

Monitoring the Amount of Electricity Installation Using the Android Application

Monitoring Besaran Listrik Instalasi Menggunakan Aplikasi Android

Mohammad Dahlan⁽¹⁾, Budi Cahyo Wibowo⁽²⁾, Solekhan⁽³⁾

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus, Gondang manis, Bae, Kudus 59327, Indonesia

e-mails : moh.dahlan@umk.ac.id⁽¹⁾, budi.cahyo@umk.ac.id⁽²⁾

Received: 08 April 2022; revised: 02 May 2022; accepted: 05 May 2022

Abstract — The electricity *monitoring* system is used to monitor changes in the amount of electricity at any time. This *monitoring* system utilizes an android application. With the growth of the electrical load, it causes its own problems because the addition of an unplanned electrical load can cause uneven loading for each R, S and T phase. This study aims to create a tool to monitor the additional load that occurs, then the measured voltage and current will be informed. to the operator via the android application. The research steps carried out include; hardware design, software design, tool work testing, and analysis of results. From the results of the tests carried out, the readings of the voltage *monitoring* system obtained an *error* rate of 0.2% for the R phase, an *error* rate of 0.4% for the S phase and an *error* rate of 0.22% for the T phase and the current *monitoring* system obtained an *error* level of 2.3% for the R phase, the *error* rate is 1.9% for the S phase, and the *error* rate is 1.7% for the T phase. .

Key words— *monitoring*; realtime; electricity; phase;

Abstrak — Sistem pemantauan besaran listrik secara realtime dibutuhkan untuk memonitor data perubahan besaran listrik setiap waktu. Sistem *monitoring* ini memanfaatkan aplikasi android sehingga dapat dipantau setiap saat. Dengan pertumbuhan beban listrik menimbulkan permasalahan tersendiri karena penambahan beban listrik sesaat sering dilakukan dengan sambungan langsung pada jaringan instalasi secara tak terencana sehingga dapat menyebabkan ketidakmerataan pembebanan untuk masing-masing fasa R, S dan T. Penelitian ini bertujuan membuat alat untuk memonitor penambahan beban yang terjadi, kemudian besaran tegangan dan arus yang terukur akan diinformasikan ke operator melalui aplikasi android. Metode yang digunakan adalah riset development sehingga menghasilkan alat pendeteksi beban listrik dengan menggunakan aplikasi android. Langkah penelitian yang dilakukan meliputi; perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian kerja alat, dan analisa hasil. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil pembacaan sistem *monitoring* tegangan diperoleh tingkat *error* 0,2% untuk fasa R, tingkat *error* 0,4% untuk fasa S dan tingkat *error* 0,22% untuk fasa T dan pada sistem *monitoring* arus diperoleh tingkat *error* 2,3% untuk fasa R, tingkat *error* 1,9% untuk fasa S, dan tingkat *error* 1,7% untuk fasa T.

Kata kunci — *monitoring*; realtime; android; fasa;

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan primer bagi manusia.

Sebagian besar peralatan menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Semakin meningkatnya kebutuhan listrik setiap tahunnya, yang disebabkan karena semakin meningkatnya produksi peralatan untuk membantu kebutuhan manusia yang menggunakan listrik, mulai alat-alat elektronik rumah tangga, alat-alat kantor, industri, dan lain sebagainya[1].

Instalasi listrik merupakan serangkaian perangkat listrik yang saling dihubungkan antara satu perangkat listrik dengan perangkat listrik yang lain, yang semuanya berada dalam sebuah sistem ketenagalistrikan. Instalasi listrik yang baik harus aman bagi manusia dan bersahabat dengan lingkungan sekitarnya.

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan dalam pemasangan instalasi listrik pada bangunan gedung seperti peralatan listrik yang dipakai, jarak antar titik listrik ke titik listrik lainnya, pembagian daya yang harus disesuaikan dengan kebutuhan beban di ruangan masing-masing, dan sebagainya. Bila semua itu dilakukan dengan cara yang tepat, maka hasilnya pun akan dirasakan langsung, yaitu kondisi aman dan nyaman selama menggunakan listrik. Penelitian yang meliputi pemantauan energi khususnya untuk beban rumah tangga berbasis teknologi IoT, yang mampu memantau penggunaan beban listrik rumah tangga[2].

Monitoring energi merupakan cara yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan listrik. *Monitoring* energi merupakan suatu sistem yang berisi informasi tentang pemakaian energi listrik pada pemakaian peralatan listrik. Pemborosan penggunaan energi listrik terjadi karena tidak diketahuinya seberapa besar energi listrik yang telah terpakai[3]. Untuk memperoleh data informasi penggunaan energi listrik secara akurat dan *realtime* diperlukan aplikasi *monitoring* energi[4]. Pentingnya sistem *monitoring* ini adalah untuk mengetahui besarnya pemakaian energi listrik pada sistem instalasi listrik.

Sistem *monitoring* besaran listrik transformator distribusi dengan menggunakan teknologi telekomunikasi *wireless* telah dibuat, yaitu dengan menggunakan layanan pesan singkat dengan modul GSM[5][6]. Sistem *monitoring* pada penelitian ini digunakan untuk memonitor transformator distribusi.

Teknologi IoT dapat menerima dan mengolah semua data-data hasil pengukuran dari sensor-sensor yang dikirimkan ke jaringan internet yang kemudian data-data tersebut diproses untuk ditampilkan hasil pengukuran dan pada sebuah halaman

website atau perangkat *smartphone* yang humanis, sehingga memudahkan bagi pengguna internet melihat dan memantau melalui situs *website*[7] dan dilengkapi pula dengan penyimpanan data pada database sistem IoT sehingga data – data hasil pengukuran sensor mampu tersimpan sebagai bahan analisis. Teknologi IoT mampu menciptakan peluang integrasi antara sistem digital dan dunia fisik serta pengendalian objek dari jarak jauh di seluruh jaringan infrastruktur yang mendukung sehingga dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan manfaat ekonomi[8].

