

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
DAYA LISTRIK 3 FASA PADA LABORATORIUM LISTRIK
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**NOURA HIDAYATI
NIM. 200211037**

Prodi Pendidikan Teknik Elektro



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2024 M/1446 H**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK 3 FASA
PADA LABORATORIUM LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(IoT)**

SKRIPSI

Diajukan

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan (FTK) Universitas Islam
Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Pendidikan Teknik Elektro

Diajukan Oleh

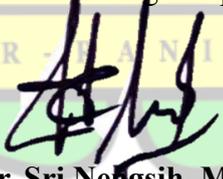
NOURA HIDAYATI

NIM. 200211037

Mahasiswi Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Disetujui/ Disahkan

Pembimbing Skripsi


Dr. Sri Ningsih, M. Sc

NIP. 198508102014032002

PENGESAHAN PENGUJI

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK 3 FASA PADA LABORATORIUM LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) dalam Ilmu Pendidikan Teknik Elektro

Tanggal 11 Oktober 2024
9 Rabiul Akhir 1446 H

Tim Penguji:

Ketua

Dr. Sri Mingsih, M. Sc
NIP. 198508102014032002

Sekretaris

Rahmayanti, M. Pd
NIK. 201801160419872082

Penguji I

Muhammad Ikhsan, M.T
NIP. 198610232023211028

Penguji II

Baihaqi, M.T
NIP. 198802212022031001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Saiful Mujib, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D
NIP. 301021997031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Noura Hidayati
NIM : 200211037
Tempat/Tgl Lahir : Aceh Besar / 24 April 2002
Alamat : Desa Teubaluy, Kec. Darul Kamal, Kab. Aceh Besar
Nomor HP : 083818579591

Menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Banda Aceh, 07 Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan.




Noura Hidayati
NIM. 200211037

ABSTRAK

Nama : Noura Hidayati
NIM : 200211037
Fakultas/ Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis *Internet of Things* (IoT)
Jumlah Halaman : 67 Halaman
Pembimbing : Dr. Sri Nengsih, M. Sc
Kata Kunci : Daya Listrik 3 fasa, Sistem monitoring, *Internet of Things*

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis *Internet of Things* (IoT), dan mengukur kemampuan kerja sistem serta membandingkan kinerja alat monitoring dengan pengukuran manual. Penelitian ini menggunakan metode 4D yang disederhanakan menjadi tiga tahapan yakni *define*, *design*, dan *development*. Pada tahap *define*, dilakukan identifikasi masalah dalam pemantauan manual yang tidak efisien. Pada tahap *design*, diagram sistem dirancang menggunakan aplikasi Fritzing yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP8266, dan LCD I2C 16x2. Tahap *development* melibatkan pembuatan, pengujian sistem, dan validasi oleh ahli media. Validasi ahli media dilakukan oleh 4 validator untuk menilai kelayakan sistem dari aspek teknis dan fungsional. Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa sistem yang dirancang memiliki tingkat kevalidan 92% dan dinilai sangat layak digunakan sebagai alat monitoring daya listrik. Hasil uji pengukuran menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT memudahkan pemantauan jarak jauh dan *real-time* dibandingkan dengan metode pengukuran manual. Dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT berhasil dirancang dan mampu mengukur secara jarak jauh, *real-time*, dan lebih efisien dibandingkan dengan metode pengukuran manual, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam pemantauan daya listrik pada sistem 3 fasa.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis *Internet of Things (IoT)***. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tugas akhir ini, banyak bantuan dan dukungan yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Ibu Dr. Sri Nengsih M. Sc, selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dorongan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Prof. Saifur Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
3. Ibu Hari Anna Lastya, M.T. selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini.
4. Kepada orang tua, yang selalu memberikan dukungan moril dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan dan teman-teman seperjuangan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh khususnya di program studi Pendidikan Teknik

Elektro, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu per satu yang telah ikut serta membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangan pemikiran yang sangat berguna.

Banda Aceh, 12 Juli 2024

Penulis,

Noura Hidayati
NIM.200211037

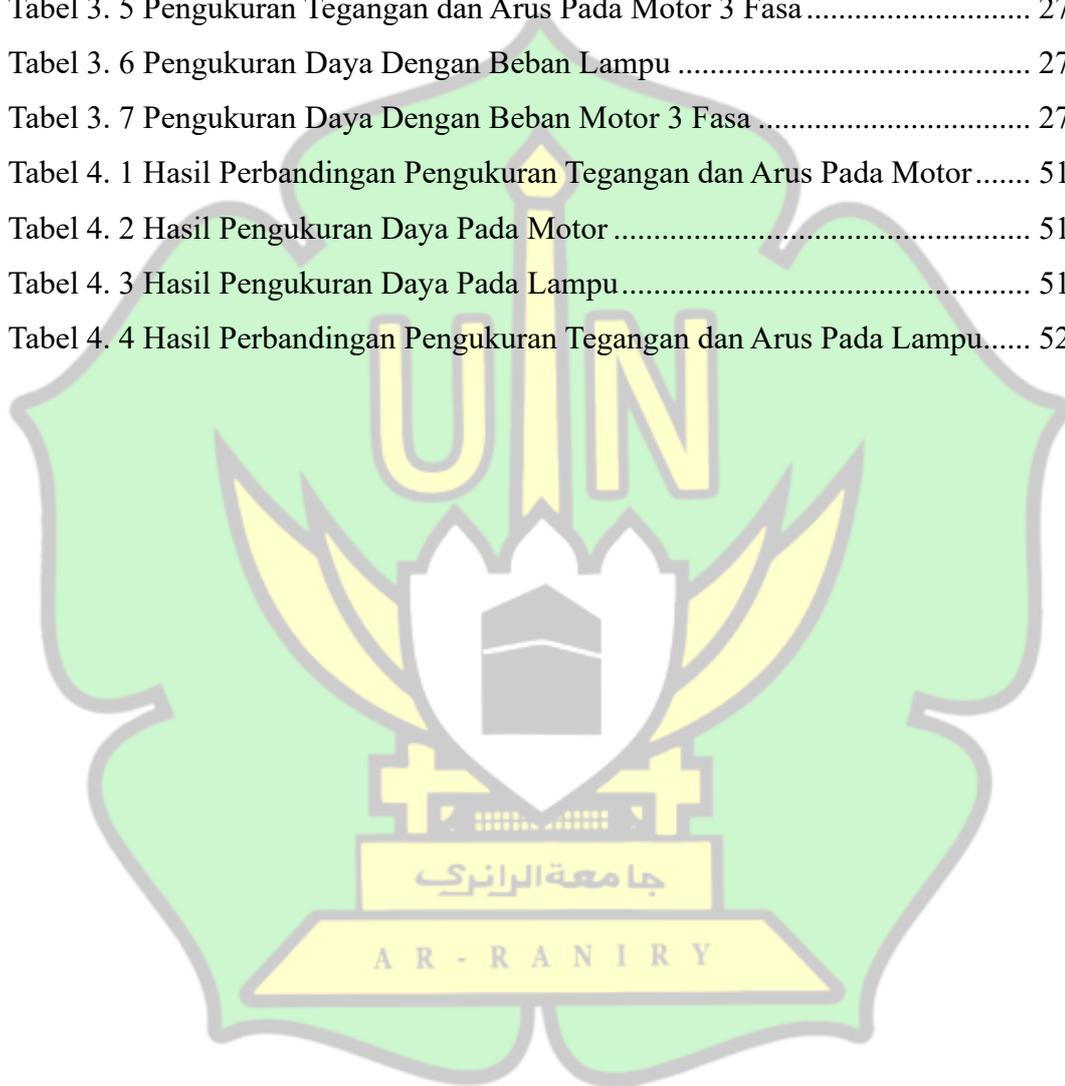


DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
E. Definisi Operasional.....	6
F. Kajian Terdahulu.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Sistem Monitoring.....	10
B. Daya Listrik 3 Fasa	11
C. Internet of Things (IoT)	11
D. Komponen Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis IoT.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	17
A. Rancangan Penelitian	17
B. Instrumen Pengumpulan Data	23
C. Teknik Pengumpulan Data	28
D. Teknik Analisa Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Pendefinisian	32
B. Hasil Perancangan	32
C. Hasil Validasi	53
D. Pembahasan.....	54
BAB V PENUTUP	63
A. Kesimpulan	63
B. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65
DAFTAR LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266.....	15
Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian Terhadap Sistem oleh Validator	25
Tabel 3. 3 Kisi-kisi Pernyataan Lembar Validasi Ahli Media.....	25
Tabel 3. 4 Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Lampu.....	26
Tabel 3. 5 Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor 3 Fasa.....	27
Tabel 3. 6 Pengukuran Daya Dengan Beban Lampu	27
Tabel 3. 7 Pengukuran Daya Dengan Beban Motor 3 Fasa	27
Tabel 4. 1 Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor.....	51
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Daya Pada Motor	51
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Daya Pada Lampu.....	51
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Lampu.....	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kawat Penghantar Listrik 3 Fasa	11
Gambar 2. 1 Modul PZEM-004T	13
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266	14
Gambar 2. 3 Liquid Crystal Display I2C	16
Gambar 3. 1 Tahap-tahap Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Sistem	20
Gambar 3. 3 Desain Keseluruhan Sistem	20
Gambar 3. 4 Pemograman Sistem	21
Gambar 3. 5 Tampilan Aplikasi Blynk	22
Gambar 4. 1 (a) Tampak Luar Sistem (b) Tampak dalam Rangkain Sistem	34
Gambar 4. 2 Rangkaian ESP8266 dengan PZEM 004-T	35
Gambar 4. 3 Rangkaian ESP8266 dan LCD I2C 16x2	36
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Rangkaian	46
Gambar 4. 5 Tampilan Pengukuran Menggunakan Power Meter	48
Gambar 4. 6 Tampilan Pengukuran Pada Aplikasi Blynk	49
Gambar 4. 7 Tampilan Pengukuran Pada Layar LCD	49

BAB I **PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang digunakan dalam berbagai kegiatan di rumah tangga, di gedung-gedung maupun industri. Selain digunakan sebagai penerangan, energi listrik juga digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik lainnya yang harus dijaga kualitas pemakaiannya secara *real time*. Kualitas ini dapat mempengaruhi kinerja dan usia pakai dari peralatan yang digunakan. Sehingga mempengaruhi kualitas energi listrik seperti tegangan, arus, dan faktor daya pada sistem.¹

Seiring berjalannya waktu, penggunaan daya listrik telah meningkat secara signifikan di berbagai sektor seperti industri, perumahan, dan komersial. Kebutuhan akan pemantauan dan pengelolaan daya listrik yang efisien semakin penting, terutama dalam lingkungan yang memanfaatkan sistem daya listrik 3 fasa. Sistem daya listrik 3 fasa lebih kompleks dibandingkan dengan sistem satu fasa karena melibatkan tiga konduktor fasa yang saling terhubung dengan sudut fase tertentu. Karena sistem 3 fasa dapat menghantarkan daya listrik yang lebih besar, seperti motor listrik lebih *powerful* dengan menggunakan sistem 3 fasa².

Laboratorium listrik, khususnya di prodi pendidikan teknik elektro, sering kali digunakan untuk kegiatan pembelajaran, praktikum, dan penelitian yang melibatkan pengujian dan pengoperasian berbagai peralatan listrik. Salah satu

¹ Amaro, *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things)*. 2017

² A. Nasution, R. Putra, and E. Madona, "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya 3Fasa Berbasis Mikrokontroler Yang Dapat Di Baca Secara Online Pada Laboratorium Mikroprosesor Politeknik Negeri Padang," *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2014)*, 2014.

sistem yang kerap diuji adalah sistem daya listrik 3 fasa, yang umumnya digunakan untuk keperluan industri dan komersial karena efisiensinya dalam menyediakan pasokan listrik yang stabil. Dalam konteks laboratorium, sistem ini sering disimulasikan dalam skala kecil untuk mempersiapkan aplikasi di dunia nyata. Oleh karena itu, laboratorium listrik menjadi tempat yang ideal untuk melakukan pengujian terhadap sistem kelistrikan tersebut.

Namun, salah satu tantangan yang dihadapi di laboratorium listrik adalah kesulitan dalam memantau parameter daya listrik 3 fasa secara *real-time*. Pemantauan manual memerlukan kehadiran mahasiswa untuk mengukur tegangan, arus, dan daya pada setiap fasa, yang tidak hanya memakan waktu tetapi juga meningkatkan risiko kesalahan. Selain itu, penggunaan daya listrik 3 fasa juga dapat menghadapi beberapa permasalahan tertentu. Diantaranya terjadinya ketidakseimbangan beban pada satu fasa tertentu sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan elektronik yang digunakan atau bahkan dapat terjadinya pemadaman listrik. Sistem listrik tiga fasa seharusnya memiliki beban yang seimbang, artinya arus pada setiap fasa seharusnya sama, sehingga arus netral (I_n) menjadi nol. Namun, dalam kenyataannya, sulit untuk mencapai beban yang sepenuhnya seimbang karena setiap perangkat listrik dalam sebuah gedung atau industri mungkin berbeda. Jika beban tidak seimbang, tegangan dan arus pada setiap fasa tidak akan sama. Untuk mengukur parameter ini, digunakan alat bernama multi meter. Alat ini membantu mahasiswa praktikan atau teknisi untuk mengetahui seberapa banyak listrik yang digunakan untuk menunjukkan parameter listrik yang mengalir. Penggunaan alat ini masih dilakukan secara

manual. Metode ini sangat tidak efisien karena dapat memakan waktu yang sangat lama dan informasi yang diberikan sangat terbatas. Selain itu, metode ini tidak mampu memberikan data secara terus-menerus, sehingga sulit untuk mendapatkan gambaran *real-time* tentang kondisi sistem listrik. Maka dari itu, untuk menanggapi permasalahan tersebut diperlukan alat yang dapat memonitoring daya listrik 3 fasa secara *real-time* dan dapat memperoleh data yang akurat terhadap konsumsi energi pada setiap fase. Mengingat teknologi yang terus mengalami kemajuan pesat sangatlah memudahkan kehidupan manusia dari segala aspek termasuk pada bidang internet, saat ini internet bukan hanya dapat menghubungkan manusia dengan manusia, melainkan juga dapat menghubungkan antara manusia dengan perangkat, maupun satu perangkat dengan perangkat yang lain.

