

PROTOTYPE SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA LISTRIK BERBASIS IOT DENGAN MENGUNAKAN BLYNK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)
dalam Ilmu Teknologi Informasi



Oleh: **MUHAMMAD SATRIA AKMAL**

NIM: 2108096084

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2025**

HALAMAN JUDUL

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING KONSUMSI
DAYA LISTRIK BERBASIS IOT DENGAN
MENGUNAKAN BLYNK***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)
dalam Ilmu Teknologi Informasi



Oleh: **MUHAMMAD SATRIA AKMAL**

NIM: 2108096084

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Satria Akmal

NIM : 2108096084

Jurusan : Teknologi Informasi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA
LISTRIK BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN BLYNK***

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 4 Juni 2025
Pembuat Perayataan,



[Signature]
Muhammad Satria Akmal
NIM : 2108096084



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang
 Telp. (024) 7604554 Fax. 7615387

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Prototype Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik
 Berbasis IoT dengan Menggunakan Blynk
 Penulis : Muhammad Satria Akmal
 NIM : 2108096084
 Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Teknologi Informasi.

Semarang, 4 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Khotibul Umam, M.Kom
 NIP. 19810812201101107

Sekretaris Sidang

Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom
 NIP. 19731222 200604 1 001

Penguji Utama I

Mokhamad Ikil Mustofa, M.Kom
 NIP. 198808072019031010

Penguji Utama II

Adzhar Arwani Mahfudh, M. Kom
 NIP. 199107032019031006

Pembimbing I

Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom
 NIP. 19731222 200604 1 001

Pembimbing II

Hery Mustofa, M.Kom
 NIP. 198703172019031007

NOTA DINAS

Semarang, 08 /05/2025

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan, bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA LISTRIK
BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN BLYNK

Penulis : Muhammad Satria Akmal

NIM : 2108096084

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom
NIP. 19731222 200604 1 001

NOTA DINAS

Semarang, 15 /05/2025

Yth. Ketua Program Studi Teknologi Informasi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan, bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA LISTRIK
BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN BLYNK

Penulis : Muhammad Satria Akmal

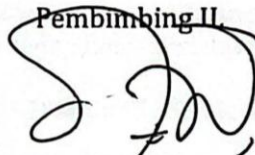
NIM : 2108096084

Jurusan : Teknologi Informasi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II



Hery Mustofa, M.Kom

NIP. 19870317 201903 1 007

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, laporan tugas akhir skripsi ini dapat penulis selesaikan. Karya kecil ini penulis persembahkan untuk :

1. Bapak Muhammad Wahyu Wardoyo dan Ibu Rumiwati selaku Orang tua penulis.
2. Deta Oktavia Kusuma Wardani, Yazid Ubaidillah, Pakdhe Purwono, Dwi Hartomo, Dwi Gangga, Bella Wiradhika, Gifari Ezira Wuryano, Dina Syefira, Fian Dwi Cahyo, dan Nimas Lian Kusuma selaku kakak, adik serta teman yang selalu mendukung dan menghibur dalam segala situasi.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Informasi.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan khususnya Jurusan Teknologi Informasi 2021.
5. Almamater Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

MOTTO

Jadilah seperti kecoak, meskipun sering dianggap remeh
namun dapat terus bertahan meski digempur hujan meteor
dan ledakan nuklir

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam pengelolaan energi secara efisien, termasuk pemantauan konsumsi daya listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis IoT menggunakan modul ESP8266, sensor PZEM-004T, OLED, dan platform Blynk sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini mampu mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara real-time, serta menghitung estimasi biaya pemakaian. Selain itu, sistem dilengkapi fitur peringatan otomatis melalui buzzer dan notifikasi Blynk ketika konsumsi daya melebihi batas tertentu. Metode pengembangan yang digunakan adalah model waterfall, dengan tahapan analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi tinggi dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) tegangan dan arus yakni 0,2% serta konsumsi daya 1,3. Alat juga mampu mengirimkan data secara real-time dan menampilkan informasi secara lokal maupun jarak jauh. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi efektif untuk pemantauan dan pengendalian penggunaan energi listrik rumah tangga maupun skala kecil.

Kata kunci: IoT, ESP8266, PZEM-004T, Blynk, Pemantauan Listrik, Estimasi Biaya, Peringatan Otomatis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nya, Laporan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “*Prototype Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT Dengan Menggunakan Blynk*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi agung Muhammad SAW yang telah menunjukan jalan terbaik kepada kita.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi Sebagian persyaratan dalam mendapatkan gelar kesarjanaan pada Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag.
2. Ketua Jurusan Prodi Teknologi Informasi UIN Walisongo Semarang sekaligus Dosen Wali, Bapak Dr. Khotibul Umam S.T., M.Kom.
3. Dosen Pembimbing I Prodi Teknologi Informasi, Bapak Nurcahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom.

4. Dosen Pembimbing II Prodi Teknologi Informasi, Bapak Hery Mustofa, M.Kom
5. Segenap Dosen maupun pegawai dan seluruh civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo terkhusus Program Studi Teknologi Informasi.
6. Keluarga tercinta yang senantiasa *men-support* penulis dengan semua kasih dan sayangnya.
7. Teman-teman teknologi informasi yang telah memberikan semangat dan pengalamannya pada penulis.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dari semua pihak demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis khususnya

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PENGESAHAN	v
NOTA PEMBIMBING	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	xi
MOTTO	xiii
ABSTRAK.....	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4

D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II	7
KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori.....	7
1. IoT.....	7
2. Monitoring.....	8
3. Daya	8
4. ESP 8266	9
5. PZEM-004T	14
6. Piezoelectric Buzzer	15
7. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	16
8. Blynk.....	17
9. Arduino Ide	18
B. Kajian Penelitian yang Relevan	19
BAB III	25
METODE PENELITIAN.....	25
A. Analysis.....	26