Perkembangan sekarang mengantarkan teknologi jaringan yang bukan saja hanya menghubungkan orang, namun menghubungkan orang dengan benda, dan juga benda dengan benda. Inilah dimulainya era *Internet of Things* (IoT) yang dapat dipahami sebagai lapisan informasi digital yang mencakup dunia fisik[9].

Penelitian yang berjudul Sistem monitoring penggunaan listrik pada ruangan menggunakan NodeMcu dan MQTT (*Message Queueing Telemetry Transport*) menjadi solusi dari permasalahan energi listrik ruangan yang terpantau secara *online*[10].

Penelitian yang berjudul *Prototype* Proteksi Arus Lebih Menggunakan *Current Transformer* Berbasis Mikrokontroler Atmega32, pada penelitian ini CT (*Current Transformer*) digunakan sebagai pengukur arus, dimana nilai arus sekunder pada *Current Transformator* dihasilkan berdasarkan adanya perubahan rasio dan arus primernya[11].

A. Panel Hubung Bagi

Berdasarkan konstruksinya panel hubung bagi dapat dibedakan sebagai berikut, konstruksi terbuka, konstruksi semi tertutup, konstruksi lemari dan konstruksi kotak. Gambar 1 adalah contoh Panel Hubung-Bagi yang berkonstruksi lemari.

Panel hubung bagi jenis konstruksi *cubicle* yaitu panel yang tertutup pada semua sisinya, sehingga selama pengoperasian tidak ada bagian/komponen yang kontak dengan bagian yang bertegangan, untuk pemasangan panel jenis ini bisa di tempat tertutup dan terkunci, sehingga dapat dipasang di tempat-tempat umum. Dan untuk pemasangan panel jenis sistem terbuka hanya diijinkan pada ruangan yang tertutup dan hanya operator atau orang yang profesional yang boleh masuk dalam ruangan tersebut. Panel hubung bagi dengan jenis konstruksi terbuka letak komponen yang bertegangan, rel, terminal dan penghantar dapat terlihat dan terjangkau dari segala arah. Panel hubung bagi jenis kotak (*box*) memiliki bahan dasar yang terbuat dari bahan isolasi, plat logam, baja tuang, dsb. Dan dilengkapi dengan komponen pendukung dalam instalasi listrik.

B. Sensor PZEM-004t

Sensor PZEM-004t adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur Arus, tegangan, power dan energi dari listrik jenis AC (*Alternating Current*). Sensor ini mengeluarkan data *output* melalui komunikasi serial. Gambar 1 adalah bentuk fisik modul sensor PZEM-004t.



Gambar 1. Sensor Arus PZEM-004t[12]

Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, ada yang model 10 Ampere dan 100 Ampere. Sensor ini cukup mudah di gunakan, karena *output* nya langsung bisa dibaca, baik berupa arus, tegangan, *power* maupun energi, tapi sayangnya, sensor ini tidak mampu membaca arus AC dengan ketelitian mili Ampere. Sensor PZEM-004t saat ini diproduksi dalam 2 versi yaitu sensor PZEM-004t V2.0 dan sensor PZEM-004t V3.0. Perbedaan utama antara kedua versi sensor PZEM-004t adalah sebagai berikut:

1. Pada V2.0 ada dilengkapi tombol untuk Reset Energi.
2. Pada V3.0 fungsi untuk Reset Energi menggunakan *software*, sehingga sudah tidak ada tombol *push button* untuk Reset Energi.
3. Tingkat akurasi V3.0 lebih baik dibandingkan dengan V2.0.
4. V3.0 lebih cepat dibandingkan V2.0 dalam hal Waktu konversi / pembacaan.
5. Komunikasi data antara kedua tipe sensor tersebut menggunakan protokol yang berbeda.

Modul PZEM-004T merupakan sebuah modul sensor yang digunakan untuk mengukur besaran listrik berupa tegangan, arus, dan daya yang mengalir pada suatu instalasi listrik. Modul ini dilengkapi dengan sensor arus berupa CT (*Current Trafo*) dan sensor tegangan. Dalam penggunaannya alat ini bekerja untuk mengukur arus dan daya dalam kapasitas yang terbatas yakni antara 10A dan 100A[13].

C. Android

Android adalah sistem operasi untuk telepon seluler berbasis Linux sebagai kernelnya. Android begitu pesat perkembangan di era saat ini karena Android menyediakan *platform* terbuka (*Open Source*) bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri. Awalnya, perusahaan *search engine* terbesar saat ini, yaitu Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Android, Inc. didirikan oleh Andy Rubin, Rich Milner, Nick Sears dan Chris White pada tahun 2003. Pada Agustus 2005 Google membeli Android Inc. Android memberikan kemudahan *programmer* dalam mengembangkan aplikasi berbasis *mobile*.

D. Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB adalah sebuah perangkat elektromekanik yang digunakan sebagai pengaman instalasi rangkaian listrik dari arus yang berlebih. MCB mampu memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang telah ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.[14]

MCB atau miniatur pemutus arus dapat diklasifikasikan dalam tiga tipe yang didasarkan pada karakteristik pemutus arusnya. Tiga tipe tersebut adalah MCB tipe B, MCB tipe C dan MCB tipe D.

MCB tipe B, adalah tipe MCB yang akan putus jika arus beban lebih besar 3 sampai 5 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB. Umumnya digunakan pada instalasi listrik di perumahan ataupun di industri ringan.

MCB tipe C, adalah tipe MCB yang akan putus jika arus beban lebih besar 5 sampai 10 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB (arus nominal MCB). Biasanya digunakan pada industri yang memerlukan arus yang lebih tinggi seperti pada lampu penerangan gedung dan motor-motor kecil.

MCB tipe D, adalah tipe MCB yang akan putus jika arus beban lebih besar dari 10 hingga 25 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB (arus nominal MCB). Biasanya digunakan pada peralatan listrik yang menghasilkan lonjakan arus tinggi seperti Mesin Sinar X (X-Ray), Mesin Las, dan mesin-mesin produksi lainnya. Arus Nominal MCB yang umum adalah 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A dan 125A.