Internet of Things menawarkan potensi besar dalam menghubungkan dan mengendalikan perangkat elektronik melalui jaringan internet. Perkembangan teknologi IoT saat ini semakin banyak diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan, dan juga banyak memberikan gagasan untuk turut berperan serta dalam pengembangan baik untuk bidang mikro maupun makro³. Dengan munculnya teknologi IoT, metode manual ini dapat digantikan oleh sistem pemantauan otomatis yang dapat memberikan data *real-time* dan terus-menerus dan dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan perangkat seperti *smartphone* atau komputer tanpa harus melakukan pengukuran secara tatap muka. Dalam

³ N Farid Maszilhaq, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Dan Arah Mata Angin Berbasis Arduino Di Limnologi LIPI" 4, no. 2 (2020).

penelitian ini, perbandingan antara pengukuran manual dan berbasis IoT akan dilakukan untuk melihat sejauh mana akurasi dan efisiensi dari sistem monitoring berbasis IoT. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data kelistrikan yang terus-menerus, memberikan informasi yang lebih akurat dan lengkap. Pemantauan berbasis IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga membantu dalam menganalisis konsumsi energi pada setiap fasa, mendeteksi ketidakseimbangan beban, dan memberikan notifikasi jika terjadi gangguan. Dengan sistem otomatis ini, mahasiswa praktikum atau teknisi dapat segera mengambil tindakan perbaikan, mengurangi *downtime*, dan meminimalkan kerugian.

Mengingat manfaat yang ditawarkan oleh IoT dalam pemantauan daya listrik, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT di laboratorium listrik. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan energi, meminimalkan kerusakan peralatan, dan mengoptimalkan penggunaan energi listrik di laboratorium. Teknologi ini juga berpotensi memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan keakuratan pemantauan dan mengurangi biaya operasional secara keseluruhan. Dengan menggabungkan keunggulan IoT dalam pemantauan daya listrik 3 fasa, diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, menghindari kerusakan yang tidak terduga, mengurangi biaya operasional, dan mengoptimalkan penggunaan energi listrik. Oleh karena itu kajian ini akan meneliti tentang pembuatan sistem monitoring

daya listrik 3 fasa berbasis IoT dan kemampuan kerjanya untuk laboratorium Listrik pada Prodi Pendidikan Teknik Elektro.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem monitoring penggunaan daya listrik 3 fasa berbasis IoT?
2. Bagaimana kemampuan kerja sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT?
3. Bagaimana perbandingan kinerja sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dibandingkan dengan menggunakan pengukuran manual?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang sistem monitoring sistem penggunaan daya listrik 3 fasa berbasis IoT.
2. Untuk mengukur kemampuan kerja sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.
3. Untuk mengetahui kemampuan pengukuran berbasis IoT dalam memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan lebih efisien dibandingkan dengan pengukuran manual.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Untuk dapat mengembangkan alat sistem monitoring daya listrik berbasis *internet of things*.
- b. Dapat mempermudah memantau penggunaan daya listrik secara *real time*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Masyarakat

Untuk dapat meningkatkan efisiensi pemantauan daya listrik terutama yang menggunakan instalasi listrik 3 fasa, dapat memantau penggunaan daya secara *real-time* dari jarak jauh, sehingga lebih mudah mengidentifikasi masalah daya seperti tegangan rendah atau ketidakseimbangan antar fase.

b. Bagi Peneliti

Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan dan penerapan teknologi IoT di bidang pemantauan daya listrik, sekaligus memberikan wawasan tentang perancangan dan pengembangan sistem monitoring yang dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan di bidang pengelolaan energi.

E. Definisi Operasional

1. Sistem Monitoring

Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk mencapai tujuan yang sama. Sedangkan monitoring adalah

proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis. Jadi, sistem monitoring dapat didefinisikan sebagai kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk melakukan proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis.

2. Daya Listrik 3 Fasa

Listrik 3 Fasa adalah listrik AC (*Alternating Current*) yang menggunakan 3 kawat penghantar yaitu (R, S, T) dan satu kawat *neutral* (N) atau sering disebut dengan kawat *ground*. Dan mempunyai tegangan pada masing-masing *phasenya* sama, tetapi beda dalam sudut curvenya sebesar 120 derajat. Menurut istilah Listrik 3 *Phase* terdiri dari 3 kabel bertegangan listrik dan 1 kabel neutral. Umumnya listrik 3 *Phase* bertegangan 380 Volt yang banyak digunakan di Industri.

3. Internet of Things (IoT)

Internet of things merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. *Internet of things* bisa dimanfaatkan untuk memonitoring daya listrik supaya tidak terjadi pemborosan daya listrik. *Internet of things* juga dapat mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer.

F. Kajian Terdahulu

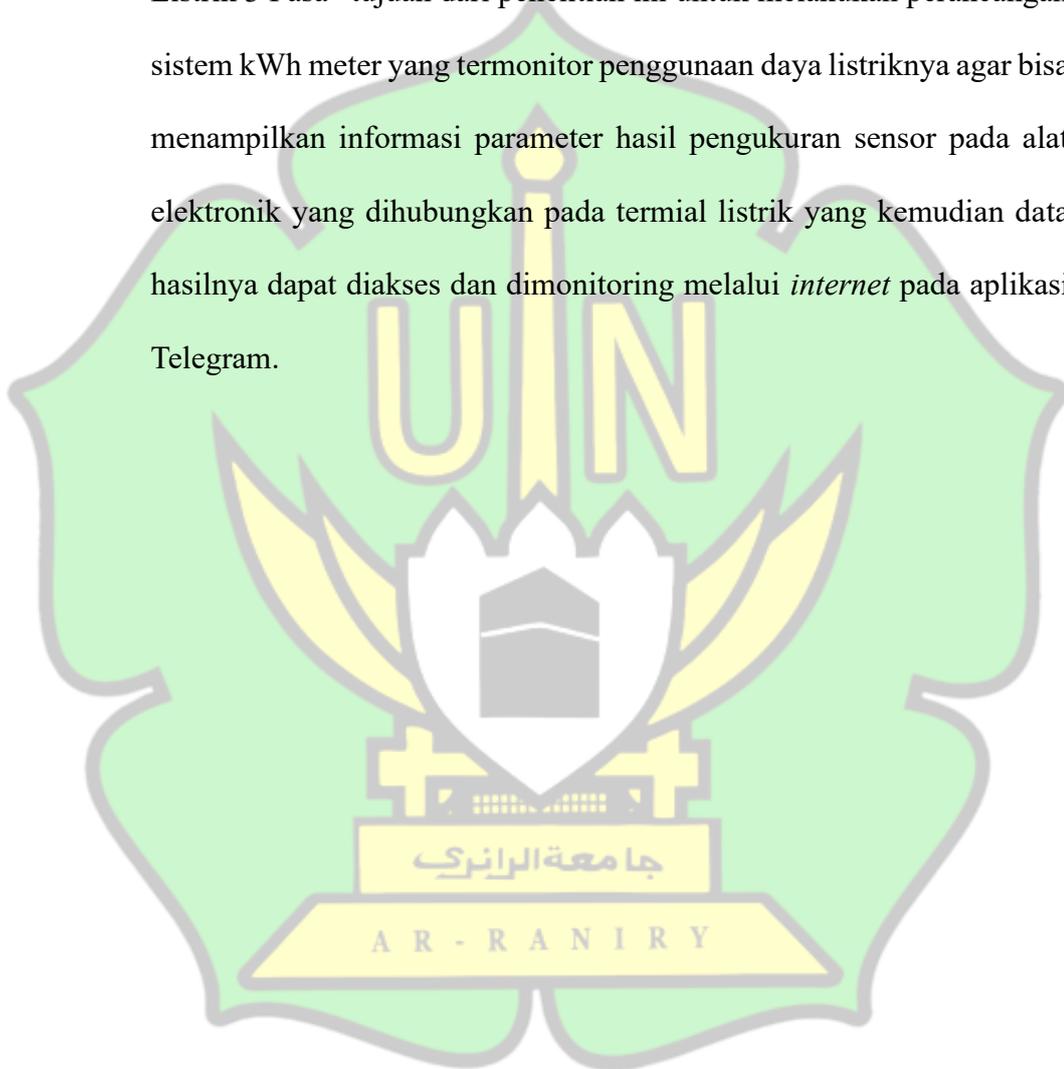
Penelitian terdahulu bertujuan untuk dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan membuat penelitian secara keseluruhan. Selain

itu untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam kajian Pustaka ini dapat mencantumkan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Penelitian dalam jurnal Aditya Pratama dkk, yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan LoRa Ra-02 SX1278” (2021). Dengan menggunakan modul LoRa Ra-02 SX1278, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan komunikasi nirkabel yang efisien dan jangkauan panjang antara sensor-sensor dalam jaringan.
2. Penelitian dalam jurnal Rifdian Indrianto Sudjoko, yang berjudul “Desain dan Simulasi Monitoring Daya Sistem Tiga Fasa Menggunakan Matlab Simulink” (2020). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem yang dapat mengukur dan memonitor besaran listrik seperti tegangan dan arus pada sistem tiga fasa menggunakan Matlab/Simulink.
3. Penelitian Endah Putri Rahayu, dkk. Yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Instalasi 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler”. Penelitian ini bertujuan untuk perancangan dan pembuatan alat monitoring ketidakseimbangan beban pada sistem instalasi listrik 3 fasa, yang dapat menampilkan informasi bagaimana keadaan beban yang terpasang. Alat ini menggunakan sensor tipe PZEM-004T yaitu sensor arus dan tegangan untuk memperoleh data. Minkrokontroler Atmega 328P pada *platform* Ardiuno uno digunakan

untuk memproses data yang kemudian akan ditampilkan pada layar LCD.

4. Penelitian Nissa Azahra Ramadhani, dkk. “Perancangan dan Pembuatan Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Instalasi Listrik 3 Fasa” tujuan dari penelitian ini untuk melakukan perancangan sistem kWh meter yang termonitor penggunaan daya listriknya agar bisa menampilkan informasi parameter hasil pengukuran sensor pada alat elektronik yang dihubungkan pada terminal listrik yang kemudian data hasilnya dapat diakses dan dimonitoring melalui *internet* pada aplikasi Telegram.



BAB II **KAJIAN PUSTAKA**

A. Sistem Monitoring

1. Pengertian Sistem Monitoring

Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk mencapai tujuan yang sama. Sedangkan monitoring adalah proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis. Jadi, sistem monitoring dapat didefinisikan sebagai kasatuan yang terdiri dari beberapa komponen atau subsistem untuk melakukan proses mengumpulkan dan menganalisa informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan secara sistematis⁴.

2. Tujuan Monitoring

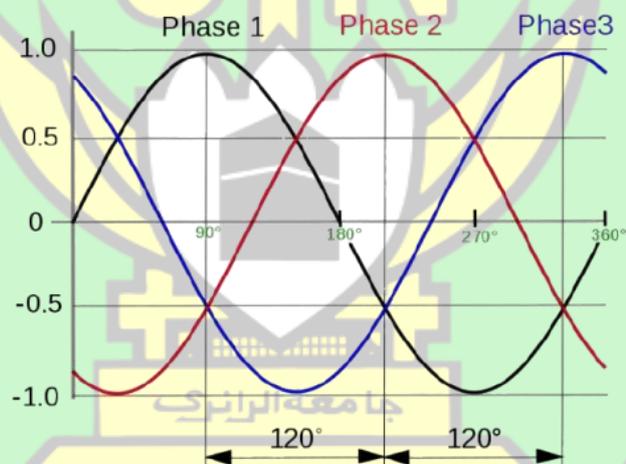
Tujuan dari sistem monitoring adalah untuk memantau dan mengawasi aktivitas, kinerja, atau perubahan dalam suatu sistem serta mengumpulkan data secara *real-time*, menganalisis informasi yang diperoleh, dan memberikan laporan atau peringatan jika terjadi perubahan terhadap kondisi yang ditentukan. Monitoring juga dilakukan dalam rangka mengetahui permasalahan yang terjadi selama kegiatan yang telah dijalankan⁵.

⁴ Jefri Stender, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Syslog Terpusat Menggunakan Kibana," 2018, 3.

⁵ Desiana Wahyuningsih, *Monitoring dan Evaluasi Untuk Tercapainya Tujuan Kinerja*, 2022.

B. Daya Listrik 3 Fasa

Daya listrik 3 fasa merupakan sistem instalasi listrik yang menggunakan tiga konduktor fasa yang terpisah secara fisik. Setiap konduktor fasa mengalir arus listrik yang berbeda-beda secara fase, namun memiliki amplitudo yang sama. Daya listrik 3 fasa memiliki 3 kawat penghantar yang bertegangan listrik, yaitu kawat R,S,T dan 1 kabel netral (N). Mempunyai tegangan yang sama pada setiap fase-nya, akan tetapi berbeda pada sudut *curve*-nya sebesar 120° . Umumnya daya listrik 3 fasa bertegangan 380 Volt yang sering digunakan di Industri, pabrik, maupun gedung-gedung konvensional lainnya yang membutuhkan energi listrik yang lebih besar.



Gambar 1. 1 Kawat Penghantar Listrik 3 Fasa

Sumber: <https://rakhman.net/electrical-id/tegangan-3-fasa/>

C. Internet of Things (IoT)

Internet of Things merupakan suatu konsep dimana suatu objek dapat mempunyai kemampuan dalam hal komunikasi via jaringan, seperti proses

pentransferan data tanpa adanya proses komunikasi yang dilakukan antar manusia (manusia ke manusia) maupun antar manusia ke perangkat sistem seperti komputer atau sebuah kontroler⁶.

1. Prinsip Kerja IoT

Prinsip kerja dasar IoT melibatkan empat komponen utama, dimana perangkat IoT (*Internet of Things Devices*) mengirimkan atau menerima data kemudian data tersebut dapat diteruskan melalui jaringan internet ke *server* atau *platform* IoT. Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dikirim ke *cloud* atau *platform* IoT untuk dapat dilakukan pengolahan data yang memungkinkan data tersebut disimpan, dianalisis, dan pengelolaan data dari berbagai perangkat IoT. *Cloud* atau *platform* IoT juga menyediakan antarmuka untuk mengakses dan mengelola perangkat IoT serta menjalankan aplikasi cerdas. Kemudian sampailah ketahapan dimana data yang diterima dari perangkat IoT dianalisis untuk menghasilkan informasi yang diinginkan.