1.	Kebutuhan	26
2.	Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	27
3.	Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	27
B.	Design.....	27
1.	Blok Diagram.....	28
2.	Flowchart	28
3.	Diagram Schematic.....	30
4.	Desain Sistem <i>Hardware</i>	30
5.	Desain Blynk.....	32
C.	Implementation.....	32
D.	Testing.....	33
1.	Pengujian Fungsional	34
2.	Pengujian Akurasi Pengukuran	34
3.	Pengujian Respon Waktu.....	35
4.	Pengujian Konsumsi Daya.....	36
E.	Maintenance.....	38
BAB IV		39
HASIL DAN PEMBAHASAN		39

A.	Implementasi.....	39
B.	Testing.....	40
1.	Pengujian Fungsional.....	40
2.	Pengujian Akurasi Pengukuran	46
3.	Pengujian Respon Waktu.....	72
4.	Pengujian Konsumsi Daya.....	73
5.	Hasil Pengujian.....	92
C.	Maintenance.....	93
BAB V		95
SIMPULAN DAN SARAN		95
A.	Simpulan	95
B.	Saran	97
LAMPIRAN		103

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	ESP 8266	9
Gambar 2. 2	Fungsi Pin ESP8266	11
Gambar 2. 3	Sensor PZEM-004t	14
Gambar 2. 4	Piezoelectric Buzzer	15
Gambar 2. 5	Blynk	17
Gambar 2. 6	Arduino IDE	18
Gambar 3. 1	Metode Waterfall	25
Gambar 3. 2	Diagram Blok	28
Gambar 3. 3	Flowchart Rancangan Sistem Monitoring	29
Gambar 3. 4	Diagram Schematic	30
Gambar 3. 5	Desain Hardware Sistem Monitoring Listrik	31
Gambar 3. 6	Desain Blynk	32
Gambar 3. 7	Multitester Deli DL334203	33
Gambar 3. 8	Power Meter	36
Gambar 4. 1	Prototype alat monitoring daya listrik	39
Gambar 4. 2	Prototype alat monitoring diberi beban	40
Gambar 4. 3	Kode pembacaan data	41
Gambar 4. 4	Kode menampilkan data di Oled	41
Gambar 4. 5	Kode untuk mengirimkan data ke Blynk	42
Gambar 4. 6	Tampilan di Blynk	42

Gambar 4. 7 Menampilkan peringatan di HP	43
Gambar 4. 8 Kode menampilkan peringatan di Blynk	43
Gambar 4. 9 Kode untuk menyalakan buzzer	44
Gambar 4. 10 Kode menampilkan notifikasi di Oled	44
Gambar 4. 11 Menampilkan peringatan di Layar Oled	45
Gambar 4. 12 Kode variabel biaya	45
Gambar 4. 13 Menampilkan biaya	46
Gambar 4. 14 Pengujian tegangan kipas angin	47
Gambar 4. 15 Pengujian arus kipas angin	50
Gambar 4. 16 Pengujian tegangan lampu	52
Gambar 4. 17 Pengujian arus lampu	55
Gambar 4. 18 Pengujian tegangan laptop	57
Gambar 4. 19 Pengujian arus laptop	60
Gambar 4. 20 Pengujian tegangan TV	62
Gambar 4. 21 Pengujian arus TV	65
Gambar 4. 22 Pengujian tegangan Kulkas	67
Gambar 4. 23 Pengujian arus kulkas	70
Gambar 4. 24 Pengujian daya kipas angin	74
Gambar 4. 25 Pengujian daya lampu	78
Gambar 4. 26 Pengujian daya laptop	81
Gambar 4. 27 Pengujian daya TV	85
Gambar 4. 28 Pengujian daya kulkas	88

Gambar 4. 29 Grafik Nilai MAPE

92

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Kajian penelitian yang relevan	20
Tabel 3. 1	Nilai Rentang MAPE	38
Tabel 4. 1	Pengujian tegangan kipas angin	48
Tabel 4. 2	Nilai MAPE tegangan kipas angin	49
Tabel 4. 3	Pengujian arus kipas angin	50
Tabel 4. 4	Nilai MAPE arus kipas angin	51
Tabel 4. 5	Pengujian tegangan lampu	53
Tabel 4. 6	Nilai MAPE tegangan lampu	54
Tabel 4. 7	Pengujian arus lampu	55
Tabel 4. 8	Nilai MAPE arus lampu	56
Tabel 4. 9	Pengujian tegangan laptop	58
Tabel 4. 10	Nilai MAPE tegangan laptop	59
Tabel 4. 11	Pengujian arus laptop	60
Tabel 4. 12	Nilai MAPE arus laptop	61
Tabel 4. 13	Pengujian tegangan TV	63
Tabel 4. 14	Nilai MAPE tegangan TV	64
Tabel 4. 15	Pengujian arus TV	65
Tabel 4. 16	Nilai MAPE arus TV	66
Tabel 4. 17	Pengujian tegangan kulkas	68
Tabel 4. 18	Nilai MAPE tegangan kulkas	69

Tabel 4. 19 Pengujian arus kulkas	70
Tabel 4. 20 Nilai MAPE arus kulkas	71
Tabel 4. 21 Pengujian respon waktu	72
Tabel 4. 22 Pengujian konsumsi daya kipas angin	75
Tabel 4. 23 konsumsi daya kipas angin	76
Tabel 4. 24 Nilai MAPE konsumsi daya kipas angin	77
Tabel 4. 25 Pengujian konsumsi daya lampu	78
Tabel 4. 26 Konsumsi daya lampu	80
Tabel 4. 27 Nilai MAPE konsumsi daya lampu	81
Tabel 4. 28 Pengujian konsumsi daya laptop	82
Tabel 4. 29 Konsumsi daya laptop	83
Tabel 4. 30 Nilai MAPE konsumsi daya laptop	84
Tabel 4. 31 Pengujian konsumsi daya TV	85
Tabel 4. 32 Konsumsi daya TV	87
Tabel 4. 33 Nilai MAPE konsumsi daya TV	88
Tabel 4. 34 Pengujian konsumsi daya Kulkas	89
Tabel 4. 35 Konsumsi daya kulkas	90
Tabel 4. 36 Nilai MAPE konsumsi daya kulkas	91

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Pengesahan Lembar Ujian Komperhensif	103
Lampiran 2 Source Code	104
Lampiran 3 Daftar Riwayat Hidup	107

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejak zaman dahulu, manusia telah memanfaatkan teknologi untuk mengatasi tantangan dan meningkatkan kualitas hidup. Perkembangan teknologi yang pesat pada era modern ini telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan. QS. Ar-Rahman ayat 33 menjelaskan tentang kelapangan dan kedalaman ilmu.