Cara kerja MCB, Fungsi perlindungan beban lebih (*overload*) berkerja berdasarkan prinsip bahwa strip bimetal melengkung dengan kenaikan suhu yang disebabkan oleh arus lebih besar daripada kemampuan daya hantar circuit breakernya. Strip bimetal ini akan lurus bila kondisi arus yang melewati dibawah kemampuan trip *circuit breaker*, atau bisa dikatakan kondisi strip bimetal ini masih dingin. Pada saat arus yang melewati strip bimetal ini nilainya di atas kemampuan daya hantar *circuit breaker*, maka panas ini akan membuat strip bimetal ini melengkung. Dengan membukanya *contact* antara *incoming* dan *outgoing* terminal, fungsi perlindungan beban lebih ini berkerja (OFF).



Gambar 2. (MCB) *Miniature Circuit Breaker*. [14]

E. NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32 sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul wifi dan *bluetooth* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Memiliki 18 ADC (*Analog Digital Converter*), 2 DAC, 16 PWM, 10 Sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI.

ESP32 dibuat oleh Espressif *Systems*, ESP32 adalah sistem dengan biaya yang rendah, berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi & kemampuan *Bluetooth* dua mode. Keluarga ESP32 termasuk chip ESP32-D0WDQ6 (dan ESP32-D0WD), ESP32-D2WD, ESP32-S0WD, dan sistem dalam paket (SiP) ESP32-PICO-D4. Gambar 3 adalah bentuk fisik modul NodeMCU ESP-32.

Kelebihan dari modul NodeMCU ESP32 dibandingkan dengan mikrokontroler jenis arduino adalah jumlah I/O yang lebih banyak dan kelengkapan modul ADC yang lebih banyak dibandingkan dengan tipe yang lain. Terintegrasinya sistem koneksi WiFi sehingga sangat tepat jika digunakan untuk operasi IoT.

Karena jantung dari NodeMCU adalah ESP32 (khususnya seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur – fitur yang dimiliki NodeMCU akan kurang lebih sama ESP-12 (juga ESP-12E untuk NodeMCU v.2 dan v.3) kecuali NodeMCU telah dibungkus oleh API sendiri yang dibangun berdasarkan bahasa pemrograman eLua. Beberapa fitur tersebut antara lain:

1. *Prosesor: Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz.*
2. *Memori: 520 KB SRAM.*
3. *Wireless connectivity: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE (shares the radio with Wi-Fi).*
4. *Peripheral I/O: 12-bit SAR ADC (up to 18 channels), 2x 8-bit DACs, motor PWM, LED PWM (up to 16 channels), hall effect sensor*

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266, cocok untuk sobat dengan proyek yang besar.



Gambar 3. Bentuk Fisik Modul ESP32 [15]

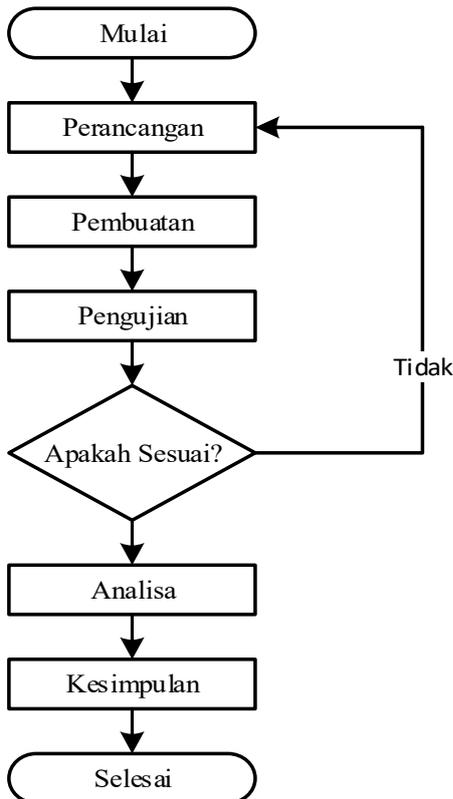
II. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan pendekatan *riset and development*, yaitu metode penelitian yang digunakan untuk meneliti, merancang, membuat dan menguji produk yang dihasilkan.

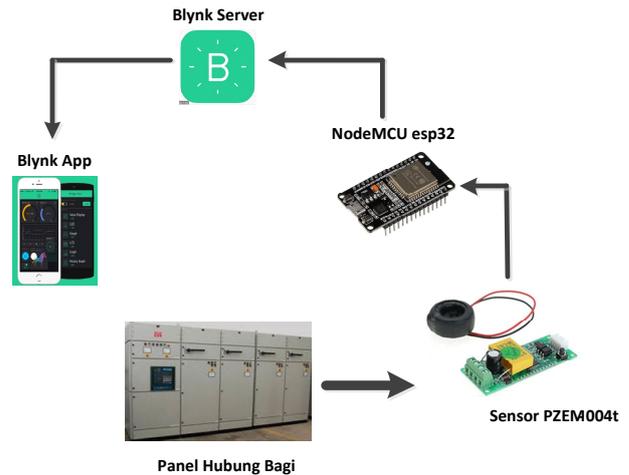
A. Diagram Alir Proses Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji sistem *monitoring* besaran listrik instalasi secara *realtime* dengan menggunakan aplikasi android. Gambar 4 adalah diagram alir proses penelitian.

Penelitian diawali dengan proses perancangan sistem monitoring besaran listrik berbasis android, perancangan disini meliputi perancangan *hardware* dan *software* baik pada perangkat mikrokontroler ataupun pada aplikasi android. Dalam proses perancangan penulis juga melakukan observasi pada jaringan instalasi listrik dan panel hubung bagi dimana alat monitoring besaran listrik ini akan ditempatkan. Hasil perancangan *hardware* dan *software* kemudian direalisasikan menjadi alat yang siap digunakan dalam proses monitoring besaran listrik secara *realtime*. Setelah alat dibuat kemudian dilakukan proses pengujian alat untuk menentukan kesesuaian antara perancangan dengan pembuatan terhadap tujuan yang ingin dicapai. Berikutnya dilakukan analisa dan kesimpulan.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Penelitian



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

B. Perancangan Hardware

Proses penelitian diawali dengan merancang dan membuat sistem *monitoring* besaran listrik yang terdiri dari NodeMCU esp32, sensor PZEM-004t, panel hubung bagi, perangkat *smartphone* berbasis android.