2. Komponen Utama IoT

Pada umumnya *Internet of things* memiliki beberapa komponen utama diantaranya:

- a. Sensor
- b. Konektivitas
- c. Data Olahan
- d. *User Interface* (UI)

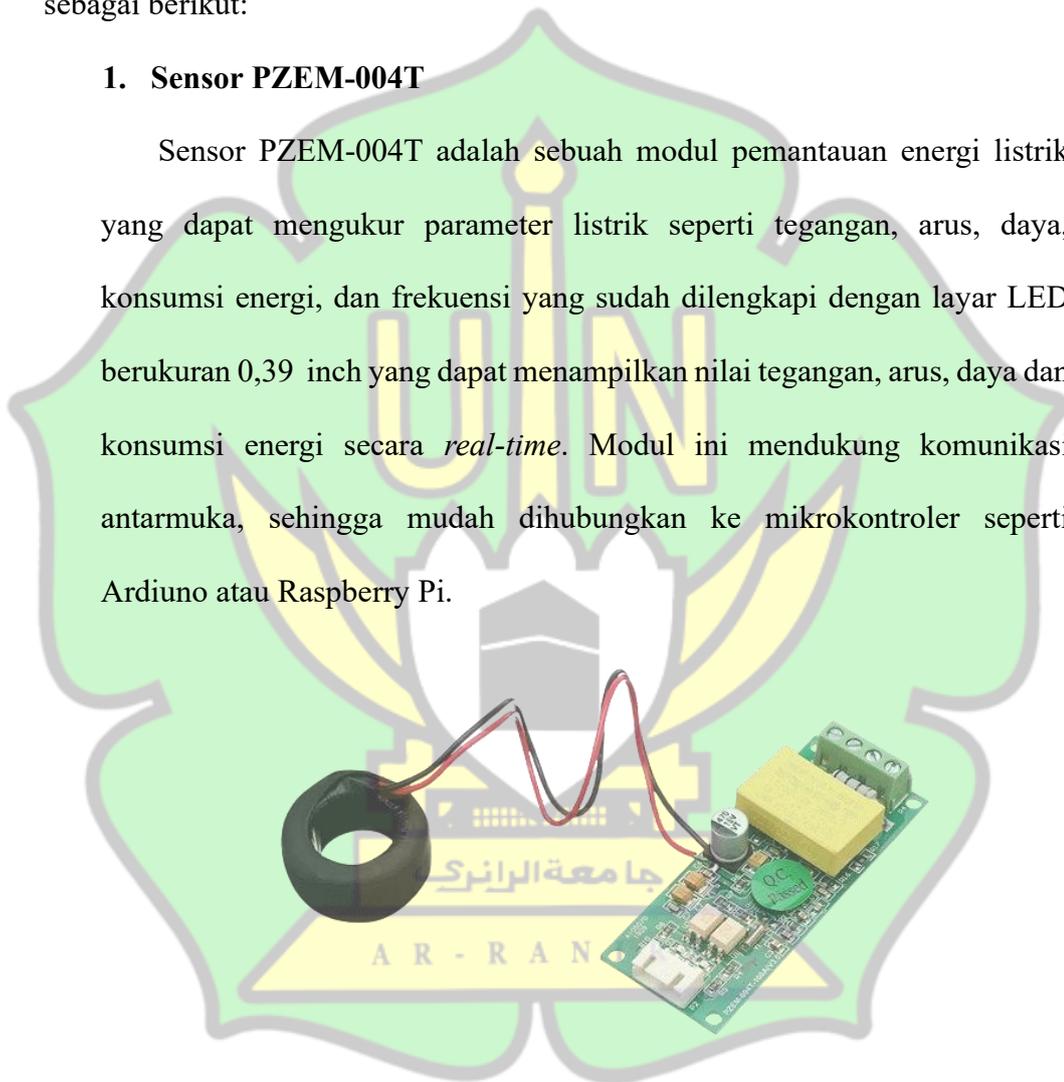
⁶ Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol.5, No.1, Februari 2021 | 87

D. Komponen Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis IoT

Untuk dapat memonitoring daya listrik 3 fasa, maka harus ada beberapa komponen dan aplikasi yang umum digunakan. Adapun komponen-komponen dan aplikasi yang dapat digunakan untuk memonitoring daya listrik 3 fasa sebagai berikut:

1. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul pemantauan energi listrik yang dapat mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, konsumsi energi, dan frekuensi yang sudah dilengkapi dengan layar LED berukuran 0,39 inch yang dapat menampilkan nilai tegangan, arus, daya dan konsumsi energi secara *real-time*. Modul ini mendukung komunikasi antarmuka, sehingga mudah dihubungkan ke mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi.



Gambar 2. 1 Modul PZEM-004T

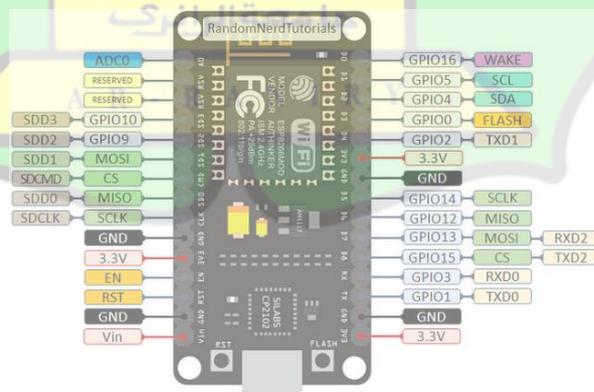
Sumber: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/10/mengenal-pzem-004t-modul-elektronik-untuk-alat-pengukuran-listrik/>

Berikut beberapa fitur dan spesifikasi utama dari modul PZEM-004T yang dapat mengukur parameter listrik berikut:

- a. Tegangan: 80-260VAC
- b. Nilai arus: 0-100A
- c. Daya aktif: 0-22kW
- d. Konsumsi energi: 0-9999kWh
- e. Frekuensi: 45-65Hz.

2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT pengembangan perangkat keras *open-source* berbasis mikrokontroler ESP8266. NodeMCU menggabungkan kemampuan komputasi mikrokontroler ESP8266 dengan dukungan *Wi-Fi* yang memungkinkannya terhubung ke internet. Modul ini bekerja pada tegangan sekitar 3.3v dan mendukung tiga mode *Wi-Fi*: *Station*, *Access Point*, dan keduanya. Dengan prosesor, memori, dan GPIO yang dimilikinya, ESP8266 dapat beroperasi secara mandiri tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan.



Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266

Sumber: <https://medium.com/@doditsuprianto/pengantar-microcontroller-dengan-nodemcu-esp8266-12e-93c7c3ca80ae>

Fitur dan spesifikasi utama dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

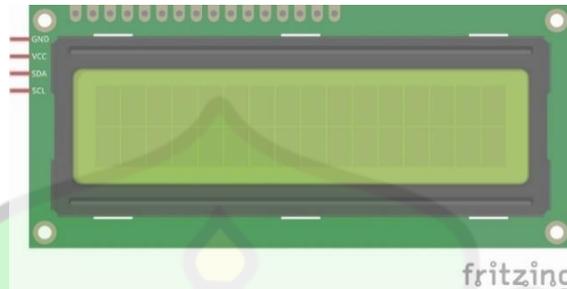
Spesifikasi	NodeMCU V3
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57mm x 30mm
Tegangan Input	3.3~5V
GPIO	13 Pin
10 bit ADC Pin	1 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
Flash Memory	4MB
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

Sumber: <http://www.gurucanggih.com/2020/09/cara-membuat-saklar-wireless>.

3. LCD I2C (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang diberikan kedalam mikrokontroler. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronika seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan yaitu LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai

penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat⁷.



Gambar 2. 3 Liquid Crystal Display I2C

Sumber: <https://forum.fritzing.org/uploads/default/original/2X/5/5c874a21310f90203739fe59c990dad5b4afb62.jpg>

Pada LCD 16×2, umumnya digunakan 16 pin untuk kontrol, yang tentu saja boros jika semua pin tersebut digunakan. Oleh karena itu, digunakan driver khusus agar LCD dapat dikontrol dengan modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Dengan modul I2C, LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirim data dan dua pin untuk suplai tegangan, sehingga hanya membutuhkan empat pin yang perlu dihubungkan ke ESP8266.

⁷ Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali,” <i>Indonesian Journal of Laboratory</i> 1, no. 3 (2019): 20, <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48718>.”, "plainTextFormattedCitation": "Hery Suryantoro, “Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview Dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali,” Indonesian Journal of Laboratory 1,

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen yang memungkinkan untuk dapat mengontrol variabel-variabel tertentu. Eksperimen untuk menguji dampak dari suatu perlakuan atau intervensi terhadap suatu hasil, dengan mengendalikan semua faktor lain yang mungkin mempengaruhi hasil tersebut⁸. Tujuan eksperimen pada penelitian ini adalah untuk merancang, dan mengukur kemampuan kerja sistem serta membandingkan metode pemantauan manual dengan sistem pemantauan berbasis IoT yang telah dirancang. Eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan keunggulan teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi, dan kemudahan pemantauan daya listrik 3 fasa secara *real-time*, serta untuk menekankan pentingnya peran teknologi ini dalam mengatasi tantangan yang dihadapi oleh metode manual, seperti keterbatasan jarak dan kebutuhan pemantauan tatap muka yang memakan waktu.

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah pengembangan model 4D. Model pengembangan 4D (*Four D*) merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran. Model ini dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel (1974: 5). Model pengembangan 4D terdiri atas 4 tahap utama yaitu: *Define* (Pendefinisian),

⁸John W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (California: SAGE Publication, 2009), hal.137.

Design (Perancangan), *Development* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran)⁹. Model 4D ini disederhanakan menjadi 3D saja yakni; *Define*, *Design* dan *Development*.



Gambar 3. 1 Tahap-tahap Penelitian

2. Prosedur Penelitian

Berikut merupakan prosedur penelitian yang digunakan pada penelitian ini:

a. *Define* (Pendefinisian)

Pada tahapan ini dilakukan pengidentifikasi masalah dalam lingkungan adalah kurangnya pemahaman dan pemantuan terhadap penggunaan daya listrik 3 fasa secara *real-time*. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT yang dapat memberikan informasi akurat dan *real-time* terkait pengkonsumsian listrik 3 fasa.

b. *Design* (Perancangan)

Adapun alat dan bahan yang digunakan yang digunakan pada perancangan sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT adalah sebagai berikut:

⁹ Thiagarajan, Dorothy S., and dan Melvyn I. Semmel (1974: 5). Semmel, "BAB 3 Model Pengembangan 4-D (Four D)," *Lambung Pustaka UNY*, 2016, 89.

1) Alat

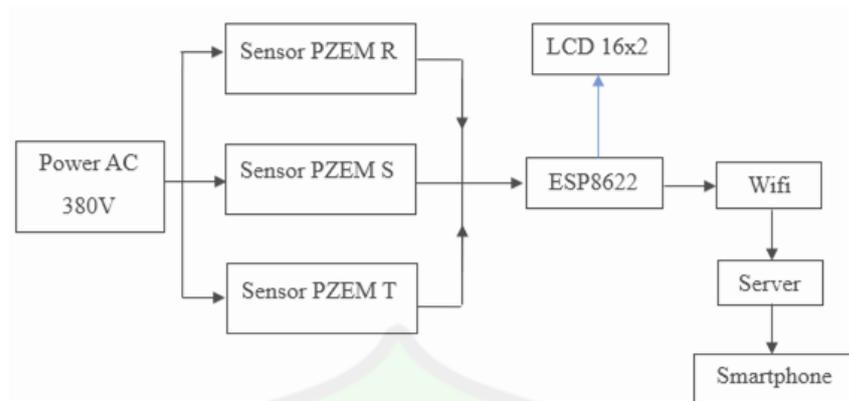
- a) Obeng
- b) Tang Potong
- c) Power Meter

2) Bahan

- a) NodeMCU ESP8266
- b) 3 unit sensor PZEM-004T
- c) LCD I2C 16x2
- d) MCB
- e) Terminal
- f) Kabel Jumper

Tahap perancangan ini bertujuan untuk merancang alat monitoring daya listrik 3 fasa yang dapat digunakan untuk mengukur parameter listrik 3 fasa untuk mengetahui penyebab terjadinya *unbalance* pada sistem 3 fasa. Pada tahap perancangan ini meliputi beberapa langkah:

1) Diagram Sistem

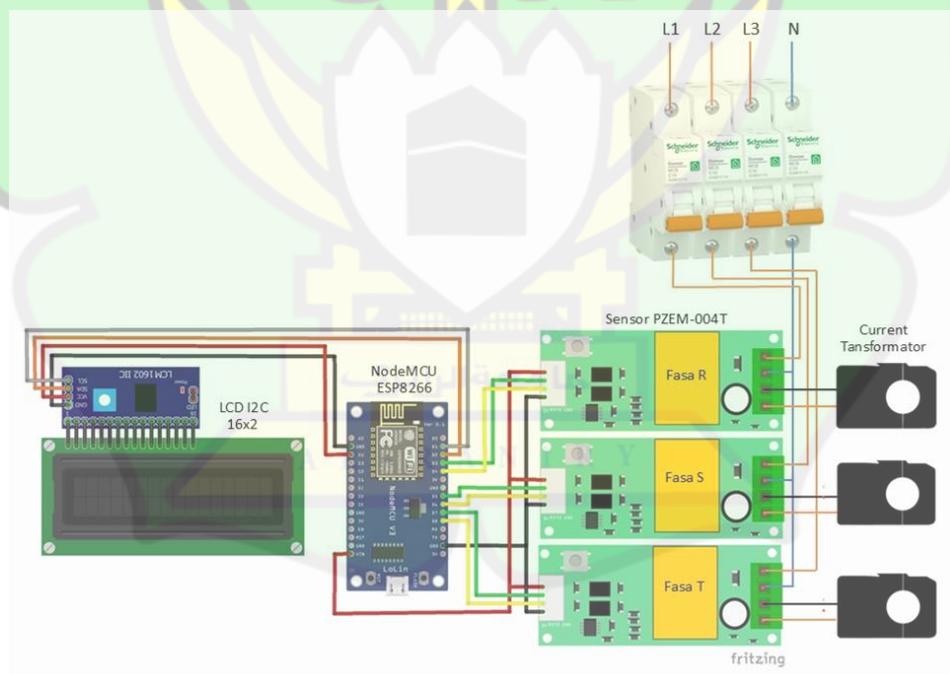


Gambar 3. 2 Diagram Sistem

2) Desain Sistem

a) Desain Rangkaian

Berikut adalah Gambar 3.3 tentang desain sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.