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ
السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ (٣٣)

“Hai jemaah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya melainkan dengan kekuatan.” (QS. Ar Rahman: 33)

Penggunaan energi listrik di Indonesia meningkat seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat. Dilansir dari CNBC Indonesia, “Kementerian ESDM mencatat, sepanjang tahun 2023 lalu realisasi konsumsi listrik mencapai 1.337 kWh per kapita. Realisasi tersebut terhitung lebih tinggi hingga 14% dibandingkan konsumsi listrik pada tahun 2022 sebesar 1.173 kWh per kapita” (Firda Dwi Muliawati, 2024). Hal

ini menjadi menjadi bukti bahwa bertambahnya kebutuhan listrik masyarakat di Indonesia.

Penggunaan energi listrik yang tidak terpantau secara baik dapat menimbulkan berbagai masalah seperti pemborosan energi, kerusakan perangkat elektronik ataupun pembayaran yang tidak sesuai dengan penggunaan pengguna. Oleh karena itu, sistem monitoring arus listrik menjadi sangat penting untuk memantau konsumsi listrik dan mendeteksi masalah sedini mungkin.

Sistem monitoring arus listrik tradisional biasanya menggunakan alat ukur fisik, seperti amperemeter maupun multitester yang memerlukan pengawasan manual. Namun, perkembangan teknologi *Internet of things* (IoT) memungkinkan implementasi sistem monitoring yang lebih canggih dan *real-time*, dimana data dapat diakses dari jarak jauh dan dianalisis secara otomatis.

Setelah dianalisis maka data ditampilkan *outputnya* di aplikasi Blynk. Kini dengan perkembangan teknologi kita tidak perlu lagi membuat sebuah *software* yang digunakan untuk menampilkan data dari *hardware*.

Blynk adalah platform *Internet of things* (IoT) yang dirancang untuk mempermudah pengembangan proyek IoT. Platform ini menyediakan infrastruktur sederhana dan mudah digunakan, memungkinkan untuk menghubungkan perangkat keras dengan aplikasi *mobile* atau web. Melalui Blynk, pengguna dapat membuat antarmuka aplikasi yang interaktif untuk mengontrol perangkat IoT secara jarak jauh menggunakan ponsel pintar, memantau data sensor secara langsung, serta mengatur otomatisasi berbagai perangkat IoT.

Untuk merealisasikan penggunaan monitoring arus listrik yang berbasis IoT, kali ini penulis menggunakan Blynk sebagai platform pembantu dalam menampilkan hasil analisis dari sensor. Alat monitoring daya listrik membutuhkan komponen-komponen elektronik, yakni ESP 8266, sensor tegangan PZEM-004t, Oled LCD, *Piezoelectric Buzzer*, dan Stopkontak.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancang bangun sistem monitoring arus listrik menggunakan Blynk?
2. Bagaimana akurasi pengukuran sistem monitoring arus listrik menggunakan Blynk?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian Meliputi :

1. Merancang dan membangun rangkaian prototype perangkat monitoring daya listrik berbasis IoT
2. Mengukur kinerja perangkat prototype monitoring daya listrik berbasis IoT

D. Batasan Masalah

Supaya dalam penyusunan proposal ini tidak keluar dari pokok pembahasan yang telah ditentukan, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada:

1. Penelitian yang dilakukan berupa penerapan, perancangan, serta pengujian prototype alat monitoring arus listrik menggunakan Blynk
2. Penelitian ini memusatkan perhatian pada perancangan, implementasi, serta pengujian prototype alat monitoring daya listrik menggunakan Blynk menggunakan metode *waterfall*
3. Alat-alat yang diperlukan untuk pengujian diantaranya, prototype alat monitoring arus listrik, multitester Deli DL334203, *Power meter* taffware KWE-PM01, laptop, TV, kulkas, lampu, dan kipas angin.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pemantauan konsumsi listrik berbasis IoT dengan Blynk sebagai platform *real-time*. Hasil penelitian ini dapat menambah wawasan tentang integrasi teknologi IoT dalam mengoptimalkan efisiensi energi melalui pemantauan data yang lebih akurat dan otomatis. Selain itu, temuan ini juga dapat menjadi referensi bagi pengembang dalam merancang solusi serupa yang lebih efektif di masa depan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Program Studi

- 1) Memberikan sumbangsih yang positif terhadap kemajuan Teknologi Informasi
- 2) Sebagai alat pembelajaran praktikum pada mata kuliah IoT

b. Bagi Kampus

Penelitian yang dilaksanakan diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan dalam proses belajar mahasiswa di Program Studi

Teknologi Informasi UIN Walisongo
khususnya pada mata kuliah IoT.

c. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sarana yang bermanfaat dalam mengimplemantasikan pengetahuan peneliti tentang IoT dan penerapannya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. IoT

Menurut Meutia dalam (Khumaidi, 2017) IoT (*Internet of things*) adalah sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk dapat berinteraksi dengan objek lain, lingkungan ataupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet.

Internet of things merupakan suatu konsep dimana sebuah objek dapat men-transfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengelolaan suatu sistem.

Pada penelitian kali ini menggunakan teknologi IoT karena memungkinkan perangkat untuk mengukur, menganalisis, dan mengirimkan data konsumsi listrik secara *real-time* melalui jaringan

internet. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat memantau penggunaan listrik secara efisien serta menghindari risiko pemborosan energi. Teknologi IoT pada monitoring arus listrik biasanya menggunakan sensor arus yang terhubung dengan mikrokontroler, yang kemudian mengirimkan data ke platform berbasis *cloud* atau aplikasi *mobile*.

2. Monitoring

Monitoring adalah kegiatan reguler yang melibatkan pengawasan, pengukuran, pengumpulan informasi, dan pendokumentasian aktivitas suatu proyek atau program. Tujuannya adalah meninjau kemajuan proyek dan memantau setiap perubahan dalam proses dan *output* yang dihasilkan (Ridwansyah et al., 2022).

