi ethernet dan wireless," *Media Elekrika*, vol. 14, no. 2, p. 89, 2021.
- [4] E. Kurniawan, D. S. Pangaudi, dan E. NugrohoWidjatmoko, "Perancangan sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis Android," *Cyclotron : Jurnal TeknikElektro*, vol. 5, no. 01, p. 65, 2022.
- [5] Darso, M. H. A. Hudry, F. Fathoni, Y. Ulkhaq, P. T. R. Wijaya, dan M. A. H., "Perancangan sistem pendeteksi dan monitoring ketinggian air berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266," *Storage –Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 87-93, 2023.
- [6] M. Natsir, D. B. Rendra, dan A. D. Y. Anggara, "Implementasi IoT untuk sistem kendali AC otomatis pada ruang kelas di Universitas Serang Raya," *Jurnal Prosisko*, vol. 6, no. 1, p. 72, 2019.
- [7] H. Suryantoro dan A. Budiyo, "Prototype sistem monitoring levelair berbasis Labview& Arduino sebagai sarana pendukung praktikum instrumentasi sistem kendali," *Indonesian Journal of Laboratory*, vol. 1, no. 3, pp. 22-23, 2019.
- [8] M. Artyasa, A. N. Rostini, Edwinanto, dan A. P. Junfithrana, "Aplikasi smart home NodeMCU IoT untuk Blynk," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, p. 3, 2020.
- [9] M. Anugrah dan M. Jamaaluddin, "Alat ukur listrik pintar dan saklar jarak jauh pada rumah kost," *SinarFe7 : Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia Regional VII*, p. 93.
- [10] M. Natsir, D. B. Rendra, dan A. D. Y. Anggara, "Implementasi IoT untuk sistem kendali AC otomatis pada ruang kelas di Universitas Serang Raya," *Jurnal Prosisko*, vol. 6, no. 1, pp. 70-71, 2019.
- [11] A. F. Nurzaman, "Mari mengenal apa itu internet of thing (IoT)," *BINUS University School of Information Systems*, 29 Juli 2019. [Online]. Available: <https://sis.binus.ac.id/2019/07/29/mari-mengenal-apa-itu-internet-of-thing-iot/>. [Accessed 19 Juli 2024].
- [12] T. Sulistyorini, N. Sofi, dan E. Sova, "Pemanfaatan NodeMCU ESP8266 berbasis Android (Blynk) Sebagai alat alat mematikan dan menghidupkan lampu," *JUIT : Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 3, p. 45, 2022.
- [13] D. A. Rantetasak dan I. R. Nasir, "Sistem monitoring pemakaian daya listrik berbasis internet of things (IoT)," *Politeknik Negeri Ujung Pandang*, Makassar, 2020.
- [14] Peacefair Electronic, "PZEM-004T Voltage Current Watt Meter Single Phase Small AC Voltmeter TTL Modbus Electric Energy Meters No outcase," *Peacefair Electronic*, 07 Maret 2023. [Online]. Available: <http://en.peacefair.cn/products/3487.html>. [Accessed 18 Juli 2024].
- [15] Ktechnics, "AC 100A PZCT 02 Split Coil Current Transformer," *Ktechnics*, 2024. [Online]. Available: <https://ktechnics.com/product/ac-0-100a-pzct-02-split-coil-current-transformer/>. [Accessed 18 Juli 2024].
- [16] D. Suprianto, "Pengantar microcontroller dengan NodeMCU ESP8266-12E," *Medium*, 16 Agustus 2021. [Online]. Available: <https://medium.com/@doditsuprianto/pengantar-microcontroller-dengan-nodemcu-esp8266-12e-93c7c3ca80ae>. [Accessed 18 Juli 2024].