Gambar 3. 3 Desain Keseluruhan Sistem

b) Pemograman Sistem

Setelah perancangan sistem selesai maka diperlukan suatu pemograman atau perintah yang berbasis bahasa C sebagai perintah untuk menjalankan sistem monitoring seperti pada gambar 3.4.

```

Monitoring_Power_3_Phase | Arduino 1.8.19
Berkas Sunting Sketch Alat Bantuan

Monitoring_Power_3_Phase
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Hpv_Wzry"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Power 3 Phase IoT"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "tGMV5L9JsH3mielsuapU0kB4cN62klli"
4
5 #define BLYNK_PRINT Serial
6 #include <Wire.h>
7 #include <ESP8266WiFi.h>
8 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
9 #include <SoftwareSerial.h>
10 #include <PZEM004Tv30.h>
11 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
12
13 // Data koneksi Wi-Fi
14 char auth[] = "tGMV5L9JsH3mielsuapU0kB4cN62klli";
15 char ssid[] = "lunar";
16 char pass[] = "00000000";
17
18 PZEM004Tv30 pzem1(4, 5); // GPIO4(D2) to Tx PZEM004; GPIO5(D1) to Rx PZEM004
19 PZEM004Tv30 pzem2(2, 0); // GPIO2(D4) to Tx PZEM004; GPIO0(D3) to Rx PZEM004
20 PZEM004Tv30 pzem3(12, 14); // GPIO12(D6) to Tx PZEM004; GPIO14(D5) to Rx PZEM004
21
22 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C dan ukuran LCD (16x2)
23
24 float voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1, VAR1;
25 float voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2, VAR2;
26 float voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3, VAR3;
27 float voltage3ph, current3ph, power3ph, energy3ph, frequency3ph, pf3ph, va3ph, VAR3ph;
28
29

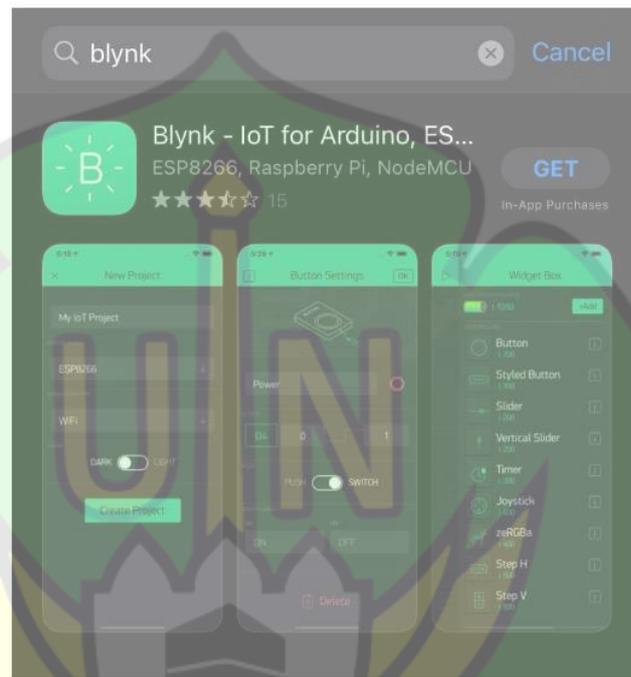
```

Gambar 3. 4 Pemograman Sistem

c) Monitoring sistem

Monitoring jarak jauh yang digunakan pada sistem ini adalah Blynk. Blynk merupakan aplikasi untuk iOS dan Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan

data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain¹⁰. Tampilan aplikasi Blynk dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut:



Gambar 3. 5 Tampilan Aplikasi Blynk

c. *Development (Pengembangan)*

Pada tahap pengembangan ini ditujukan untuk memvalidasi atau menilai kelayakan pakai dari rancangan alat monitoring tersebut berdasarkan masukan dari dosen dan ahli. Pada tahap ini terdiri dari dua langkah yaitu:

¹⁰ Iwan Kurniawan, “Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk Dan NodeMCU ESP8266,” *Yogyakarta*, 2018, 3–8.

1) Validasi Ahli Media

Validasi ahli bertujuan untuk dapat memastikan bahwa desain sistem monitoring daya listrik 3 fasa telah memperhitungkan aspek-aspek teknis dan spesifikasinya dengan baik. Ahli media dapat memberikan masukan konstruktif terkait dengan desain, mengidentifikasi potensi perbaikan atau peningkatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja atau efektivitas sistem monitoring daya listrik 3 fasa serta dapat memeriksa keakuratan pengukuran dan dapat diandalkan.

2) Uji Coba Sistem

Setelah melakukan validasi ahli dan sistem telah direvisi, selanjutnya akan dilakukan uji coba sistem. Uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan data yang akurat dan sistem dapat mentransmisikan data ke platform IoT dengan efisien.

B. Instrumen Pengumpulan Data

1. Observasi

Pada penelitian ini observasi digunakan untuk mengumpulkan data secara langsung mengenai kondisi operasional sistem, termasuk pemantauan parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya pada setiap fase, guna memahami performa sistem di lingkungan nyata. Observasi memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi permasalahan atau gangguan teknis yang mungkin terjadi, seperti efisiensi pengukuran serta

ketidakseimbangan beban antar fase. Melalui observasi, peneliti dapat memverifikasi kinerja sistem dengan membandingkan hasil pengukuran dari sistem berbasis IoT dengan pengukuran manual, guna memastikan sistem berfungsi sesuai dengan perancangan dan tujuan penelitian. Observasi juga berfungsi untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam melakukan pemantauan daya secara *real-time* melalui aplikasi Blynk, serta memastikan keakuratan dan kemudahan akses data dari jarak jauh.

2. Lembar Validasi

Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT yang telah dirancang. Lembar validasi digunakan sebagai instrumen dalam penelitian ini, diisi oleh para ahli media yang bertindak sebagai responden yang berkompeten untuk memperkaya dan memvalidasi data penelitian. Lembar validasi pada penelitian ini diukur menggunakan skala Likert untuk dapat mengetahui hasil perbedaan ahli dengan jawaban variasi mulai dari sangat layak sampai sangat tidak layaknya alat monitoring, dari nilai 5 jumlah skor kriteria alternatif yang sudah dibuat, maka cara menjawabnya dengan cara ceklist salah satu nilai yang dianggap sesuai.

Kriteria alternatif jawaban penilaian skala likert pada lembar validasi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kriteria Penilaian Terhadap Sistem oleh Validator

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai
Sangat Valid	5
Valid	4
Kurang Valid	3
Tidak Valid	2
Sangat Tidak Valid	1

Adapun kisi-kisi pernyataan lembar validasi ahli media untuk menguji kevalidan alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Pernyataan Lembar Validasi Ahli Media

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1	Sistem Monitoring	Sistem telah dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan spesifik pengguna						
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat						
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya dan memberikan informasi secara <i>real-time</i> .						
2	IoT	IoT telah diterapkan pada sistem						
		Keandalan dalam mentransmisikan data						
3	Daya Listrik	Sistem mampu memonitor dan menganalisis konsumsi						

	daya listrik pada ketiga fase					
	Data yang dihasilkan mencakup informasi tentang daya aktif, dan konsumsi energi harian					

3. Uji Pengukuran

Uji pengukuran melibatkan perbandingan hasil pengukuran dari kedua metode, mengevaluasi tingkat ketepatan, keandalan, dan konsistensi keduanya, serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing metode.

Teknik analisis data dengan menggunakan alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT untuk pengukuran daya listrik 3 fasa melibatkan pengumpulan data secara *real-time* dari perangkat IoT yang terpasang pada peralatan listrik. Berikut adalah tabel pengukuran yang melibatkan pengukuran menggunakan sistem dan pengukuran langsung, serta perhitungan daya listrik 3 fasa menggunakan rumus daya listrik 3 fasa.

Tabel 3. 3 Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Lampu

Beban	Tegangan (V)			Arus (A)		
	Multi	PZEM	Erorr	Multi	PZEM	Erorr
	Meter	004-T	(%)	Meter	004-T	(%)
Lampu(R)						
Lampu(S)						
Lampu(T)						

Tabel 3. 4 Pengukuran Daya Dengan Beban Lampu

Beban	Daya (Watt)			Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (Cos ϕ)	(Hz)
	Multi Meter	PZEM 004-T	Erorr (%)				
Lampu(R)							
Lampu(S)							
Lampu(T)							

Tabel 3. 5 Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor 3 Fasa

Beban	Tegangan (V)			Arus (A)		
	Multi Meter	PZEM 004-T	Erorr (%)	Multi Meter	PZEM 004-T	Erorr (%)
Motor	R					
	S					
	T					

Tabel 3. 4 Pengukuran Daya Dengan Beban Motor 3 Fasa

Beban	Daya (Watt)			Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (Cos ϕ)	(Hz)
	Power Meter	PZEM-004T	Error (%)				
Motor	R						
	S						
	T						

a. Perhitungan Nilai Error Tegangan dan Arus

$$Error = \left| \frac{V \text{ pada multi meter} - V \text{ pada sensor}}{V \text{ multi meter}} \right| \times 100\%$$

b. Perhitungan Nilai Error Daya

$$Error = \left| \frac{W \text{ pada power meter} - W \text{ pada sensor}}{W \text{ pada power meter}} \right| \times 100\%$$

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh data-data yang relevan, akurat, dan sesuai dengan tujuan dari penelitian¹¹. Berikut beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini:

1. Observasi

Setelah melakukan perancangan sistem maka akan dilakukan pengamatan langsung terhadap sistem daya listrik 3 fasa untuk mengamati kinerja dari sistem dan mengidentifikasi masalah yang mungkin tidak terdeteksi oleh sensor.

2. Lembar Validasi

Lembar validasi pada penelitian ini digunakan untuk memperoleh masukan berupa kritik dan saran dari ahli media. Untuk mengetahui kevalidan alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dan instrumen yang disusun, lembar validasi diberikan kepada 4 validator, kemudian masing-masing validator memberikan penilaian terhadap alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT yaitu dengan memberi tanda ceklist pada kolom tabel yang disediakan, dan menulis saran atau tanggapan apabila terdapat kekurangan pada bagian-bagian tertentu dari alat monitoring.

¹¹ Agung Widhi Kurniawan dan Zarah Puspitaningtyas, Metode Penelitian Kuantitatif, (Yogyakarta: Pandiva Buku: 2016), h. 79.

3. Uji Pengukuran

Pengukuran langsung daya listrik 3 fasa dengan menggunakan powermeter, data ini akan memberikan informasi tentang konsumsi daya listrik secara langsung dibandingkan dengan menggunakan alat monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT yang sudah mendukung pemantauan jarak jauh untuk memantau serta mengumpulkan data.

D. Teknik Analisa Data

1. Validasi

Pada penelitian ini teknik analisa data yang digunakan berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif adalah data yang diperoleh berupa masukan dan saran dari validator pada tahap validasi, yaitu masukan dari ahli media. Dengan ketentuan yang dapat dilihat pada lembar validasi sehingga didapatkan hasil validasi kelayakan produk secara valid. Sedangkan data kuantitatif adalah data yang digunakan dalam validasi lembar validasi ahli media yang mengacu pada empat kriteria penilaian¹², yaitu: skor 5 (sangat valid), skor 4 (valid), Skor 3 (kurang valid), skor 2 (tidak valid), skor 1 (sangat tidak valid).

Selanjutnya data yang telah didapat dengan instrumen pengumpulan data dianalisis dengan menggunakan teknik analisis dan persentase dengan:

- a. Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan persamaan berikut:

¹² Ahmad Suryana, "Metode Penelitian Metode Penelitian," *Metode Penelitian Kualitatif*, no. 17 (2017): 43.

$$X = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

X = Skor rata-rata penilaian oleh ahli media

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh ahli media

N = Jumlah pertanyaan

b. Mengubah skor rata-rata yang diperoleh menjadi data kualitatif.

Kategori kualitatif ditentukan terlebih dahulu dengan mencari interval jarak antara jenjang kategori sangat layak hingga sangat tidak layak menggunakan persamaan berikut¹³:

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase (%)

$\sum X$ = Jumlah skor rata-rata

$\sum Xi$ = Jumlah skor maksimum

Sehingga diperoleh kategori penilaian lembar validasi ahli sebagai berikut:

Tabel 3.8 Kategori Presentase Kelayakan Alat

Presentasi Nilai (%)	Kriteria
81 – 100	Sangat Layak
61 – 80	Layak
41 – 60	Kurang Layak
21 – 40	Tidak Layak
0 – 20	Sangat Tidak Layak

Sumber: Presentase Kelayakan Alat, Ahmad Suryana, 2017

¹³ Ahmad Suryana.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendefinisian

Sistem listrik 3 fasa sering kali terjadi kesulitan dalam hal pemantauan konsumsi daya secara *real-time*. Penggunaan metode manual untuk pengukuran tegangan, arus, dan daya membutuhkan waktu lama dan tidak praktis, terutama jika dilakukan secara terus-menerus. Kebutuhan utama dari sistem monitoring ini adalah kemampuan untuk mengukur tegangan, arus, dan daya pada ketiga fase listrik secara *real-time*, serta pemantaun dari jarak jauh menggunakan perangkat *mobile*. Maka pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem yang mampu untuk memonitor tegangan, arus, dan daya. Pada penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik dan mikrokontroler ESP8266 yang sudah mendukung konektivitas *Wi-Fi* untuk mengirimkan data ke *server*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT yang mampu mengukur parameter listrik secara otomatis, dan *real-time*, serta menampilkan hasil pengukuran tersebut pada perangkat *mobile* melalui aplikasi *Blynk*. Penelitian ini terbatas pada pengukuran parameter listrik 3 fasa (tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, faktor daya, dan frekuensi). Namun, pengujian pada sistem hanya dapat dilakukan dengan konektivitas *Wi-Fi* yang baik, dan tidak mencakup uji lapangan pada area dengan gangguan koneksi internet.

B. Hasil Perancangan

1. Hasil Desain Sistem

a. Langkah-langkah Perancangan Rangkain Sistem

Berikut adalah langkah-langkah perancangan sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT:

- 1) Siapkan tiga unit sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik pada setiap fase, mikrokontroler ESP8266 untuk komunikasi IoT dan pemrosesan data, LCD I2C 16x2 untuk menampilkan informasi secara lokal.
- 2) Perancangan Diagram Rangkaian: digunakan *Fritzing* sebagai perangkat lunak desain untuk membuat diagram rangkaian.
- 3) Dihubungkan masing-masing sensor PZEM-004T ke mikrokontroler dengan mengatur pin komunikasi serial secara terpisah untuk setiap fase (misalnya, fase R, S, dan T). Pastikan pin daya dan *gnd* sensor PZEM-004T tersambung dengan benar.
- 4) Sambungkan LCD I2C ke ESP8266 dengan pin SDA dan SCL untuk menampilkan data parameter listrik dari tiap fase.
- 5) Menulis dan mengunggah program pada mikrokontroler menggunakan *Arduino IDE*. Inisialisasi komunikasi serial antara mikrokontroler dan sensor PZEM-004T. Atur koneksi *Wi-Fi* untuk menghubungkan mikrokontroler dengan jaringan internet.
- 6) Membuat proyek baru di aplikasi Blynk dan salin kode otentifikasi (*Auth Token*) ke program.