Monitoring yang dilakukan yakni menampilkan perubahan yang terjadi pada sistem dan berguna untuk membantu pengguna dalam mengambil sebuah keputusan.

3. Daya

Daya dalam ilmu kelistrikan adalah ukuran energi yang dikonsumsi atau dihasilkan per satuan

waktu. Secara umum, daya listrik diukur dalam satuan watt (W), yang menunjukkan jumlah energi listrik yang digunakan oleh suatu perangkat dalam setiap detik. Singkatnya, daya listrik mencerminkan tingkat penggunaan energi dalam sebuah rangkaian. Daya merupakan hasil kali antara tegangan dan arus dalam suatu rangkaian Listrik (Setiaji et al., 2022). Selain daya aktif (P) dalam watt, terdapat juga daya reaktif (Q) dalam volt-ampere reaktif (VAR) dan daya semu (S) dalam volt-ampere (VA), yang digunakan dalam sistem listrik AC untuk menggambarkan konsumsi energi secara lebih mendetail.

4. ESP 8266

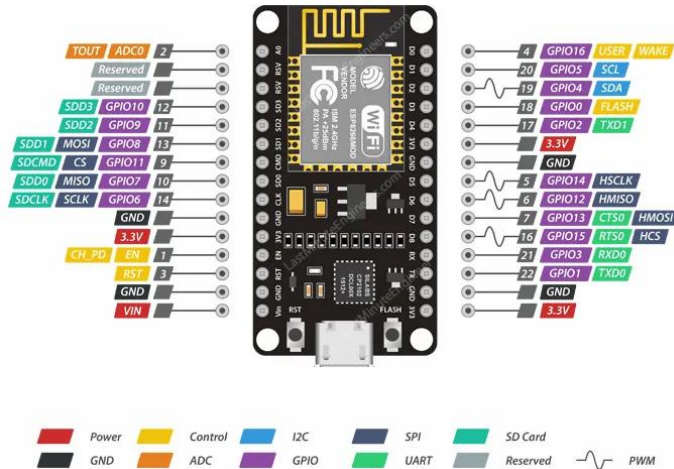


Gambar 2. 1 ESP 8266

ESP8266 adalah modul “microcontroller” yang memiliki fungsi utama menghubungkan perangkat

elektronik dengan jaringan Wi-Fi. ESP8266 adalah modul yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan memiliki kinerjanya yang cukup bagus serta harganya yang terjangkau. Modul ini memiliki kemampuan untuk menghubungkan perangkat ke internet.

Fitur utama dari ESP8266 adalah prosesor 32-bit berbasis arsitektur Tensilica Xtensa dengan protokol TCP/IP untuk komunikasi internet. Modul ini juga dilengkapi dengan memori RAM dan *flash* yang dapat bervariasi tergantung pada tipe modulnya, seperti ESP-01 atau ESP-12E. Selain itu, ESP8266 memiliki pin GPIO yang memungkinkan koneksi ke berbagai sensor, aktuator, dan perangkat tambahan, membuatnya sangat fleksibel untuk pengembangan proyek elektronik. Berikut merupakan fungsi pin di ESP 8266 dilansir dari medium.com (Suprianto, 2021)



Gambar 2. 2 Fungsi Pin ESP8266

- D0 : merupakan GPIO16 yang memiliki fungsi *HIGH* saat *boot* dan digunakan untuk bangun dari *deep sleep*.
- D1 : merupakan GPIO5 sering digunakan sebagai SCL (I2C)
- D2 : merupakan GPIO4 sering digunakan sebagai SDA (I2C).
- D3 : merupakan GPIO0 akan terhubung ke tombol flash jika ditarik ke *LOW* dan jika *HIGH* akan menjadi normal untuk I/O
- D4 : merupakan GPIO2 untuk menampilkan sinyal transmisi data sehingga biasanya digunakan untuk mencetak pesan *log* atau *debug* informasi

- f) D5 : merupakan GPIO14 sebagai I/O mendukung SPI
- g) D6 : merupakan GPIO12 sebagai I/O mendukung SPI
- h) D7 : merupakan GPIO13 sebagai I/O mendukung SPI
- i) D8 : merupakan GPIO15 sebagai I/O mendukung SPI
- j) RX : merupakan GPIO3 sebagai I/O dan menerima data
- k) TX : merupakan GPIO1 sebagai I/O dan mengirim data
- l) GND : sebagai *ground* pada esp 8266
- m) 3,3V : untuk memasok daya ke komponen eksternal
- n) A0 : merupakan ADC0 sebagai *analog input*
- o) RSV : *reserved* (dipesan) pin ini tidak digunakan oleh pengguna
- p) SD3 : merupakan GPIO15 pin ini digunakan untuk memilih atau mengaktifkan kartu SD saat melakukan komunikasi.
- q) SD2 : merupakan GPIO4 pin ini digunakan sebagai MISO dan data dikirim dari kartu SD ke master (ESP8266)
- r) SD1 : merupakan GPIO2 pin ini menghasilkan sinyal clock yang digunakan untuk sinkronisasi data antara ESP8266 dan kartu SD
- s) CMD : merupakan GPIO11 digunakan untuk *command* dalam komunikasi antara esp8266 dengan kartu SD

- t) SD0 : merupakan GPIO7 untuk mengirim dari master (ESP8266) ke kartu SD
- u) CLK : merupakan GPIO6 pin *Clock* yang digunakan untuk memberi sinyal waktu ke kartu SD.
- v) EN : esp 8266 akan aktif Ketika *HIGH*
- w) RST : Pin RST digunakan untuk mengatur ulang chip ESP8266
- x) VIN : digunakan untuk langsung memasok ESP8266 dan periferalnya, jika memiliki sumber tegangan 5V.