Sistem *monitoring* besaran listrik dirancang mampu memantau nilai besaran listrik berupa tegangan (V), Arus (I), dan Daya (Watt). Diagram blok dari sistem *monitoring* besaran listrik instalasi ini diperlihatkan pada Gambar 5.

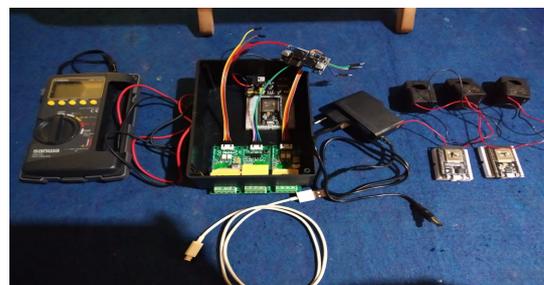
Penjelasan fungsi tiap blok diagram adalah sebagai berikut:

Panel hubung bagi, merupakan panel instalasi listrik 3 *phase* yang mensuplai kebutuhan tegangan listrik pada sebuah gedung.

Sensor PZEM-004t, digunakan dan dipasang pada jaringan panel hubung bagi untuk mengukur nilai besaran listrik (V, I dan P) secara *realtime*.

NodeMCU-ESP32, digunakan sebagai kontroler untuk memproses data pembacaan besaran listrik dari sensor PZEM-004t untuk kemudian dikirimkan ke jaringan internet agar bisa diakses oleh *smartphone*.

Monitoring Panel, adalah perangkat android *smartphone* yang digunakan untuk menampilkan nilai pengukuran besaran listrik yang disajikan dalam bentuk grafik yang *ter-update* secara *realtime*.



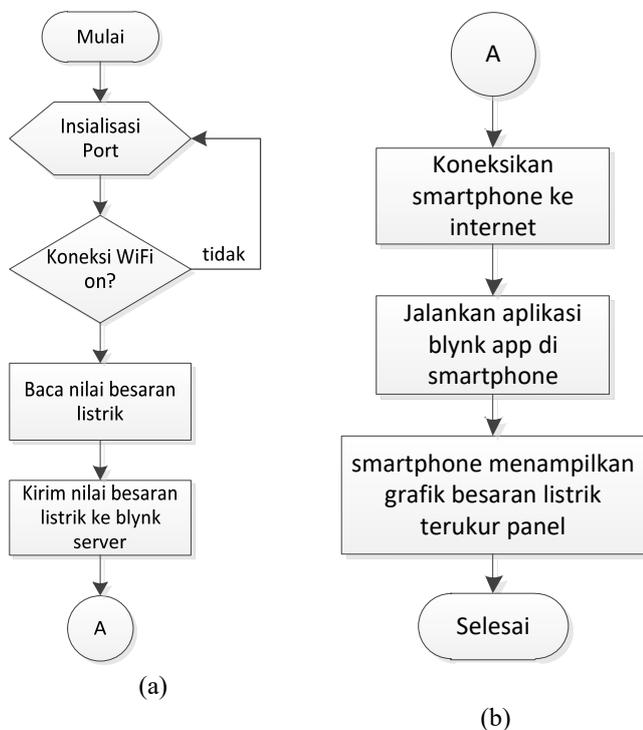
Gambar 6. Komposisi *hardware* sistem *monitoring* besaran listrik

C. Perancangan Software

Sistem *monitoring* besaran listrik instalasi menggunakan NodeMCU ESP32 untuk membaca dan mengirimkan nilai hasil pengukuran besaran listrik oleh modul PZEM-004t ke internet sehingga dapat diakses oleh perangkat *smartphone* dengan mudah. Untuk dapat bekerja dengan baik NodeMCU-ESP 32 harus diprogram. Agar dapat mewujudkan *software* yang diinginkan terlebih dahulu diperlukan perancangan *software*. Gambar 9 adalah *flowchart* perancangan *software* untuk NodeMCU-ESP32 dan aplikasi android.

Software pada sistem monitoring besaran listrik instalasi ini terdiri dari *software* untuk aplikasi android dan *software* yang ditanamkan pada modul NodeMCU-ESP32 yang menerima data pembacaan besaran listrik dari modul PZEM-004t untuk kemudian dikirimkan melalui internet ke perangkat android. Nilai besaran listrik yang terukur kemudian ditampilkan hasil bacanya di perangkat android untuk memantau secara *realtime* penggunaan energi listrik pada jaringan instalasi yang terhubung ke panel hubung bagi.

Pada perancangan *software* Gambar 7 dimulai dengan menghubungkan sistem *monitoring* dan *smartphone* melalui jaringan internet. Setelah semua perangkat terhubung ke jaringan internet, buka aplikasi *monitoring* besaran listrik pada *smartphone* maka secara *realtime* aplikasi sistem *monitoring* akan menampilkan nilai besaran listrik instalasi 3 *phase* pada *smartphone*. Data pengukuran besaran listrik instalasi ini akan tersimpan secara *realtime* pula di *cloud server* blynk selama alat *monitoring* ini terhubung ke jaringan internet.



Gambar 7. (a) Perancangan *Software* pada NodeMCU-ESP32
 (b) Perancangan *software* pada *smartphone*

Sistem *monitoring* energi listrik menggunakan dua *software*, yaitu *software* yang di programkan pada ESP32 untuk proses pembacaan nilai tegangan, arus dan daya listrik, dan *software* yang di programkan pada aplikasi android untuk menampilkan hasil baca nilai arus, tegangan dan daya listrik secara *realtime* via *handphone*.