- 7) Dilakukan pengujian pada sistem untuk memastikan setiap sensor PZEM-004T memberikan data yang akurat dan tampil pada LCD I2C serta aplikasi Blynk.

b. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Rangkaian ini mencakup keseluruhan sistem yang terdiri dari ESP8266, PZEM-004T, dan modul LCD I2C 16x2. Rangkaian keseluruhan sistem monitoring daya listrik 3 fasa ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



(a)



(b)

Gambar 4. 1 (a) Tampak Luar Sistem (b) Tampak dalam Rangkain Sistem

c. Rangkaian ESP8266 dengan PZEM-004T

Sistem monitoring daya listrik 3 fasa bertujuan untuk memantau daya listrik dari ketiga fasa secara *real-time*. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu 3 sensor PZEM-004T untuk masing-masing fasa, mikrokontroler ESP8266 sebagai unit pengolah data, dan pengiriman data ke *server* atau aplikasi monitoring.



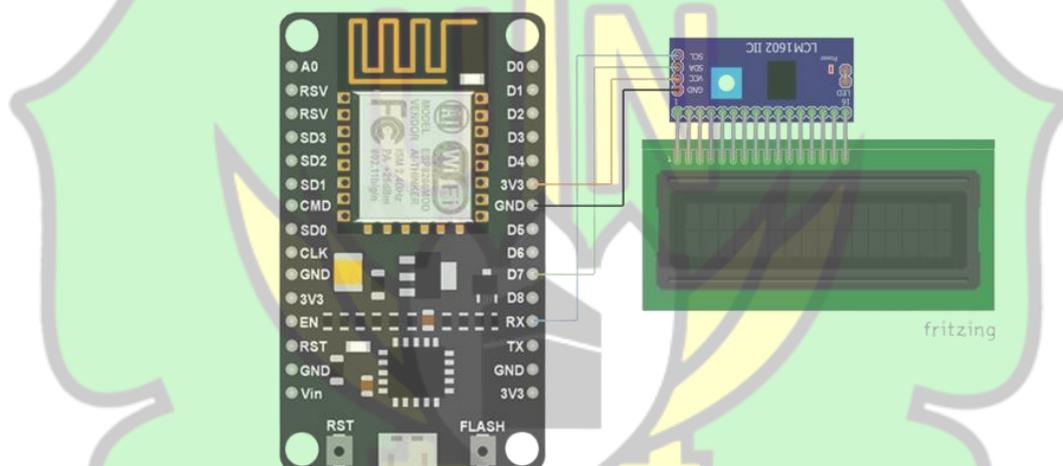
Gambar 4. 2 Rangkaian ESP8266 dengan PZEM 004-T

Pada Gambar 4.1 ditunjukkan koneksi antara mikrokontroler ESP8266 dengan sensor PZEM-004T. Tegangan Vcc dari masing-masing sensor PZEM-004T pada ketiga fasa (R, S, dan T) dihubungkan dengan pin Vin atau 3,3 Volt ESP8266, sedangkan terminal Gnd dari PZEM-004T pada ketiga fasa tersebut dihubungkan dengan pin Gnd ESP8266. Selanjutnya, pin RX dari sensor PZEM-004T pada fasa R dihubungkan ke pin D1 ESP8266, dan pin TX dihubungkan ke pin D2 ESP8266. Untuk fasa S, pin RX dikoneksikan ke pin D3 ESP8266, dan pin TX ke pin D5 ESP8266. Pada fasa T, pin RX dihubungkan ke pin

D5 ESP8266, sedangkan pin TX dikoneksikan ke pin D6 ESP8266. Konfigurasi ini memungkinkan komunikasi dua arah antara mikrokontroler dan sensor untuk pengukuran parameter listrik pada masing-masing fase.

d. Rangkaian ESP8266 dengan LCD I2C 16x2

Koneksi antara LCD dengan ESP8266 digunakan untuk menampilkan data secara tatap muka dari hasil pengukuran sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.



Gambar 4. 3 Rangkaian ESP8266 dan LCD I2C 16x2

Koneksi antara LCD dan ESP8266 melibatkan beberapa pin pada ESP8266 yang terhubung dengan LCD. Pada penelitian ini, digunakan antarmuka komunikasi I2C untuk menghubungkan LCD dengan ESP8266 karena lebih hemat pin dan lebih mudah diimplementasikan. Pin koneksi I2C meliputi SDA yang terhubung ke pin GPIO13 (D7) dan SCL yang terhubung ke pin GPIO3 (RX) serta VCC dan GND yang terhubung ke sumber daya 3.3V dan *ground*.

e. Pemograman Sistem

Program ini bertujuan untuk dapat mengotomatisasi fungsi-fungsi yang diperlukan dalam pengambilan, pemrosesan, dan pengiriman data dari sensor ke *platform* monitoring supaya sistem dapat mengukur dan menampilkan parameter seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, serta faktor daya pada setiap fasa, dan selanjutnya mengirimkan hasil pemantauan ke *platform Blynk* untuk dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan internet melalui beberapa tahapan. Beberapa simbol atau singkatan yang digunakan dalam program seperti: *Voltage* untuk Tegangan, *Current* untuk Arus, *Power* untuk Daya, *Frequency* untuk Frekuensi, PF untuk Faktor daya atau $\cos \phi$, VA untuk Daya Semu dan VAR untuk Daya Reaktif. Berikut merupakan hasil dari implementasi program pada sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT:

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Hpv_Wzry"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Power 3 Phase
IoT"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "tGMV5L9JsH3mie1suapU0kB4
cN62k11i"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <Wire.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include <SoftwareSerial.h>
```

```

#include <PZEM004Tv30.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Data koneksi Wi-Fi

char auth[] = "tGMV5L9JsH3mie1suapU0kB4cN62k1i";

char ssid[] = "lunar";

char pass[] = "00000000";

PZEM004Tv30 pzem1(4, 5); // GPIO4(D2)- Tx PZEM004;
GPIO5(D1)-Rx PZEM

PZEM004Tv30 pzem2(2, 0); // GPIO2(D4)- Tx PZEM004;
GPIO0(D3)-Rx PZEM

PZEM004Tv30 pzem3(12, 14); // GPIO12(D6)- Tx PZEM004;
GPIO14(D5)-Rx PZEM

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C dan ukuran LCD

float voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1,
VAR1;

float voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2,
VAR2;

float voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3,
VAR3;

void setup() {

  Serial.begin(115200);

  Wire.begin(13, 3); // SDA = D7 (GPIO13), SCL = RX (GPIO3)

  lcd.init(); // Inisialisasi LCD

```

```
lcd.backlight();

Blynk.begin(auth, ssid, pass);

//inisialisai tampilan awal lcd

lcd.clear();

lcd.setCursor(3, 0);

lcd.print("MONITORING");

lcd.setCursor(1, 1);

lcd.print("POWER 3-PHASE");

delay(2000);
}

void loop() {
  if (!Blynk.connected()) {
    Blynk.connect();
  }

  Blynk.run();

  // membaca data dari PZEM-004T
  voltage1 = pzem1.voltage();
  voltage1 = zeroIfNan(voltage1);
  current1 = pzem1.current();
  current1 = zeroIfNan(current1);

  power1 = pzem1.power();
  power1 = zeroIfNan(power1);

  energy1 = pzem1.energy() / 1000; //kwh
```

```
energy1 = zeroIfNan(energy1);  
frequency1 = pzem1.frequency();  
frequency1 = zeroIfNan(frequency1);  
pf1 = pzem1.pf();  
pf1 = zeroIfNan(pf1);  
if (pf1 == 0) {  
    val = 0;  
} else {  
    val = power1 / pf1;  
}  
if (pf1 == 0) {  
    VAR1 = 0;  
} else {  
    VAR1 = power1 / pf1 * sqrt(1-sq(pf1));  
}  
voltage2 = pzem2.voltage();  
voltage2 = zeroIfNan(voltage2);  
current2 = pzem2.current();  
current2 = zeroIfNan(current2);  
power2 = pzem2.power();  
power2 = zeroIfNan(power2);  
energy2 = pzem2.energy() / 1000; //kwh  
energy2 = zeroIfNan(energy2);
```

```

frequency2 = pzem2.frequency();

frequency2 = zeroIfNan(frequency2);

pf2 = pzem2.pf();

pf2 = zeroIfNan(pf2);

if (pf2 == 0) {

    va2 = 0;

} else {

    va2 = power2 / pf2;

}

if (pf2 == 0) {

    VAR2 = 0;

} else {

    VAR2 = power2 / pf2 * sqrt(1-sq(pf2));

}

voltage3 = pzem3.voltage();

voltage3 = zeroIfNan(voltage3);

current3 = pzem3.current();

current3 = zeroIfNan(current3);

power3 = pzem3.power();

power3 = zeroIfNan(power3);

energy3 = pzem3.energy() / 1000; //kwh

energy3 = zeroIfNan(energy3);

frequency3 = pzem3.frequency();

```

```
frequency3 = zeroIfNan(frequency3);

pf3 = pzem3.pf();

pf3 = zeroIfNan(pf3);

if (pf3 == 0) {

    va3 = 0;

} else {

    va3 = power3 / pf3;

}

if (pf3 == 0) {

    VAR3 = 0;

} else {

    VAR3 = power3 / pf3 * sqrt(1-sq(pf3));

}

// Tampilan nilai pada LCD fasa R

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("VR:"); lcd.print(voltage1);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("AR:"); lcd.print(current1);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("WR:"); lcd.print(power1);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print("kWh:"); lcd.print(energy1);
```

```
delay(5000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("QR:"); lcd.print(VAR1);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("FR:"); lcd.print(frequency1);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("PFR:"); lcd.print(pf1);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print("SR:"); lcd.print(va1);

delay(5000);

lcd.clear();

// Tampilan nilai pada LCD fasa S

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("VS:"); lcd.print(voltage2);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("AS:"); lcd.print(current2);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("WS:"); lcd.print(power2);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print("kWh:"); lcd.print(energy2);

delay(5000);
```

```
lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("QS:"); lcd.print(VAR2);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("FS:"); lcd.print(frequency2);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("PFS:"); lcd.print(pf2);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print("SS:"); lcd.print(va2);

delay(5000);

lcd.clear();

// Tampilan nilai pada LCD fasa T

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("VT:"); lcd.print(voltage3);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("AT:"); lcd.print(current3);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("WT:"); lcd.print(power3);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print("kWh:"); lcd.print(energy3);

delay(5000);

lcd.clear();
```

```

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("QT:"); lcd.print(VAR3);

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("FT:"); lcd.print(frequency3);

lcd.setCursor(8, 0);

lcd.print("PFT:"); lcd.print(pf3);

lcd.setCursor(8, 1);

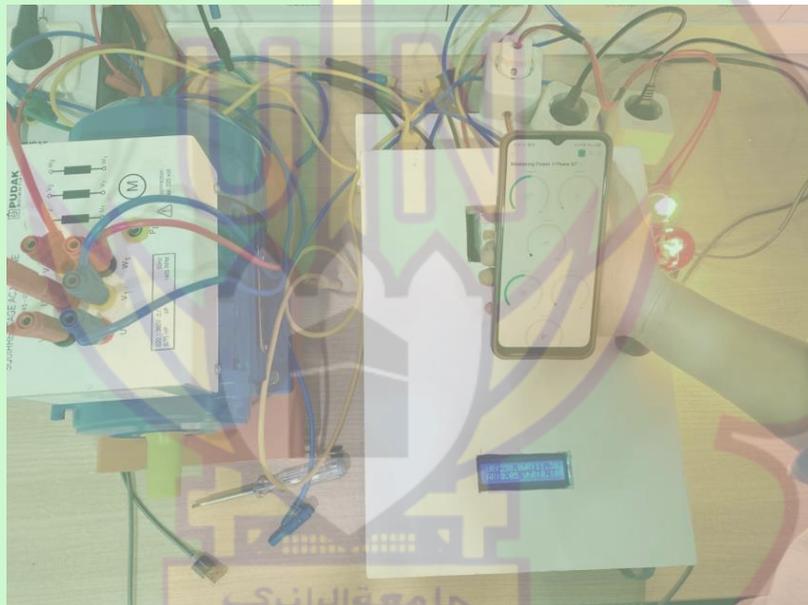
lcd.print("ST:"); lcd.print(va3);
delay(5000);
lcd.clear();
// inisial blynk