Bahasa Pemrograman yang digunakan dalam ESP 8266 yakni Arduino, MicroPython, dan Lua. Dengan fleksibilitas ini, modul ESP8266 sering dimanfaatkan dalam berbagai penggunaan, seperti sistem monitoring arus listrik, sensor lingkungan, dan perangkat otomatisasi lainnya. Kombinasi antara kemudahan pemrograman, konektivitas internet, dan harga yang relatif terjangkau menjadikan ESP8266 sebagai pilihan favorit bagi para pengembang IoT.

5. PZEM-004T



Gambar 2. 3 Sensor PZEM-004t

Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul pengukur daya listrik yang berfungsi untuk memantau parameter listrik pada sistem listrik AC. Modul ini dapat mengukur tegangan (*volt*), arus (*ampere*), daya aktif (*watt*), frekuensi (*Hz*), faktor daya (*power factor*), dan konsumsi energi (*kWh*). Kemampuan dari sensor ini dapat menyediakan data secara *real-time* sehingga dapat dijadikan alat pemantauan energi, terutama dalam sistem berbasis *Internet of things* (IoT).

Pada PZEM-004T terdapat berbagai fitur seperti pengukuran tegangan antara 80-260V AC, arus hingga 100A dengan menggunakan sensor arus tambahan (*current transformer*), serta komunikasi serial TTL

yang memudahkan mengintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32.

Pengukuran arus pada modul ini dilakukan melalui transformator arus (CT) yang memberikan isolasi dari kabel listrik utama. Modul ini juga memiliki memori untuk menyimpan data konsumsi energi meskipun perangkat sudah dimatikan.

Sensor PZEM-004T sering digunakan untuk memantau konsumsi listrik pada perangkat elektronik, mengelola daya dalam sistem monitoring listrik di rumah, ataupun mengawasi kinerja panel surya. Dengan ukurannya yang kecil, harga terjangkau, dan kemampuan pengukuran yang akurat PZEM-004T menjadi alasan mengapa penelitian ini menggunakan sensor ini.

6. Piezoelectric Buzzer



Gambar 2. 4 Piezoelectric Buzzer

Piezoelectric buzzer adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara melalui efek *piezoelektrik*. Efek ini terjadi ketika bahan *piezoelektrik*, seperti kristal kuarsa atau keramik *piezoelektrik*, diberi tegangan listrik, sehingga menyebabkan material tersebut bergetar dan menghasilkan gelombang suara.

Dalam sistem monitoring arus listrik berbasis IoT, *piezoelectric buzzer* berfungsi sebagai alarm peringatan ketika daya yang digunakan berlebih ataupun biaya yang membengkak. Dengan integrasi antara sensor arus listrik, mikrokontroler, dan *piezoelectric buzzer*, sistem dapat memberikan peringatan secara *real-time* kepada pengguna.

7. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan salah satu alat ukur akurasi yang paling sering digunakan untuk menilai akurasi prediksi suatu model.

Dilansir dari (Nabillah & Ranggadara, 2020) MAPE adalah nilai rata – rata perbedaan absolut yang

ada diantara nilai dari prediksi dan nilai realisasi yang disebutkan sebagai hasil persenan dari nilai realisasi.

Penggunaan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dapat melihat tingkat akurasi terhadap angka peramalan dan angka realisasi.

MAPE menyajikan rata-rata kesalahan prediksi dalam bentuk persentase, mirip dengan *Mean Absolute Error* (MAE) namun dalam skala relatif. Alat ukur akurasi ini menunjukkan seberapa besar deviasi rata-rata antara hasil prediksi dan nilai aktual. Selain mengetahui cara menghitung MAPE, penting juga untuk memahami manfaat serta keterbatasannya, terutama ketika diterapkan dalam lingkungan produksi.

8. Blynk



Gambar 2. 5 Blynk

Blynk adalah platform untuk IOS atau ANDROID yang digunakan untuk mengendalikan modul arduino,

Raspberry Pi, Wemos dan module sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan bagi orang yang masih awam. Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya. Cara membuat proyek di aplikasi ini sangat gampang, tidak sampai 5 menit yaitu dengan cara *drag and drop*. Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan IOT (*Internet of things*).

9. Arduino Ide



Gambar 2. 6 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak (*Integrated Development Environment*) yang dirancang untuk mempermudah dalam memprogram papan mikrokontroler Arduino. IDE ini memungkinkan pengguna menulis, mengedit, mengompilasi, dan

mengunggah kode ke papan Arduino melalui antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna. Dengan dukungan bahasa pemrograman berbasis C/C++, Arduino IDE menjadi alat yang sangat populer dalam pengembangan proyek elektronik, baik oleh pemula maupun pengembang berpengalaman.

Arduino IDE dilengkapi dengan fitur utama seperti editor kode, pustaka bawaan, dan alat kompilasi. Pustaka ini membantu pengguna mengakses fungsi papan Arduino, seperti mengontrol pin digital dan analog, komunikasi serial, dan interaksi dengan sensor atau perangkat lain. Selain itu, Arduino IDE mendukung berbagai jenis papan, termasuk Arduino Uno, Mega, Nano, serta papan kompatibel lainnya seperti ESP8266 dan ESP32. Kompilasi kode dilakukan dengan cepat, dan hasilnya dapat langsung diunggah ke papan melalui koneksi USB.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini membutuhkan rujukan sebagai informasi lain guna mendukung penelitian serta memperoleh perbandingan antara metode dari yang sudah ada sebelumnya untuk mendapatkan keterbaruan dari metode yang sudah

digunakan, beberapa penelitian yang sudah dilakukan yang relevan dengan penelitian ini adalah :

Tabel 2. 1 Kajian penelitian yang relevan

NO	Judul	Metode	Hasil
1	<i>IoT-Based Alternating Current Electrical Parameters Monitoring System</i> (Varela-Aldás et al., 2022)	Prototyping	Hasil pembacaan yang dibandingkan dengan Gen 2 Vue Energy Monitor, memperoleh kesalahan relatif yang tidak melebihi 3% dalam daya aktif dan 2% dalam daya aktif.
			Web dan aplikasi mobile hanya menampilkan data dan tidak memiliki fitur analisis lanjutan seperti biaya ataupun notifikasi Ketika daya berlebih
2	Sistem Monitoring Daya Listrik dan Pengontrolan Perangkat Elektronik Berbasis IoT	Prototyping	Dapat melakukan pengukuran tegangan, arus, daya listrik, dan biaya listrik menggunakan perangkat elektronik seperti NodeMC, sensor arus PZEM-004T, dan aplikasi Blynk
			Tidak menampilkan biaya yang dikeluarkan