Berikut adalah potongan program yang diisikan pada NodeMCU ESP32 untuk membaca nilai tegangan, arus dan daya listrik.

```

void bacaPZEM(){
    //PZEM
    v = pzem.voltage();
    Serial.print(v);
    Serial.print("V; ");
    i = pzem.current();
    Serial.print(i);
    Serial.print("A; ");
    Serial.println();
    delay(10000);
}
    
```

Kode Program 1. Merupakan kode program untuk membaca nilai tegangan, arus dan daya listrik

Berikut adalah potongan program dalam proses pengiriman hasil pengukuran oleh modul PZEM-004t ke NodeMCU-ESP32.

```

void sendtoblynk(){
    Blynk.virtualWrite(V0,i);
    Blynk.virtualWrite(V1,v);
}
void loop() {
    bacaPZEM();
    delay(1000);
    sendtoblynk();
    Blynk.run();
}
    
```

Kode Program 2. Merupakan potongan program yang digunakan untuk proses pengiriman hasil pengukuran dari modul PZEM-004t

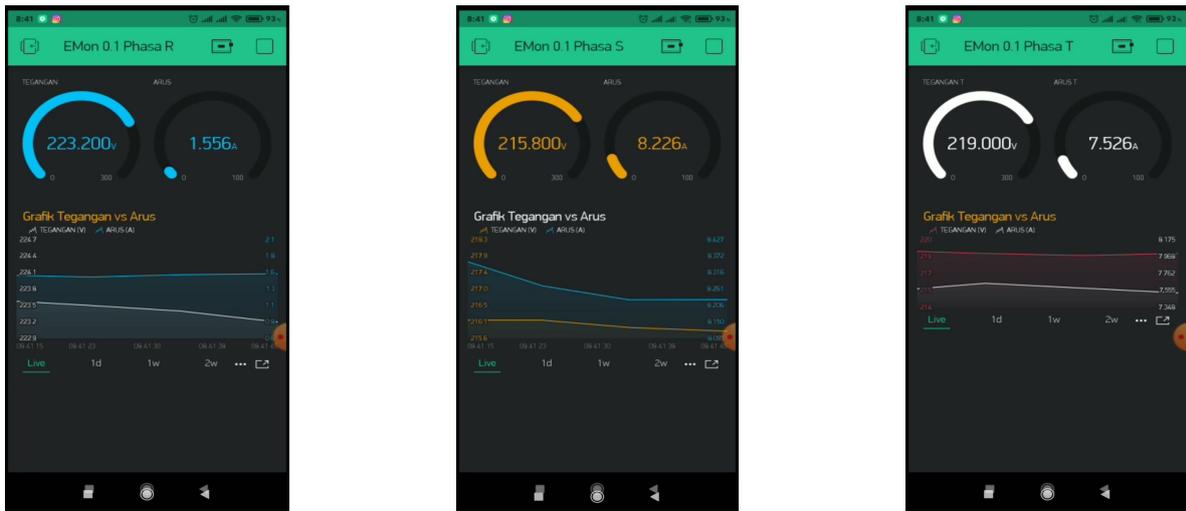
Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pemrograman sistem monitoring besaran listrik instalasi menggunakan aplikasi android adalah bahasa C.

Sistem dirancang mampu membaca nilai besaran listrik pada panel hubung bagi sesuai dengan beban listrik yang bekerja pada sistem instalasi listrik dan kemudian mengirimkan hasil pengukuran besaran listrik yang terbaca oleh sensor PZEM-004t dan menampilkan hasil pembacaan sensor PZEM-004t melalui aplikasi android secara *realtime*.

Pada tampilan aplikasi android nilai besaran listrik yang berupa nilai tegangan, arus, daya listrik untuk fasa R, S dan T disajikan dalam tampilan setiap nilai besaran dan dilengkapi dengan grafik yang mudah dibaca tingkat fluktuasi penggunaan energi listrik pada panel hubung bagi gedung K ruang laboratorium.

Sistem monitoring besaran instalasi listrik ini bekerja dengan koneksi internet, koneksi internet yang baik menjamin transmisi pembacaan hasil pembacaan besaran listrik ke perangkat android dapat ter-*update* secara *realtime*, sehingga perubahan nilai besaran listrik dapat terpantau secara *realtime*.

Adapun tampilan *software* yang digunakan untuk memonitor nilai besaran listrik berbasis android yang mampu dipantau secara *realtime* via *handphone* ditunjukkan pada Gambar 8.



(a)

(b)

(c)

Gambar 8. Tampilan aplikasi *monitoring* besaran listrik pada smartphone (a) nilai besaran listrik pada fasa R (b) nilai besaran listrik pada fasa S dan (c) nilai besaran listrik pada fasa T.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan alat *monitoring* besaran listrik instalasi kemudian dilakukan proses pengujian dengan membandingkan antara nilai ukur besaran listrik dari modul PZEM-004t dengan alat ukur terstandar (menggunakan *clamp meter* 3286-20) yang digunakan untuk mengukur nilai tegangan, arus dan daya listrik pada jaringan 3 fasa.

A. Pengujian kepresisian sensor PZEM-004t

Hasil pengujian kepresisian pembacaan arus, tegangan dan daya listrik pada sensor PZEM-004t dengan variasi beban untuk fasa R, S, dan T ditampilkan pada Tabel 1, 2 dan 3. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kepresisian dan keakuratan modul sensor PZEM-004t dalam pembacaan besaran listrik, berupa tegangan, arus dan daya listrik. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil baca pengukuran besaran listrik pada modul sensor PZEM-004t dengan alat ukur listrik terstandar yaitu *Clamp meter* merk HIOKI, pengujian dilakukan dengan variasi pembebanan yang sama untuk hasil ukur dengan modul sensor PZEM-004t dan *clamp meter* merk HIOKI. Gambar 9. AC *Clamp meter* HIOKI tipe 3287.