Blynk.virtualWrite(V0, voltage1);
Blynk.virtualWrite(V1, current1);
Blynk.virtualWrite(V2, power1);
Blynk.virtualWrite(V3, voltage2);
Blynk.virtualWrite(V4, current2);
Blynk.virtualWrite(V5, power2);
Blynk.virtualWrite(V6, voltage3);
Blynk.virtualWrite(V7, current3);
Blynk.virtualWrite(V8, power3);
delay(1000);
}
float zeroIfNan(float value) {
  if (isnan(value)) {
    return 0;
  } else {
    return value;
  }
}
}

```

2. Hasil Pengujian Kemampuan Kerja Sistem

Pengujian sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan fungsi rangkaian bekerja sesuai dengan desain yang telah dirancang. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor PZEM-004T, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan LCD 16x2 I2C untuk menampilkan data pengukuran secara tatap muka. Hasil pengujian rangkain sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Rangkaian

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa perangkat yang telah dirancang mampu menampilkan pengukuran tegangan, arus, dan daya melalui dua media, yakni tampilan pada LCD dan aplikasi Blynk. LCD digunakan sebagai tampilan data pengukuran secara tatap muka, sementara aplikasi Blynk untuk pengukuran secara jarak jauh. Aplikasi Blynk ini dapat dengan mudah

diakses melalui *Playstore* bagi pengguna android dan *App Store* bagi pengguna iOS, atau melalui *browser* untuk pengguna laptop atau PC. Untuk menggunakan aplikasi tersebut, pengguna cukup melakukan login menggunakan akun email yang sudah terdaftar, memudahkan pengguna dalam memonitor kondisi listrik dari mana saja selama sistem terhubung dengan internet.

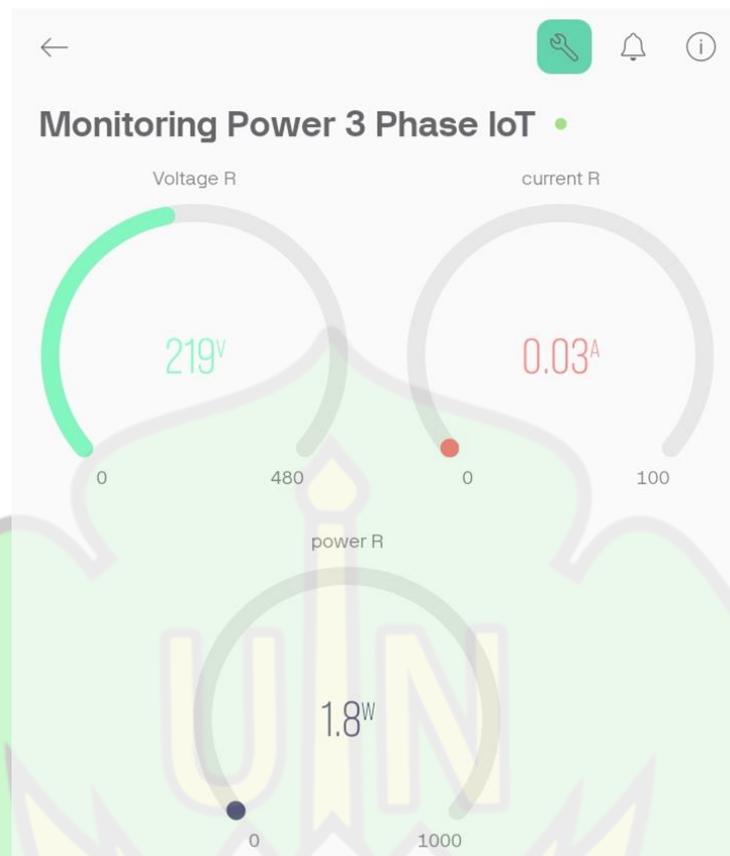
Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan fungsionalitas perangkat, terutama kemampuan pemantauan jarak jauh. Sistem ini sangat efisien dalam memantau kondisi daya listrik, yang sebelumnya harus dilakukan secara langsung di lokasi. Dengan diterapkan aplikasi Blynk ini, pengguna bisa memantau parameter listrik tanpa harus berada di dekat perangkat, sehingga meminimalisir kebutuhan interaksi fisik dengan sistem. Pemantauan tersebut dilakukan secara *real-time*, sehingga sistem ini sangat efisien.

Salah satu keterbatasan dari sistem ini adalah ketergantungannya pada jaringan internet. Jika terjadi gangguan pada jaringan, atau koneksi internet terputus, maka data pengukuran tidak dapat ditampilkan, baik pada aplikasi Blynk maupun pada LCD. Hal ini menjadi kendala utama yang perlu diperhatikan dalam pengembangan lebih lanjut. Meskipun demikian, selama koneksi internet stabil, sistem ini mampu memberikan hasil pengukuran yang dapat diandalkan. Dokumentasi hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.5 hingga 4.7 yang memperlihatkan performa sistem dalam berbagai kondisi pengukuran.



Gambar 4. 5 Tampilan Pengukuran Menggunakan *Power Meter*

Gambar 4.5 diatas menunjukkan pengukuran parameter listrik 3 fasa dengan beban yang digunakan berupa motor listrik 3 fasa menggunakan *Power Meter* satu fasa. Penggunaan *Power Meter* ini untuk membandingkan hasil pengukuran antara pengukuran yang dihasilkan oleh sistem dengan pengukuran yang dihasilkan oleh *Power Meter* dalam hal akurasi maupun efisiensi pengukuran.



Gambar 4. 6 Tampilan Pengukuran Pada Aplikasi Blynk



Gambar 4. 7 Tampilan Pengukuran Pada Layar LCD

Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan hasil pengukuran pada tampilan aplikasi Blynk dan layar LCD. Berdasarkan tampilan hasil pengukuran antara Blynk dan LCD tidak ada perbedaan hasil pengukuran, ini menunjukkan bahwa

sistem monitoring daya listrik berbasis IoT bekerja dengan baik dan konsisten. Data dari sensor PZEM-004T berhasil ditampilkan di kedua *platform* tanpa ada perbedaan signifikan, baik di perangkat lokal (LCD) maupun di aplikasi pemantauan jarak jauh (Blynk). Konsistensi ini menunjukkan bahwa komunikasi antara mikrokontroler dan aplikasi IoT dapat diandalkan untuk memantau parameter listrik secara *real-time*, sehingga memberikan efisiensi dalam pemantauan jarak jauh tanpa mengurangi kualitas atau akurasi data. Dengan demikian, hasil yang sama ini menguatkan keandalan dan validitas sistem dalam memberikan informasi yang relevan bagi pengguna.

Pada penelitian ini, peneliti melaksanakan 2 tahap uji coba. Tahap pertama melibatkan pengukuran daya listrik menggunakan Powermeter. Pada tahap kedua, pengukuran menggunakan aplikasi *Blynk* yang dapat diakses di *smartphone* dan pengukuran pada tampilan LCD yang dapat dilihat langsung pada layar LCD. Pengujian dilakukan secara bertahap, dimulai dengan menguji satu persatu beban seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4 hingga gambar 4.7. Hasil pengujian menunjukkan ada perbedaan tegangan, arus, dan daya yang kecil antar fasa dari setiap variasi beban listrik yang digunakan.

3. Hasil Perbandingan Kinerja Sistem

Perbandingan kinerja antara hasil pengukuran daya listrik menggunakan sistem monitoring berbasis IoT dengan hasil pengukuran manual dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan konsistensi hasil pengukuran. Hasil perbandingan pengukuran antara pengukuran manual dengan pengukuran sistem monitoring berbasis IoT dapat dilihat pada Tabel 4.1-4.5

Tabel 4. 1 Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor

Beban		Tegangan (V)			Arus (A)		
		Multi Meter	PZEM 004-T	Errorr (%)	Multi Meter	PZEM 004-T	Errorr (%)
Motor	R	239 V	239 V	0%	1,01A	1,02A	0.9%
	S	234 V	233 V	0,4%	1,17A	1,16A	0,9%
	T	234 V	234 V	0%	1,20A	1,22A	1,6%

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Daya Pada Motor

Beban		Daya (Watt)			Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (Cos ϕ)	(Hz)
		Power meter	PZEM 004-T	Error (%)				
Motor	R	144	147	2,04%	196,1	245,1	0,60	50
	S	71	70,70	0,42%	262,5	271,9	0,26	50
	T	39,80	40,10	0,75%	283,6	286,4	0,14	50

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Daya Pada Lampu

Beban		Daya (Watt)			Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (Cos ϕ)	(Hz)
		Power meter	PZEM 004-T	Error (%)				
Lampu(R)		9,1	8.70	0,45%	5,85	10,48	0,83	50
Lampu(S)		14,60	14	0,41%	2,96	14,90	0,98	50
Lampu(T)		12,90	13,70	0,8%	2,72	13,70	1	50

Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Lampu

Beban	Tegangan (V)			Arus (A)		
	Multi Meter	PZEM 004-T	Erorr (%)	Multi Meter	PZEM 004-T	Erorr (%)
Lampu(R)	239 V	239 V	0%	0,06A	0,04A	33%
Lampu(S)	234 V	235 V	0,4%	0,05A	0,06A	20%
Lampu(T)	233 V	232V	0,4%	0,05A	0,06A	20%

Berdasarkan tabel diatas hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan antara perhitungan teoretis dan hasil pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T menunjukkan adanya selisih yang sangat kecil. Selisih ini sangat minimal sehingga kedua metode tersebut dapat dikatakan memberikan hasil yang hampir identik. Hal ini mengindikasikan adanya konsistensi yang baik antara perhitungan teoretis dengan pengukuran berbasis IoT, yang dilakukan menggunakan sensor PZEM-004T dan ESP8266 sebagai mikrokontrolernya, dengan dua beban yang diuji yaitu, motor listrik 3 fasa dan lampu pijar 13 *Watt*. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara nilai yang dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan manual dan nilai yang diperoleh dari pengukuran berbasis IoT, perbedaan ini dapat dianggap wajar dan normal. Hal ini dikarenakan adanya faktor-faktor seperti perubahan kondisi beban serta fluktuasi tegangan yang mungkin terjadi selama pengukuran. Selisih kecil yang muncul ini tidak mempengaruhi validitas dari kedua metode, dan tetap menunjukkan bahwa pendekatan berbasis IoT memberikan hasil yang andal dan konsisten.

C. Hasil Validasi

1. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media diisi oleh 4 dosen ahli, dimana 2 dosen ahli dari bidang listrik oleh bapak Muhammad Ikhsan, M.T dan bapak Muhammad Rizal Fachri, M.T untuk menguji keakuratan pembacaan parameter listrik oleh sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT dan 2 dosen ahli dari bidang elektronika yaitu bapak Baihaqi, S.T dan bapak Mursyidin, S.T untuk menguji desain kelayakan pakai alat. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Validasi Ahli Media

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban				Rata-rata
			V1	V2	V3	V4	
1	Sistem Monitoring	Desain sistem berhasil dirancang dengan desain yang menarik	5	5	4	5	4,75
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat	5	5	4	5	4,75
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya dan memberikan informasi secara <i>real-time</i> .	4	4	5	5	4,5
2	IoT	IoT telah diterapkan pada sistem	5	5	5	5	5
		Keandalan dalam mentransmisikan data	5	4	5	4	4,5
3		Sistem mengukur dan memonitor konsumsi daya listrik pada ketiga fase	5	5	5	4	4,75

	Daya Listrik	Data yang dihasilkan mencakup informasi daya aktif , dan konsumsi energi harian	5	5	2	4	4
Jumlah			34	33	30	32	32,25
Presentase			92%				

Berdasarkan hasil validasi oleh empat validator, media memperoleh persentase sebesar 92%, yang menunjukkan bahwa sistem ini secara umum dinilai sangat layak dan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Menurut standar yang digunakan dalam penelitian ini, nilai di atas 81% dikategorikan sebagai sangat layak, yang berarti sistem ini dapat dianggap siap untuk digunakan. Walaupun hasil validasi menunjukkan sistem sudah sangat layak, ada beberapa saran dari validator terkait peningkatan interaktivitas media yang bisa dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut. Namun, secara keseluruhan, sistem ini sudah siap digunakan. Dengan persentase validasi 92%, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT ini memiliki kualitas yang sangat baik.

D. Pembahasan

1. Pembahasan Hasil Validasi

Berdasarkan hasil validasi oleh empat validator, sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis *Internet of Things* ini memperoleh skor rata-rata dengan persentase sebesar 92%. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem dinilai sangat layak dan telah memenuhi kriteria yang ditetapkan pada

tabel 3.1. Sistem juga dinilai cukup baik dalam hal penyajian data sehingga memudahkan pengguna dalam memonitor kondisi listrik secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk.

Meskipun sistem telah memperoleh penilaian yang sangat baik, validator juga memberikan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Salah satu saran yang diajukan berupa saran penambahan fitur untuk menampilkan grafik konsumsi daya harian. Dengan adanya grafik ini, pengguna dapat memantau dan menganalisis tren penggunaan daya listrik secara visual, yang akan memberikan informasi lebih rinci mengenai pola konsumsi listrik setiap harinya. Fitur grafik ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam mengambil keputusan yang lebih baik terkait manajemen daya listrik, serta mendeteksi anomali atau penyimpangan dalam pemakaian listrik. Namun, pada penelitian ini fitur tersebut belum dapat diimplementasikan karena adanya keterbatasan dalam penggunaan fitur aplikasi, di mana fitur grafik yang lebih lengkap hanya tersedia pada versi premium atau komersial dari aplikasi Blynk. Oleh karena itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya, penggunaan aplikasi Blynk yang mendukung akses penuh ke semua fitur dapat diterapkan, sehingga sistem monitoring dapat lebih optimal dalam penyajian data dan analisis konsumsi daya secara lebih mendalam. Selain itu, validator juga menyarankan agar sistem dapat menampilkan nilai dari semua jenis daya, yaitu daya aktif, reaktif, dan semua termasuk juga faktor daya dan frekuensi. Validator menilai bahwa informasi lengkap terkait

ketiga jenis daya tersebut akan sangat membantu dalam pemantauan yang lebih mendalam terkait kinerja sistem listrik 3 fasa, terutama dalam mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi akibat ketidakseimbangan beban atau pemakaian daya yang tidak efisien. Mengingat aplikasi Blynk penggunaan fiturnya yang terbatas jadi, tampilan dari daya aktif, reaktif, dan daya semu termasuk juga faktor daya dan frekuensi tidak dapat ditampilkan pada aplikasi tersebut namun hanya dapat ditampilkan pada layar LCD.

Secara keseluruhan, sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT ini dapat dianggap sangat layak dalam hal pengukuran. Namun, beberapa pengembangan lanjutan diperlukan untuk meningkatkan fungsionalitas sistem, khususnya dalam penyajian data daya listrik secara lebih lengkap pada pemantauan jarak jauh. Dengan demikian, diharapkan sistem ini tidak hanya menjadi alat pemantauan yang efisien, tetapi juga alat analisis yang mampu memberikan wawasan lebih mendalam terkait konsumsi listrik pada sistem 3 fasa.