	(Widiasari et al., 2020)		
3	Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan <i>Firebase</i> Dan Aplikasi Android (James William Jokanan et al., 2022)	Prototyping	Alat monitoring ini dapat mengirimkan data secara realtime dan dapat dipantau melalui aplikasi MDL secara online dengan rata-rata <i>error</i> tegangan 0,35%, arus 6,7%, daya 6,6%. Tidak terdapat grafik penggunaan pada <i>user interface</i>
4	Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis	Prototyping	Sensor PZEM-004T yang digunakan untuk melakukan monitoring konsumsi daya listrik mempunyai nilai akurasi yang tinggi dengan persentase $\pm 6\%$.

	Android (Kurniawan et al., 2022)		Persentase kesalahan daya lebih dari 5% disebabkan tingkat ketelitian alat ukur yang lebih rendah dibandingkan sensor PZEM-004T.
5	Monitoring Daya Listrik Secara <i>Real Time</i> (Deni Adi Putra & Riki Mukhaiyar, 2020)	<i>reverse engineer ing</i>	Pembacaan penggunaan daya listrik yang telah digunakan oleh sebuah perangkat elektronik didapatkan yaitu mengetahui besar arus yang mengalir padan perangkat elektronik serta mengetahui tegangan yang dipakai selama alat tersebut hidup. Sensor ACS712 masih belum stabil dalam kinerjanya

Dari penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa sudah banyak yang membuat prototype alat monitoring arus listrik menggunakan aplikasi Blynk. Beberapa penelitian diatas juga menggunakan sensor PZEM-004t guna membaca arus listrik. 4 dari 5 penelitian terdahulu menggunakan sensor PZEM-004t dan hanya 1 penelitian yang menggunakan sensor arus ACS712.

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan sensor PZEM-004. Hal ini dikarenakan penulis membutuhkan sensor pengukuran arus AC yang akurat dan langsung mendapatkan data digital seperti tegangan , arus, daya, dan energi Listrik serta cukup andal untuk digunakan untuk monitoring daya listrik dan industri kecil. Karena dari penelitian sebelumnya oleh Deni Adi dan Riki Mukhiyar, untuk sensor ACS712 masih belum stabil kinerjanya. Adapun Model PZEM-004t yang digunakan yakni PZEM-004t Open-close CT (SCT). Kelebihan dari SCT ini yakni tidak perlu mengupas kabel untuk dapat mengukur arus dan tegangan pada kabel sehingga meminimalisir terjadinya konsleting arus listrik.

Dari Penelitian terdahulu yang ada, terdapat 3 jurnal yang sudah menggunakan aplikasi Blynk sebagai *user interfacenya*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis menambahkan fitur biaya serta notifikasi peringatan yang akan muncul pada aplikasi Blynk. Peneliti menambahkan fitur biaya yakni untuk mengetahui pengeluaran dari energi listrik yang sudah digunakan sehingga tidak perlu lagi khawatir dengan pembayaran Listrik yang tidak sesuai dengan penggunaan (Sandiari et al., 2024). Penulis juga menambah fitur notifikasi peringatan pada sistem Blynk dan juga pada

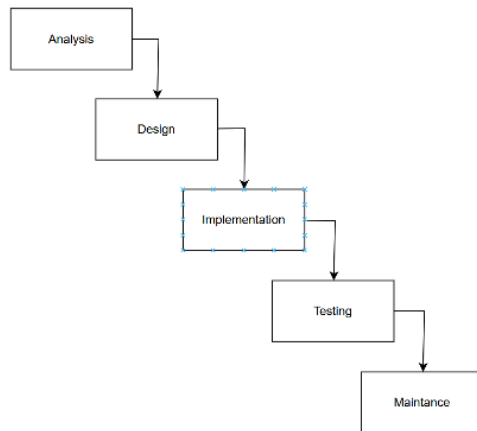
rangkaian sehingga ketika daya melebihi batas maka akan muncul notifikasi di Blynk dan bunyi di perangkat. Tujuan dari notifikasi peringatan ini adalah untuk memberitahu pengguna agar dapat mengelola penggunaan listrik. Terdapat pula fitur kurva analisis dari penggunaan listrik yang terjadi antara lain dari biaya, tegangan, arus, daya, serta konsumsi daya yang digunakan.

Untuk menentukan kelayakan prototype sistem yang dibuat, pada penelitian kali ini akan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk menghitung nilai kelayakan perbedaan absolut yang ada diantara nilai dari prediksi dan nilai realisasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan gambaran dari langkah-langkah secara sistematis yang digunakan peneliti untuk memecahkan permasalahan yang diangkat, sehingga metode penelitian ini mempunyai peranan penting dalam penelitian tugas akhir.



Gambar 3. 1 Metode Waterfall

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yakni menggunakan metode *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak yang bersifat linear dan sekuensial, dengan setiap tahapan harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya (Larman & Basili, 2003). Berikut merupakan metode *waterfall*:

A. Analysis

Setelah melakukan berbagai tinjauan dan observasi untuk menentukan fitur serta fungsi yang nantinya akan diintegrasikan ke sistem monitoring arus listrik berbasis Blynk, diperoleh hasil berikut ini :

1. Kebutuhan

- a) Sensor PZEM-004t untuk membaca arus listrik
- b) Node MCU Esp8266 sebagai kontroler yang mengolah data sensor dan *output* serta menyambungkannya ke wifi
- c) Oled LCD untuk menampilkan *output*
- d) Blink untuk menampilkan hasil *output* yang sudah tersambung menggunakan ESP8266
- e) Stopkontak untuk diukur arusnya
- f) Multitester Deli DL334203 untuk membandingkan hasil pengukuran arus dan tegangan dengan prototype alat monitoring Listrik
- g) *Power Meter* Taffware KWE-PM01 untuk untuk membandingkan hasil pengukuran daya dengan prototype alat monitoring listrik