Gambar 9. *Clamp meter* merk Hioki tipe 3287

Prinsip kerja dari *clamp meter* adalah sebagai alat ukur besaran listrik yang yang bekerja tanpa kontak dengan objek ukurnya. Prinsip kerjanya didasarkan pada arus listrik yang mengalir melalui kabel konduktor akan menghasilkan medan magnet. Trafo yang terdapat pada sensor alat ukur ini akan terinduksi oleh medan magnet yang dihasilkan oleh aliran arus dan kemudian diubah mejadi nilai ampere yang dapat dibaca oleh manusia. Dalam penggunaannya alat ukur *clamp meter* ini tergolong sederhana karena arus, tegangan dan daya listrik akan secara otomatis tertampil hasil bacanya. Adapun fungsi dan kegunaan dari alat ini diantaranya adalah alat tersebut dapat digunakan untuk melakukan pengukuran pada arus listrik, tegangan listrik, dan tahanan atau resistansi. Disamping digunakan untuk mengukur nilai tegangan, arus dan daya *clamp meter* ini juga bisa digunakan untuk mengecek konektivitas antar dua titik.

Meskipun mudah dalam penggunaannya perlu pemahaman yang cukup mengenai teori arus dan tegangan sehingga perlu perhatikan dalam proses pemakaiannya sebelum digunakan, terkait hal itu diantaranya adalah perlu mengetahui batas maksimal arus dan tegangan yang boleh diukur dengan alat ukur *clamp meter* ini, sebelum digunakan pastikan bahwa alat ukur ini terhubung secara benar dengan beban yang akan diukur.

Pengujian kepresisian bertujuan untuk memastikan bahwa modul sensor PZEM-004t memang layak digunakan sebagai rujukan untuk mengukur besaran listrik pada listrik instalasi. Dengan pengujian kepresisian ini maka dapat diketahui seberapa presisi sensor yang digunakan dalam penelitian ini sehingga bisa menjadi rekomendasi untuk penggunaan pada proyek atau penelitian dengan obyek penelitian yang berbeda.

TABEL 1
 HASIL PENGUJIAN KEPRESISIAN SENSOR PZEM-004T PHASA R DIBANDINGKAN DENGAN CLAMP METER HIOKI

Pengujian ke -	Besaran Listrik pada clamp meter HIOKI			Besaran Listrik pada modul PZEM-004t			Nilai <i>Error</i> %			Beban
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	
1	223,70	0,55	110,7	223,82	0,57	114,8	0,1%	3,5%	3,6%	Lampu 11 watt x 10 pcs
2	223,50	0,55	110,6	224,00	0,57	114,9	0,2%	3,5%	3,7%	
3	223,10	0,55	110,4	224,18	0,57	115,0	0,5%	3,5%	4,0%	
4	223,60	0,56	112,7	223,82	0,57	114,8	0,1%	1,8%	1,9%	
5	223,20	0,57	114,5	223,81	0,57	114,8	0,3%	0,0%	0,3%	
6	223,20	0,57	114,5	223,81	0,58	116,8	0,3%	1,7%	2,0%	
Rata-rata	223,38	0,56	112,25	223,91	0,57	115,20	0,2%	2,3%	2,6%	

TABEL 2.
 HASIL PENGUJIAN KEPRESISIAN SENSOR PZEM-004T PHASA S DIBANDINGKAN DENGAN CLAMP METER HIOKI

Pengujian ke -	Besaran Listrik pada clamp meter HIOKI			Besaran Listrik pada modul PZEM-004t			Nilai <i>Error</i> %			Beban
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	
1	220,10	7,80	1545,10	220,13	7,95	1575,03	0,01%	1,89%	1,90%	AC 1 HP x 2 unit
2	220,00	7,60	1504,80	220,06	7,73	1530,96	0,03%	1,68%	1,71%	
3	220,50	7,70	1528,07	221,60	7,73	1541,67	0,50%	0,39%	0,88%	
4	220,30	7,60	1506,85	221,60	7,82	1559,62	0,59%	2,81%	3,38%	
5	220,50	7,60	1508,22	221,68	7,72	1540,23	0,53%	1,55%	2,08%	
6	220,30	7,50	1487,03	221,32	7,73	1539,72	0,46%	2,98%	3,42%	
rata-rata	220,28	7,63	1513,34	221,07	7,78	1547,87	0,4%	1,9%	2,2%	

TABEL 3
 HASIL PENGUJIAN KEPRESISIAN SENSOR PZEM-004T PHASA T DIBANDINGKAN DENGAN CLAMP METER HIOKI

Pengujian ke -	Besaran Listrik pada clamp meter HIOKI			Besaran Listrik pada modul PZEM-004t			Nilai <i>Error</i> %			Beban
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	
1	216,80	7,40	1443,89	217,37	7,57	1480,94	0,26%	2,25%	2,50%	AC 1 HP x 2 unit
2	217,00	7,50	1464,75	217,50	7,62	1491,62	0,23%	1,57%	1,80%	
3	217,40	7,50	1467,45	217,86	7,59	1488,20	0,21%	1,19%	1,39%	
4	217,60	7,40	1449,22	217,82	7,54	1478,13	0,10%	1,86%	1,96%	
5	216,90	7,50	1464,08	217,78	7,62	1493,54	0,40%	1,57%	1,97%	
6	217,30	7,40	1447,22	217,50	7,54	1475,96	0,09%	1,86%	1,95%	
rata - rata	217,17	7,45	1456,10	217,64	7,58	1484,73	0,22%	1,72%	1,93%	

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa terdapat rerata nilai *error* sebesar 0,2% pada pengujian nilai tegangan, 2,3% pada pengujian nilai arus, dan 2,6% pada pengujian nilai daya. Beban yang diberikan pada sistem instalasi listrik fase R berupa lampu 11 watt sejumlah 10 pcs.

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 2, dapat disimpulkan bahwa terdapat rerata nilai *error* sebesar 0,4% pada pengujian nilai tegangan, 1,9% pada pengujian nilai arus, dan 2,2% pada pengujian nilai daya.

Beban yang diberikan pada sistem instalasi listrik fase S berupa AC 1 HP sejumlah 2 unit.