2. Pembahasan Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem monitoring daya listrik 3 fasa dilakukan untuk melihat kemampuan sistem dalam memantau parameter listrik pada ketiga fasa secara *real-time* dan kemampuan sistem dalam hal pemantauan jarak jauh. Sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T yang dikoneksikan dengan ESP8266 sebagai mikrokontroler dan aplikasi *Blynk* sebagai *platform* pemantauan jarak jauh dan LCD I2C 16x2

sebagai pemantauan secara tatap muka. Parameter yang dimonitor meliputi daya aktif, daya reaktif, daya semu, tegangan, arus, faktor daya dan frekuensi pada masing-masing fasa (R, S, dan T). Namun, untuk tampilan daya reaktif, daya semu, faktor daya dan frekuensi pada Blynk belum dapat diimplementasikan mengingat fitur pada aplikasi Blynk yang terbatas akan tetapi sudah ditampilkan pada LCD. Pengujian ini, sistem diimplementasikan pada motor listrik 3 fasa dan lampu 13 *watt*. Tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh masing-masing fasa merujuk pada gambar 4.6.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil dirancang dan mampu mengirimkan dan menampilkan data dari ketiga fasa meskipun adanya perbedaan kecil antara tegangan dan arus pada ketiga fasa yang otomatis juga mempengaruhi perbedaan pembacaan nilai pada daya. Sistem monitoring ini memungkinkan pengguna untuk memantau parameter listrik tanpa harus berada di lokasi fisik, sehingga meningkatkan efisiensi pemantauan, khususnya pada lingkungan industri atau fasilitas yang memerlukan pengawasan terus-menerus. Jarak pemantauan melalui aplikasi Blynk tergantung pada jaringan *Wi-Fi* sehingga jarak pemantauan tergantung pada cakupan jaringan *Wi-Fi* yang digunakan. Dalam kondisi ideal tanpa penghalang, *router Wi-Fi* standar umumnya memiliki jangkauan sekitar 50-100 meter di dalam ruangan dan bisa mencapai 300 meter di luar ruangan. Jika sinyal *Wi-Fi* lemah atau ada penghalang seperti dinding tebal, jarak pemantauan bisa lebih pendek.

Pada penelitian sebelumnya sistem monitoring menggunakan Telegram sebagai *platform* untuk mengirimkan notifikasi terkait pengukuran daya listrik untuk pemantauan jarak jauh melalui bot Telegram. Bot Telegram dibuat menggunakan API Telegram untuk menerima dan mengirim pesan secara otomatis kepada pengguna. Telegram lebih fleksibel dalam hal notifikasi terkait perubahan kondisi pengukuran listrik tanpa batasan fitur. Dalam penelitian Andi Wawan Indrawan, dkk. Yang berjudul Monitoring Konsumsi Daya Listrik 3 fasa berbasis *Wireless sensor Network* menggunakan LoRa RFM95w. Fokus utama penelitian ini adalah mengembangkan sistem pemantauan konsumsi listrik berbasis WSN, yang dirancang untuk mengatasi tantangan monitoring jarak jauh menggunakan modul frekuensi radio LoRa RFM95w. Komponen yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor PZEM004T untuk pengukuran energi, Arduino Mega sebagai pengolah data, dan LoRa RFM95w sebagai sarana komunikasi nirkabel. Penggunaan teknologi LoRa yang dikenal untuk jangkauan panjang dengan konsumsi daya rendah juga menandakan pengembangan sistem yang hemat daya dan bisa bekerja di lingkungan NLOS. Dari hasil penelitian ini, tingkat kesalahan pengukuran tegangan sangat kecil (0,16%) dan sedikit lebih tinggi untuk arus (1,67%), menunjukkan bahwa alat ini cukup akurat dalam mengukur parameter listrik, khususnya tegangan. Meskipun sistem berfungsi dengan baik dalam hal akurasi pengukuran, tantangan yang dihadapi terkait performa jaringan

ditunjukkan oleh tingkat *packet loss* yang tinggi (26%) dan *delay* yang cukup besar (136,79 ms). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun LoRa memiliki keunggulan jarak dan daya rendah, ada keterbatasan dalam hal kecepatan transmisi data dan reliabilitas komunikasi, terutama dengan bertambahnya node sensor. Pengaruh jarak dan jumlah node sensor terhadap *packet loss* dan *delay* menjadi sorotan penting. Ini bisa berarti bahwa pada skala besar, atau di area dengan banyak node, sistem bisa mengalami kendala dalam pengiriman data yang efisien dan akurat.

Berdasarkan penelitian ini, Telegram dan Blynk memiliki keunggulan masing-masing dalam penerapan pada sistem monitoring daya listrik berbasis IoT. Telegram lebih efektif untuk notifikasi *real-time* dan fleksibel tanpa biaya tambahan, menjadikannya solusi yang lebih ekonomis dan cepat dalam memberikan peringatan terkait pengukuran listrik. Di sisi lain Blynk, lebih unggul dalam hal visualisasi data dan pemantauan interaktif, yang memberikan kemudahan dalam analisis data listrik secara grafis. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis WSN dengan LoRa dapat diterapkan untuk memonitor konsumsi daya listrik pada sistem 3 fasa, meskipun masih perlu dilakukan optimalisasi pada aspek kinerja jaringan seperti *packet loss* dan *delay*.

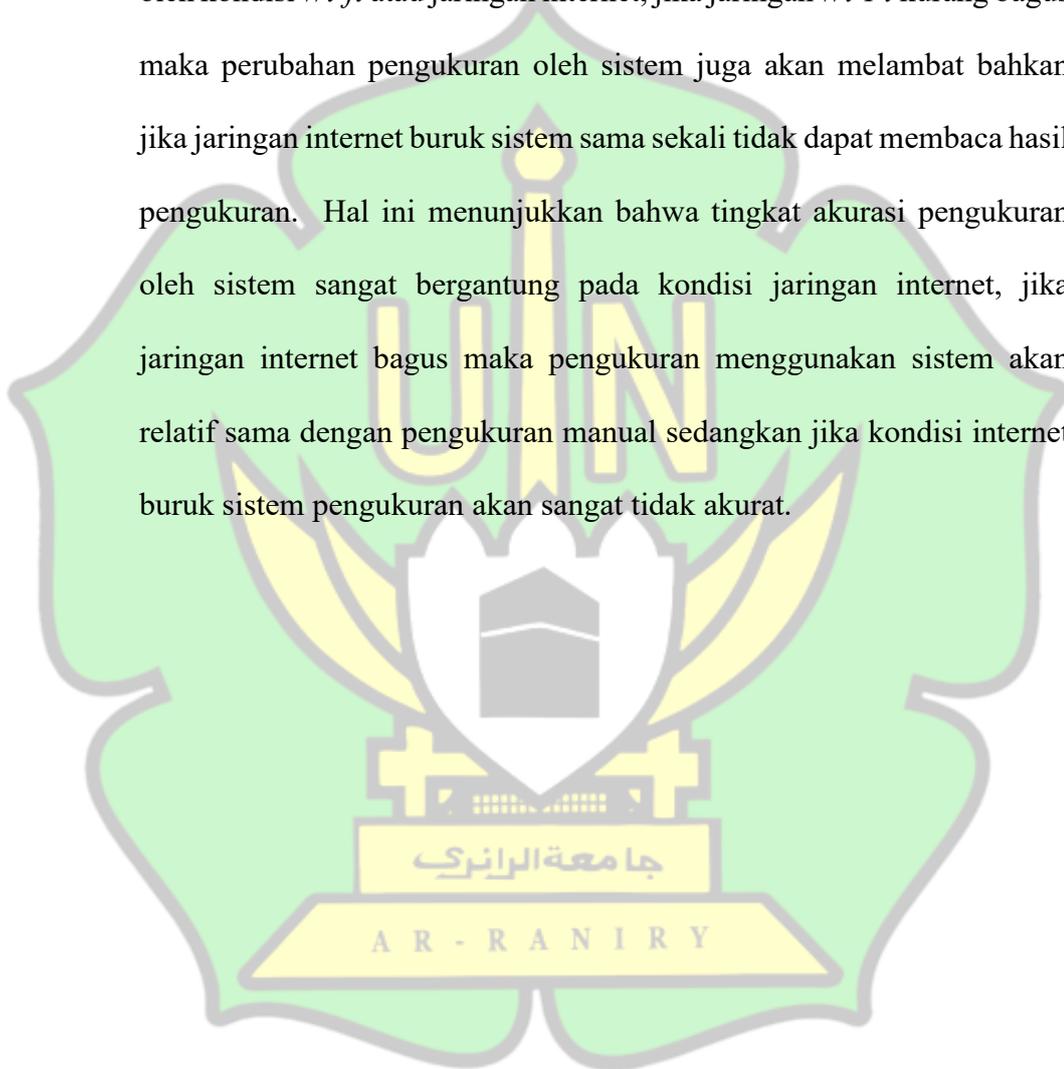
Kelebihan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk memantau kondisi listrik 3 fasa secara *real-time* dan jarak jauh maupun secara tatap muka melalui tampilan pada LCD. Namun, kelemahan yang ditemukan

adalah ketergantungan penuh pada koneksi *Wi-Fi*. Jika terjadi gangguan pada koneksi, sistem tidak dapat berfungsi, sehingga pemantauan jarak jauh maupun pemantauan secara tatap muka tidak mungkin dilakukan. Selain itu, keterbatasan aplikasi Blynk dalam menampilkan daya reaktif, daya semu, faktor daya dan juga frekuensi juga membatasi kemampuan sistem untuk menampilkan pengukurannya. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil adalah kualitas koneksi *Wi-Fi*, selama pengujian di lingkungan dengan jaringan internet stabil, sistem bekerja tanpa hambatan. Namun, ketika pengujian dilakukan di area dengan jaringan lemah, sistem tidak dapat menampilkan data secara *real-time* di aplikasi Blynk. Faktor lain adalah keterbatasan aplikasi Blynk dalam menampilkan parameter secara lengkap, yang mengurangi kemampuan pengguna untuk mendapatkan informasi penuh mengenai semua aspek performa listrik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mencapai tujuan penelitian, yaitu merancang sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT. Meskipun ada beberapa keterbatasan, sistem ini lebih efisien dalam hal pemantauan jarak jauh dibandingkan metode manual.

3. Pembahasan Hasil Perbandingan Pengukuran

Berdasarkan pengujian pengukuran antara pengukuran manual dengan pengukuran menggunakan sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT mendapatkan hasil bahwa pengukuran berbasis IoT lebih efisien dibandingkan dengan pengukuran manual. Hasil dari pengukuran

manual dan pengukuran dengan sistem memiliki selisih yang sangat kecil bahkan mendapatkan hasil pengukuran yang hampir sama dengan spesifikasi pada *nameplate* beban, hasil pengukuran ini dapat dilihat pada tabel 4.1-4.5. Perolehan pengukuran oleh sistem ini sangat dipengaruhi oleh kondisi *Wi-fi* atau jaringan internet, jika jaringan *Wi-Fi* kurang bagus maka perubahan pengukuran oleh sistem juga akan melambat bahkan jika jaringan internet buruk sistem sama sekali tidak dapat membaca hasil pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran oleh sistem sangat bergantung pada kondisi jaringan internet, jika jaringan internet bagus maka pengukuran menggunakan sistem akan relatif sama dengan pengukuran manual sedangkan jika kondisi internet buruk sistem pengukuran akan sangat tidak akurat.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

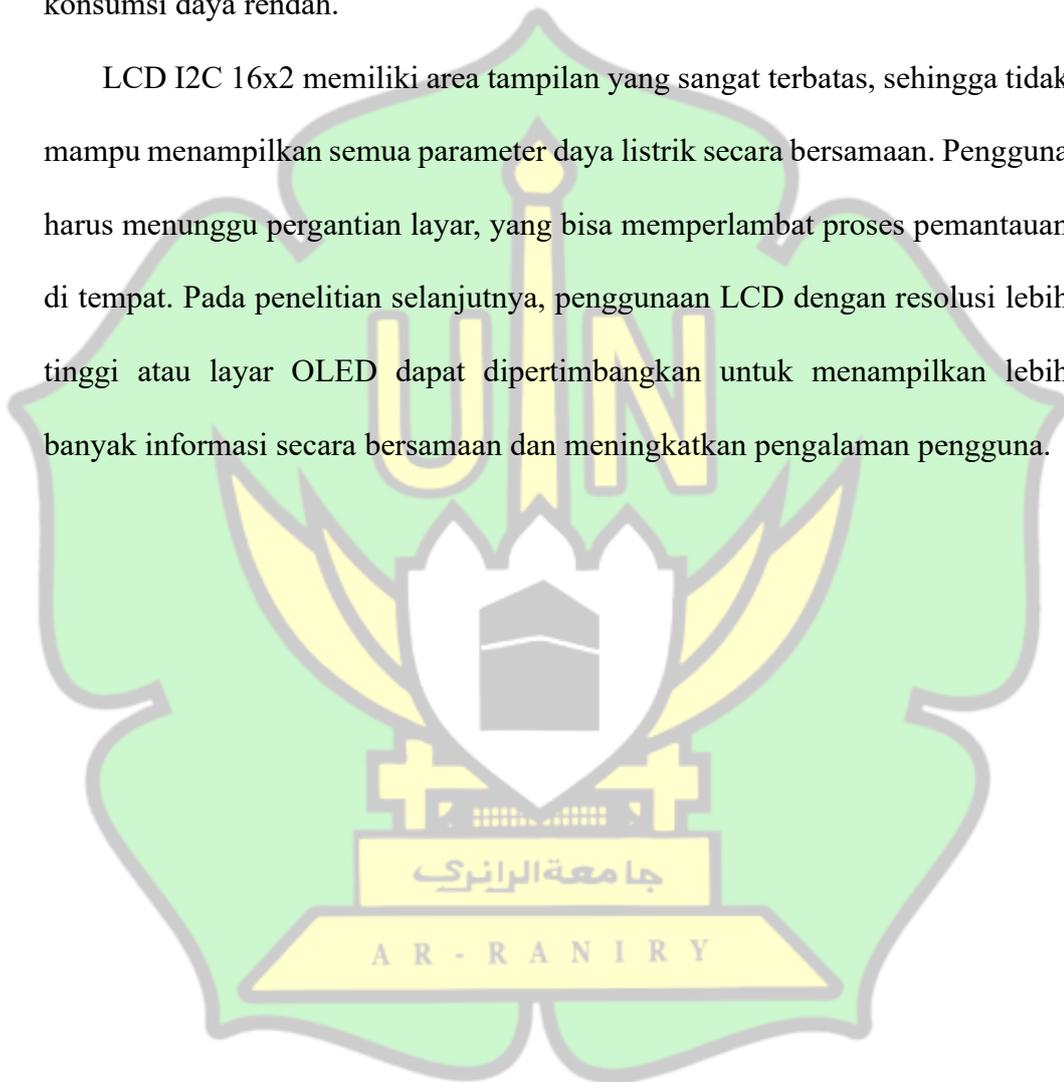
1. Sistem monitoring penggunaan daya listrik 3 fasa berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Sistem ini mampu melakukan pengukuran dan pengiriman data secara *real-time* melalui *platform Blynk* untuk pemantauan jarak jauh dan melalui tampilan LCD untuk pemantauan secara tatap muka.
2. Sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT hanya dapat berfungsi ketika terkoneksi dengan jaringan *Wi-Fi*. Sistem ini mampu memantau parameter listrik pada ketiga fase melalui tampilan LCD. Namun, pada aplikasi Blynk, hanya arus, tegangan, dan daya yang dapat ditampilkan karena adanya keterbatasan dalam penggunaan aplikasi tersebut.
3. Dibandingkan dengan metode pengukuran manual, sistem monitoring berbasis IoT lebih efisien dalam hal pemantauan jarak jauh dan otomatis. Sistem IoT memungkinkan pemantauan yang terus menerus dan otomatis, sementara metode manual butuh lebih banyak keterlibatan pengguna dan pengukuran harus dilakukan secara langsung, sehingga jadi lebih rumit dan kurang praktis.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan Blynk versi premium agar fitur lebih lengkap. Hal ini membatasi penggunaannya untuk menampilkan semua parameter listrik seperti daya aktif, daya reaktif, faktor

daya, maupun frekuensi juga untuk penyimpanan data jangka panjang dan akses *multi-user* untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem. Untuk mengurangi ketergantungan pada *Wi-Fi*, dapat menggunakan LoRa (*Long Range*) Teknologi komunikasi nirkabel dengan jangkauan yang sangat jauh dan konsumsi daya rendah.

LCD I2C 16x2 memiliki area tampilan yang sangat terbatas, sehingga tidak mampu menampilkan semua parameter daya listrik secara bersamaan. Pengguna harus menunggu pergantian layar, yang bisa memperlambat proses pemantauan di tempat. Pada penelitian selanjutnya, penggunaan LCD dengan resolusi lebih tinggi atau layar OLED dapat dipertimbangkan untuk menampilkan lebih banyak informasi secara bersamaan dan meningkatkan pengalaman pengguna.



DAFTAR PUSTAKA

- Agung Widhi Kurniawan dan Zarah Puspitaningtyas, *Metode Penelitian Kuantitatif*, (Yogyakarta: Pandiva Buku: 2016), h. 79.
- Ahmad Suryana. "Metode Penelitian Metode Penelitian." *Metode Penelitian Kualitatif*, no. 17 (2017): 43.
- Amaro. (2017). *Sistem Monitoring Besaran Listrik Dengan Teknologi IoT (Internet of Things)*.
- A. Nasution, R. Putra, and E. Madona. (2014). "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya 3Phasa Berbasis Mikrokontroler Yang Dapat Di Baca Secara Online Pada Laboratorium Mikroprosesor Politeknik Negeri Padang," *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2014)*.
- Desiana Wahyuningsih. (2022). "Monitoring dan Evaluasi Untuk Tercapainya Tujuan Kinerja".
- Hery Suryantoro, (2019). "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview Dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indonesian Journal of Laboratory* 1, no. 3.
- Jefri Stender. (2018). "Rancang Bangun Sistem Monitoring Syslog Terpusat Menggunakan Kibana," hal, 3.
- John W. Creswell. (2009). "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches" (California: SAGE Publication, 2009), hal.137.
- Kurniawan, Iwan. (2018). "Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk Dan NodeMCU ESP8266." *Yogyakarta*, 3–8.
- Maszilhaq, N Farid. (2020). "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Dan

Arah Mata Angin Berbasis Arduino Di Limnologi LIPI” 4, no. 2. Nasution, A., R. Putra, dkk. (2014). “Rancang Bangun Alat Monitoring Daya 3Phasa Berbasis Mikrokontroller Yang Dapat Di Baca Secara Online Pada Laboratorium Mikroprosesor Politeknik Negeri Padang.” *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK)*.

N Farid Maszilhaq. (2020) “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Dan Arah Mata Angin Berbasis Arduino Di Limnologi LIPI” 4, no. 2.

Stender, Jefri. (2018). “Rancang Bangun Sistem Monitoring Syslog Terpusat Menggunakan Kibana.” 3

Thiagarajan, Dorothy S., dkk. (2016). “BAB 3 Model Pengembangan 4-D (Four D).” *Lambung Pustaka UNY*, 89.



DAFTAR LAMPIRAN

1. SK Skripsi


KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B-8005/Un.08/FTK/KP.07.6/09/2024

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang :

- a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
- b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mengingat :

1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/Kmk.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum
11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.

KESATU : Menunjukkan Saudara :
Sri Nengsih, M.Sc
Untuk membimbing Skripsi
Nama : Noura Hidayati
NIM : 200211037
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa pada Laboratorium Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)

KEDUA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KETIGA : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA.025.04.2.423925/2024, Tanggal 24 November 2023;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku selama eriam bulan sejak tanggal ditetapkan;

KELIMA : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 10 September 2024
Dekan,


Safrul Muluk

Tembusan:

1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;
2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
4. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;
5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
7. Yang bersangkutan;
8. Arsip




2. Dokumentasi Penelitian



3. Bahasa Pemrograman