- h) *Piezoelectric Buzzer* untuk mengeluarkan bunyi peringatan pada prototype alat monitoring listrik
- i) *Smartphone* untuk menggunakan aplikasi Blynk

2. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

- a) Node MCU ESP 8266
- b) Sensor PZEM-004t SCT
- c) Kabel
- d) Stopkontak
- e) Oled LCD
- f) Adapter
- g) *Smartphone*
- h) *Piezoelectric Buzzer*

3. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

- a) Arduino IDE
- b) Blynk
- c) Fritzing

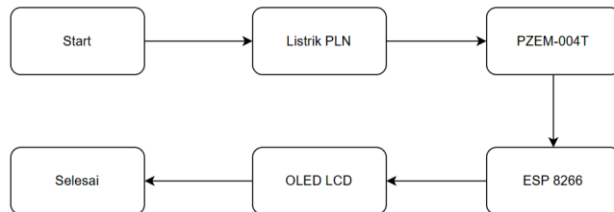
B. Design

Dalam merancang sebuah sistem atau membuat alat diperlukan sebuah diagram alir atau yang dikenal dengan *flowchart*, yang mana tujuan *flowchart* ini adalah untuk mengetahui alur sistem yang akan dibuat nanti nya dan

mengetahui apa saja komponen yang diperlukan untuk merancang alat tersebut (Zainal et al., 2024).

1. Blok Diagram

Diagram Skematik adalah gambar yang mempresentasikan komponen dari sebuah proses, perangkat, maupun objek lain menggunakan simbol-simbol abstrak yang sering kali bersifat standar dan garis-garis. (Sandiari et al., 2024). Diagram ini hanya menggambarkan komponen-komponen yang digunakan dalam suatu sistem seperti Mcu Esp 8266, sensor PZEM-004t, dan Oled LCD.

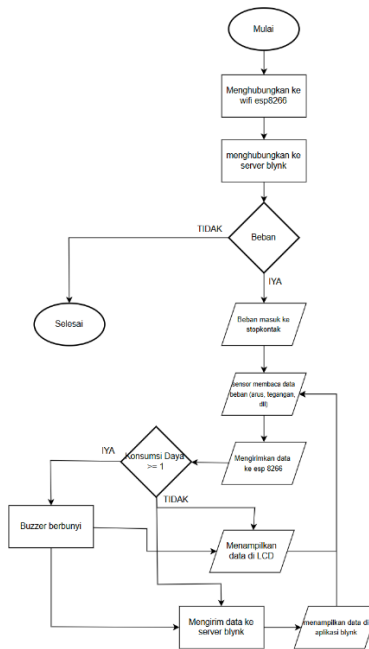


Gambar 3. 2 Diagram Blok

2. Flowchart

Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan atau langkah-langkah dari suatu program dan hubungan antar proses beserta pernyataannya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol.

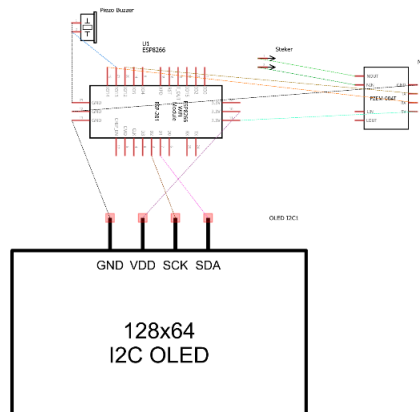
Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. (Johan Reza Fauzi, 2020)



Gambar 3.3 Flowchart Rancangan Sistem Monitoring

Flowchart diatas berisi penjelasan bagan alur bagaimana proses yang terjadi pada sistem monitoring arus listrik ini. Dapat dilihat bahwa ketika sensor membaca arus, tegangan, daya, dan energi dari listrik maka selanjutnya akan ditampilkan di Oled LCD dan kemudian dikirim ke server Blynk untuk ditampilkan di aplikasi Blynk oleh Esp 8266.

3. Diagram Schematic



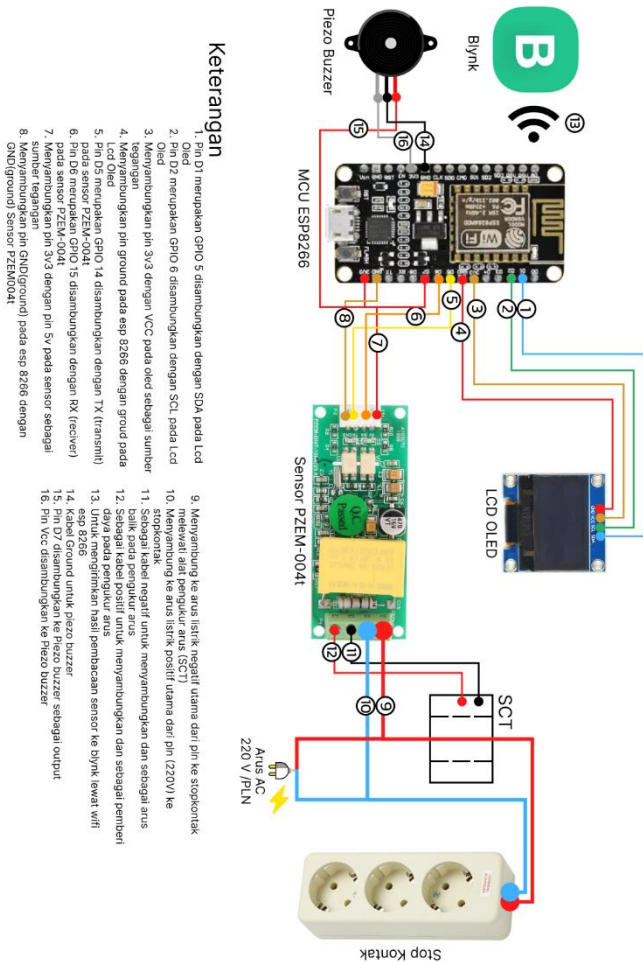
Gambar 3. 4 Diagram Schematic

Diagram *Schematic* adalah sirkuit dua dimensi dasar yang berfungsi untuk menunjukkan fungsionalitas dan konektivitas antar berbagai komponen listrik (Milan Yogengrappa, 2021). Diagram *schematic* digunakan untuk merepresentasikan kabel dan simbol digunakan untuk merepresentasikan komponen. Diagram ini hanya berisi garis dan simbol.