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa terdapat rerata nilai *error* sebesar 0,22% pada pengujian nilai tegangan, 1,72% pada pengujian nilai arus, dan 1,93% pada pengujian nilai daya. Beban yang diberikan pada sistem instalasi listrik fase T berupa AC 1 HP sejumlah 2 unit. Dari hasil pengujian terlihat bahwa fluktuasi nilai besaran listrik fase R, S dan T yang disebabkan penggunaan beban disetiap ruang yang berbeda.

B. Pengujian hasil monitoring besaran listrik pada aplikasi android

Pengujian hasil *monitoring* besaran listrik pada aplikasi android dimaksudkan untuk mengetahui nilai besaran listrik berupa tegangan, arus dan daya yang terukur dan tersimpan secara *realtime*. Data hasil pembacaan nilai besaran listrik tersebut disimpan dalam bentuk file dalam format CSV. Tabel 4 adalah hasil *monitoring* besaran listrik 3 fasa yang dipantau dari instalasi listrik di gedung K lantai 2 selama 6 hari. Data hasil pembacaan besaran listrik dikirim tiap 1 menit kemudian setiap 60 data yang terbaca direrata untuk menentukan data/jam. Pengujian dilakukan mulai dari jam 08.00 WIB – 15.00 WIB.

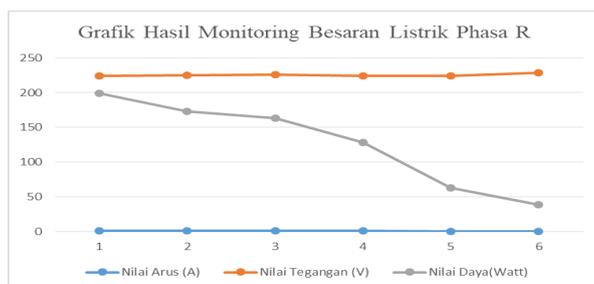
Dari pengujian hasil *monitoring* besaran listrik pada fasa R yang ditampilkan pada tabel 5, tampak bahwa terjadi fluktuasi nilai besaran listrik terukur, hal ini disebabkan oleh penggunaan beban yang tidak sama setiap harinya. Grafik hasil *monitoring* besaran listrik dilihat pada Gambar 10.

Dari pengujian hasil *monitoring* besaran listrik pada fasa S yang ditampilkan pada tabel 6, tampak bahwa terjadi fluktuasi nilai besaran listrik terukur, hal ini disebabkan oleh penggunaan beban yang tidak sama setiap harinya. Grafik hasil *monitoring* besaran listrik dilihat pada Gambar 11.

Dengan sistem *monitoring* besaran listrik instalasi setiap perubahan nilai besaran listrik instalasi pada panel hubung bagi akan terpantau dan tersimpan secara *realtime* pada aplikasi android. Hasil pengukuran besaran listrik pada fasa R, S dan T menunjukkan nilai *error* dengan prosentase dalam rentang kewajaran.

TABEL 5
HASIL *MONITORING* BESARAN LISTRIK PADA APLIKASI ANDROID UNTUK PHASA R

Hari Ke -	Nilai Arus (A)	Nilai Tegangan (V)	Nilai Daya (Watt)
1	0,99	223,81	198,91
2	0,86	225,01	173,23
3	0,80	226,29	162,93
4	0,64	224,34	128,21
5	0,31	224,38	62,43
6	0,19	228,45	38,72



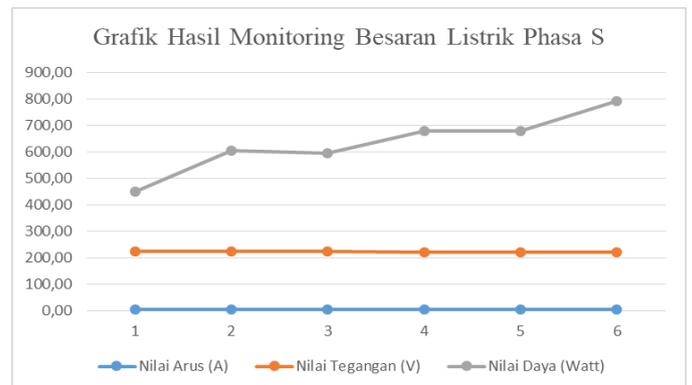
Gambar 10. Grafik Hasil *Monitoring* Besaran Listrik Fasa R

Dari pengujian hasil *monitoring* besaran listrik pada fasa T yang ditampilkan pada tabel 7, tampak bahwa terjadi fluktuasi nilai besaran listrik terukur, hal ini disebabkan oleh penggunaan beban yang tidak sama setiap harinya. Grafik hasil *monitoring* besaran listrik dilihat pada Gambar 12.

Pada tabel hasil pengujian pada fasa T yang pada saat uji coba dibebani dengan AC (*Air Conditioning*) 1 HP sejumlah 2 unit tampak fluktuasi penggunaan energi listrik saat AC beroperasi dan *standby* selalu terpantau secara *realtime*. Sistem *monitoring* besaran listrik ini mampu memberikan informasi secara *realtime* terkait penggunaan energi listrik pada beban yang terhubung ke panel hubung bagi pada sistem instalasi listrik.