```
Monitoring_Power_3_Phase | Arduino 1.8.19
Berkas Sunting Sketch Alat Bantuan

Monitoring_Power_3_Phase $
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Hpv_Wzry"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Power 3 Phase IoT"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "tGMV5L9JsH3mielsuapU0kB4cN62klli"
4
5 #define BLYNK_PRINT Serial
6 #include <Wire.h>
7 #include <ESP8266WiFi.h>
8 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
9 #include <SoftwareSerial.h>
10 #include <PZEM004Tv30.h>
11 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
12
13 // Data koneksi Wi-Fi
14 char auth[] = "tGMV5L9JsH3mielsuapU0kB4cN62klli";
15 char ssid[] = "lunar";
16 char pass[] = "00000000";
17
18 PZEM004Tv30 pzem1(4, 5); // GPIO4(D2)- Tx PZEM004; GPIO5(D1)-Rx PZEM
19 PZEM004Tv30 pzem2(2, 0); // GPIO2(D4)- Tx PZEM004; GPIO0(D3)-Rx PZEM
20 PZEM004Tv30 pzem3(12, 14); // GPIO12(D6)- Tx PZEM004; GPIO14(D5)-Rx PZEM
21
22 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C dan ukuran LCD
23
24 float voltage1, current1, power1, energy1, frequency1, pf1, va1, VAR1;
25 float voltage2, current2, power2, energy2, frequency2, pf2, va2, VAR2;
26 float voltage3, current3, power3, energy3, frequency3, pf3, va3, VAR3;
27
```

```
28 void setup() {
29   Serial.begin(115200);
30   Wire.begin(13, 3); // SDA = D7 (GPIO13), SCL = RX (GPIO3)
31   lcd.init(); // Inisialisasi LCD
32   lcd.backlight();
33   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
34
35   //inisialisai lcd
36   lcd.clear();
37   lcd.setCursor(3, 0);
38   lcd.print("MONITORING");
39   lcd.setCursor(1, 1);
40   lcd.print("POWER 3-PHASE");
41   delay(2000);
42 }
43
44 void loop() {
45   if (!Blynk.connected()) {
46     Blynk.connect();
47   }
48   Blynk.run();
49   // membaca data dari PZEM00-4T
50   voltage1 = pzem1.voltage();
51   voltage1 = zeroIfNan(voltage1);
52   current1 = pzem1.current();
53   current1 = zeroIfNan(current1);
54   power1 = pzem1.power();
55   power1 = zeroIfNan(power1);
```

جامعة الرانيرى

A R - R A N I R Y

```
55 power1 = zeroIfNan(power1);
56 energy1 = pzem1.energy() / 1000; //kwh
57 energy1 = zeroIfNan(energy1);
58 frequency1 = pzem1.frequency();
59 frequency1 = zeroIfNan(frequency1);
60 pfl = pzem1.pf();
61 pfl = zeroIfNan(pfl);
62 if (pfl == 0) {
63     val = 0;
64 } else {
65     val = power1 / pfl;
66 }
67 if (pfl == 0) {
68     VAR1 = 0;
69 } else {
70     VAR1 = power1 / pfl * sqrt(1-sq(pfl));
71 }
72
73 voltage2 = pzem2.voltage();
74 voltage2 = zeroIfNan(voltage2);
75 current2 = pzem2.current();
76 current2 = zeroIfNan(current2);
77 power2 = pzem2.power();
78 power2 = zeroIfNan(power2);
79 energy2 = pzem2.energy() / 1000; //kwh
80 energy2 = zeroIfNan(energy2);
81 frequency2 = pzem2.frequency();
82 frequency2 = zeroIfNan(frequency2);
83
```

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

```
82 frequency2 = zeroIfNan(frequency2);
83 pf2 = pzem2.pf();
84 pf2 = zeroIfNan(pf2);
85 if (pf2 == 0) {
86     va2 = 0;
87 } else {
88     va2 = power2 / pf2;
89 }
90 if (pf2 == 0) {
91     VAR2 = 0;
92 } else {
93     VAR2 = power2 / pf2 * sqrt(1-sq(pf2));
94 }
95
96 voltage3 = pzem3.voltage();
97 voltage3 = zeroIfNan(voltage3);
98 current3 = pzem3.current();
99 current3 = zeroIfNan(current3);
100 power3 = pzem3.power();
101 power3 = zeroIfNan(power3);
102 energy3 = pzem3.energy() / 1000; //kwh
103 energy3 = zeroIfNan(energy3);
104 frequency3 = pzem3.frequency();
105 frequency3 = zeroIfNan(frequency3);
106 pf3 = pzem3.pf();
107 pf3 = zeroIfNan(pf3);
108 if (pf3 == 0) {
109     va3 = 0;
110
```

```

119 // Tampilan nilai pada LCD fasa R
120 lcd.clear();
121 lcd.setCursor(0, 0);
122 lcd.print("VR:"); lcd.print(voltage1);
123 lcd.setCursor(0, 1);
124 lcd.print("AR:"); lcd.print(current1);
125 lcd.setCursor(8, 0);
126 lcd.print("WR:"); lcd.print(power1);
127 lcd.setCursor(8, 1);
128 lcd.print("kWh:"); lcd.print(energy1);
129 delay(5000);
130 lcd.clear();
131
132 lcd.setCursor(0, 0);
133 lcd.print("QR:"); lcd.print(VAR1);
134 lcd.setCursor(0, 1);
135 lcd.print("FR:"); lcd.print(frequency1);
136 lcd.setCursor(8, 0);
137 lcd.print("PFR:"); lcd.print(pf1);
138 lcd.setCursor(8, 1);
139 lcd.print("SR:"); lcd.print(val);
140 delay(5000);
141 lcd.clear();

191 // inisial blynk
192 Blynk.virtualWrite(V0, voltage1);
193 Blynk.virtualWrite(V1, current1);
194 Blynk.virtualWrite(V2, power1);
195 Blynk.virtualWrite(V3, voltage2);
196 Blynk.virtualWrite(V4, current2);
197 Blynk.virtualWrite(V5, power2);
198 Blynk.virtualWrite(V6, voltage3);
199 Blynk.virtualWrite(V7, current3);
200 Blynk.virtualWrite(V8, power3);
201 delay(1000);
202 }
203
204 float zeroIfNan(float value) {
205     if (isnan(value)) {
206         return 0;
207     } else {
208         return value;
209     }
210 }

```

4. Lembar Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)

Nama Validator : Muhammad Rizal Fachri , MT)

NIP/NIDN : 2008078802

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

PENGANTAR

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh penilaian dari dosen ahli terhadap sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Validator memberikan skor pada setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:

5 = Sangat baik

4 = Baik

3 = Cukup

2 = Kurang

1 = Sangat Kurang

2. Validator dapat memberikan kritik dan saran perbaikan pada tabel dibagian kolom saran validator.

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1.	Sistem Monitoring	Sistem berhasil dirancang dengan desain yang menarik					√	
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat.					√	
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya					√	

		dan memberikan informasi secara <i>real-time</i>				✓	
2.	<i>Internet of Things (IoT)</i>	IoT telah diterapkan pada sistem				✓	
		Keandalan sensor dalam mentransmisikan data				✓	
3.	Daya Listrik	Sistem mampu monitor dan menganalisis konsumsi daya listrik pada ketiga fasa				✓	
		Data yang dihasilkan mencakup informasi mengenai daya aktif, dan konsumsi energi harian				✓	

Kritik Dan Saran

.....

.....

.....

.....

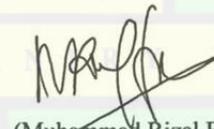
Kesimpulan:

Perancangan ini dinyatakan

- Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
 Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
 Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 16 Agustus 2024

Validator



(Muhammad Rizal Fachri, MT)
 NIDN. 2008078802

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)

Nama Validator : Mursyidin, MT

NIP/NIDN : 0105048203

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

PENGANTAR

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh penilaian dari dosen ahli terhadap sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.

PETUNJUK PENGISIAN

- Validator memberikan skor pada setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 - 5 = Sangat baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Validator dapat memberikan kritik dan saran perbaikan pada tabel dibagian kolom saran validator.

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1.	Sistem Monitoring	Sistem berhasil dirancang dengan desain yang menarik				✓		
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat.				✓		
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya dan memberikan informasi secara <i>real-time</i>					✓	

2.	Internet of Things (IoT)	IoT telah diterapkan pada sistem							✓
		Keandalan sensor dalam mentransmisikan data							✓
3.	Daya Listrik	Sistem mampu monitor dan menganalisis konsumsi daya listrik pada ketiga fasa							✓
		Data yang dihasilkan mencakup informasi mengenai daya aktif, dan konsumsi energi harian						✓	

Kritik Dan Saran

Tampilkan data harian
 Tampilkan data analisis

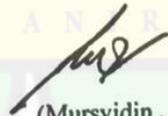
Kesimpulan:

Perancangan ini dinyatakan

- () Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
- () Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
- () Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh ,..... Agustus 2024

Validator



(Mursyidin , MT)
 NIDN. 0105048203

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)

Nama Validator : Muhammad Ikhsan, MT

NIP/NIDN : 2023108602

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

PENGANTAR

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh penilaian dari dosen ahli terhadap sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.

PETUNJUK PENGISIAN

- Validator memberikan skor pada setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 - 5 = Sangat baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Validator dapat memberikan kritik dan saran perbaikan pada tabel dibagian kolom saran validator.

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1.	Sistem Monitoring	Sistem berhasil dirancang dengan desain yang menarik					✓	
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat.					✓	
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya dan memberikan informasi secara <i>real-time</i>				✓		

2.	Internet of Things (IoT)	IoT telah diterapkan pada sistem							✓
		Keandalan sensor dalam mentransmisikan data							✓
3.	Daya Listrik	Sistem mampu monitor dan menganalisis konsumsi daya listrik pada ketiga fasa							✓
		Data yang dihasilkan mencakup informasi mengenai daya aktif, dan konsumsi energi harian							✓

Kritik Dan Saran

VAR. H2. cos ϕ perlu ditampilkan VA
 Q_A I_R P_{F_R} S_R
 Q_S I_S P_{F_S} S_S
 Q_T I_T P_{F_T} S_T

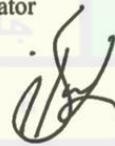
Kesimpulan:

Perancangan ini dinyatakan

- () Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
- () Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
- () Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 15 Agustus 2024

Validator



(Muhammad Ikhsan, MT)
 NIDN. 2023108602

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Pada Laboratorium Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)

Nama Validator : Baihaqi, M.T.

NIP/NIDN : 198802812022031001

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

PENGANTAR

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh penilaian dari dosen ahli terhadap sistem monitoring daya listrik 3 fasa berbasis IoT.

PETUNJUK PENGISIAN

- Validator memberikan skor pada setiap butir pertanyaan dengan memberikan tanda ceklis (✓) pada kolom dengan skala penilaian sebagai berikut:
 - 5 = Sangat baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang
- Validator dapat memberikan kritik dan saran perbaikan pada tabel dibagian kolom saran validator.

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria Jawaban					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1.	Sistem Monitoring	Sistem berhasil dirancang dengan desain yang menarik					✓	
		Sistem dapat memantau dari jarak jauh dengan akurat.					✓	
		Sistem mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya dan memberikan informasi secara <i>real-time</i>				✓		

2.	<i>Internet of Things (IoT)</i>	IoT telah diterapkan pada sistem							✓
		Keandalan sensor dalam mentransmisikan data							✓
3.	Daya Listrik	Sistem mampu monitor dan menganalisis konsumsi daya listrik pada ketiga fasa							✓
		Data yang dihasilkan mencakup informasi mengenai daya aktif, dan konsumsi energi harian							✓

Kritik Dan Saran

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan:

Perancangan ini dinyatakan

- () Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
- () Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
- () Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 14 Agustus 2024
Validator

AR-RANIRY

(Baihaqi, M.T.)

NIP. 198802812022031001