TABEL 6
HASIL *MONITORING* BESARAN LISTRIK PADA APLIKASI ANDROID UNTUK PHASA S

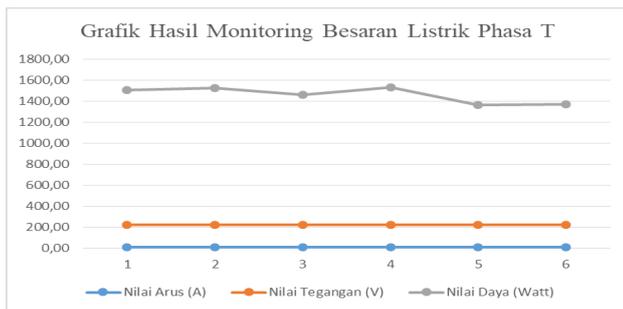
Hari Ke -	Nilai Arus (A)	Nilai Tegangan (V)	Nilai Daya (Watt)
1	2,24	221,48	447,25
2	3,02	222,00	604,22
3	2,95	223,55	594,37
4	3,43	219,79	679,31
5	3,43	219,79	679,31
6	4,00	219,75	791,85



Gambar 11. Grafik Hasil *Monitoring* Besaran Listrik Fasa S

TABEL 7
HASIL *MONITORING* BESARAN LISTRIK PADA APLIKASI ANDROID UNTUK PHASA T

Hari Ke -	Nilai Arus (A)	Nilai Tegangan (V)	Nilai Daya (Watt)
1	7,67	218,24	1506,61
2	7,69	219,87	1521,97
3	7,35	220,90	1460,51
4	7,73	219,91	1530,17
5	6,88	219,54	1359,44
6	6,85	222,56	1371,73



Gambar 12. Grafik Hasil Monitoring Besaran Listrik Fase T

Dari hasil serangkaian pengujian yang dilakukan pada 3 phasa instalasi listrik, diketahui bahwa sistem *monitoring* besaran listrik instalasi ini mampu mengukur perubahan nilai besaran listrik sesuai dengan beban yang tersambung dengan jaringan listrik 3 phasa, dan menyimpan data hasil pengukuran tersebut secara *realtime*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian besaran listrik instalasi, maka peneliti dapat mengambil kesimpulan:

A. KESIMPULAN

Monitoring besaran listrik yang terukur yaitu, nilai tegangan dan arus yang ditampilkan pada perangkat *handphone* dari hasil pengujian koneksi *software* android ke jaringan internet.

Hasil *monitoring* besaran listrik yang terukur yaitu, nilai tegangan dan arus yang ditampilkan pada perangkat *handphone*, terjadi fluktuasi nilai besaran listrik terukur, hal ini disebabkan oleh penggunaan beban yang tidak sama setiap harinya.

Dari hasil pengukuran nilai kepresisian pembacaan tegangan, arus, dan daya pada sensor PZEM-004t dari phasa R, S, dan T rata-rata kesalahan untuk nilai tegangan = 0,27%, nilai arus = 1,96%, dan nilai daya = 2,24%.

B. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, disadari bahwa alat *monitoring* besaran listrik yang terukur yaitu, nilai tegangan dan arus yang ditampilkan pada perangkat *handphone* masih mempunyai kekurangan maka diperlukan pengembangan lebih lanjut agar menjadi yang lebih sempurna, saran untuk pengembangan dan penelitian yang diperlukan sebagai berikut :

Monitoring besaran listrik yang dibuat hanya mampu di akses melalui *handphone*, sehingga untuk pengembangan lebih lanjut *monitoring* besaran listrik ini bisa juga diakses di PC atau komputer.

Untuk sensor PZEM-004t yang digunakan hanya mampu mengukur arus maksimal 100A, sehingga untuk penggunaan *monitoring* besaran listrik dengan beban yang lebih dari 100A harus menggunakan jenis sensor yang lain.

Kemampuan sensor dalam membaca nilai arus beban diatas 100A diharapkan mampu diaplikasikan pada sistem besaran listrik dengan beban yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [2] H. B. SANTOSO, S. PRAJOGO, and S. P. MURSID, "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, p. 357, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.357.
- [3] I. Dinata and W. Sunanda., "Implementasi Wireless Monitoring," *Nas. Tek. Elektro*, vol. no 1, pp. 83–88, 2015.
- [4] Y. Sun and Z. Wang, "The Energy Consumption Monitoring Platform Design for Large-Scale Industry Users Based on the GPRS," *Int. Conf. Mech. Autom. Control Eng*, pp. 7827–7830, 2011.
- [5] A. R. Al-Ali and M. Arshad, "GSM-based Distribution Transformer Monitoring System," *IEEE MELECON*, pp. 999–1002, 2004.
- [6] M. A. Hayati and S. F. Babiker, "Design and Implementation of Low-Cost SMS Based Monitoring System of Distribution Transformer," *Conf. Basic Sci. Eng. Stud.*, 2016.
- [7] N. Soedjarwanto and Gigih Forda, "Monitoring Arus , Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things," *Eeccis*, vol. 13, no. 3, pp. 128–133, 2019.
- [8] Winasis and dkk, "Desain Sistem Monitoring Sistem Photovoltaic Berbasis Internet of Things (IoT)," *JNTETI*, no. 328–333, 2016.
- [9] I. G. P. M. Eka Putra, I. A. D. Giriantari, and L. Jasa, "Monitoring Penggunaan Daya listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 50, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p09.
- [10] A. Kurniawan, D. Syauqy, and B. H. Prasetyo, "Pengembangan Sistem Monitoring Listrik Pada Ruangan Menggunakan NodeMCU dan MQTT," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 6, pp. 486–491, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/141>.
- [11] Y. R. Hadi Prayogo, Herri Gusmedi, "Prototype Proteksi Arus Lebih Menggunakan Current Transformer Berbasis Mikrokontroler Atmega32."
- [12] J. SITEPU, "Membaca Sensor PZEM-004t dengan nodemcu Arduino," 2020. <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino>.
- [13] F. Habibi, Nur, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim,

“Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap. 2017*, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available:

<https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/81/77>.

- [14] W. . Riayadi, *Pengujian MCB berdasarkan standar IEC 947-2*. Yogyakarta, 2018.
- [15] E. A. Prastyo, “Arsitektur dan Fitur ESP32 (Module ESP32) IoT,” 2019. <https://www.edukasielektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html>.

TENTANG PENULIS



Moh. Dahlan, lahir di Rembang, 1 Juli 1969, meraih gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Islam Malang, Indonesia, pada 1994, Magister Sistem Tenaga Teknik Elektro dari Institut Teknologi (ITS), Surabaya, Indonesia, pada 2008 Sejak tahun 1997 bergabung dengan Universitas Muria Kudus sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro.

Minat penelitiannya meliputi Sistem Tenaga, Sistem Komputasi dan Kontrol.