4. Desain Sistem *Hardware*

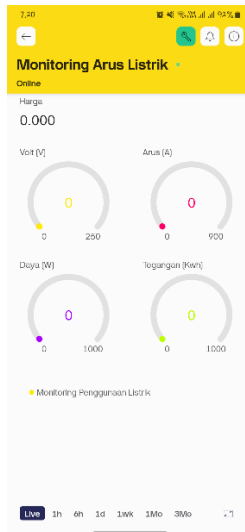
Pada proses desain, penulis membuat desain prototype sistem monitoring arus listrik. Monitoring arus diharapkan dapat memantau penggunaan dan

pengeluaran listrik bulanan sehingga lebih efisien dan tepat dalam penghitungan.



Gambar 3. 5 Desain Hardware Sistem Monitoring Listrik

5. Desain Blynk



Gambar 3. 6 Desain Blynk

Desain Blynk ini memiliki berbagai fitur di antaranya monitoring tegangan listrik (*voltage*), arus, daya, tegangan, serta dapat menampilkan total biaya yg harus dibayarkan dari penggunaan listrik. Pada sistem Blynk ini juga akan menampilkan notifikasi peringatan ketika biaya listrik terlalu tinggi serta ketika daya yang digunakan terlalu tinggi.

C. Implementation

Dalam tahap ini merupakan pengaplikasian dari semua yang telah direncanakan dan dirancang sebelumnya. Pada

tahapan ini akan terlihat pengembangan yang akan dibuat apakah dapat berjalan dengan baik. Implementasi yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat dapat digunakan dan memperoleh hasil ataupun performa yang baik sehingga dapat membantu pengguna (*user*) dalam memonitoring arus listrik dari jarak jauh. Tahapan implementasi pada penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak Arduino Ide dan Blynk.

D. Testing

Pada tahapan ini akan dilakukan uji hasil sistem. Uji sistem adalah rangkaian pengujian fungsional dan non-fungsional dilakukan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang telah ditetapkan (Erdani et al., 2024).



Gambar 3. 7 Multitester Deli DL334203

Uji sistem akan dilakukan melalui pengujian perbandingan yang akan dilakukan yakni menguji dengan cara

membandingkan hasil baca prototype alat monitoring arus listrik dengan multimeter Deli DL334203 untuk menguji tegangan dan arus serta *power meter* untuk menguji daya. Untuk pengujian akan menggunakan beberapa alat untuk pengujian diantaranya laptop, TV, kulkas, lampu, dan kipas angin. Pengujian yang akan dilakukan meliputi :

1. Pengujian Fungsional

Menguji apakah alat dapat berfungsi dengan sebagaimana rencana diawal yakni :

- a. Prototype alat monitoring dapat bekerja untuk mengukur tegangan, arus, dan daya
- b. Prototype alat monitoring dapat menunjukkan peringatan ketika konsumsi daya yang digunakan terlalu tinggi baik melalui bunyi di alat maupun notifikasi di Blynk
- c. Prototype alat monitoring dapat menampilkan biaya yang dikeluarkan dari penggunaan listrik

2. Pengujian Akurasi Pengukuran

Tujuan dari pengujian ini adalah memastikan bahwa alat dapat mengukur parameter listrik tegangan dan arus dengan akurat. (Wiesesha & Ridhoi, 2023). Metode yang digunakan dalam pengujian ini yakni

dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan multimeter Deli DL334203 berupa tegangan dan arus dari beban yang akan diukur, setelah diketahui datanya maka akan dihitung dengan cara membagi menjadi nilai rata-rata. Selanjutnya pengujian perbandingan alat dengan multimeter akan dilakukan dengan menghitung simpangan *error* dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Hasil Alat Tegangan/Arus} - \text{Hasil ukur referensi}}{\text{Hasil ukur referensi}} \times 100\%$$

(Murdiyat et al., 2021)

3. Pengujian Respon Waktu

Tujuan dari pengujian ini yakni memastikan data dapat dikirim secara *real-time* oleh sensor dalam waktu yang diharapkan. Metode pengujian yang dilakukan yakni dengan mengukur waktu yang diperlukan oleh alat untuk mendeteksi perubahan parameter listrik (Fattah et al., 2024). Metode yang digunakan adalah dengan melihat respon sensor melalui serial monitor di Arduino ide. Setelah memperoleh sampel 25 data respon akan di hitung menggunakan rumus rata-rata yakni :

$$\text{Mean} = \frac{\sum x}{n}$$

(Gupta, 2011)

Mean = nilai rata-rata

Σ = jumlah semua nilai dalam sampel

n = jumlah nilai dalam sampel

4. Pengujian Konsumsi Daya



Gambar 3.8 Power Meter

Tujuan dari pengujian konsumsi daya ini adalah memastikan bahwa prototype alat monitoring arus listrik tidak menjadi beban listrik yang signifikan. Pengujian dilakukan dengan cara menguji konsumsi daya alat saat beroperasi dan juga daya yang digunakan oleh beban saat digunakan. Alat yang digunakan untuk mengukur konsumsi daya dari prototype alat monitoring adalah menggunakan *power meter* Taffware KWE-PM01.

Pengujian perbandingan konsumsi daya Listrik antara sistem monitoring dengan alat ukur (*power meter*) akan dilakukan menggunakan rumus simpangan (*error*) dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Hasil Alat Konsumsi daya} - \text{Hasil ukur referensi}}{\text{Hasil ukur referensi}} \times 100\%$$

(Murdiyat et al., 2021)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah pengukuran statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. *MAPE* digunakan untuk menghitung persentase kesalahan rata-rata secara mutlak (absolut). Metode *MAPE* dapat dihitung menggunakan rumus :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\text{Alat} - \text{Alat ukur}}{\text{Alat ukur}} \right| \times 100\%$$

(Seno & Kamila, 2022)

Semakin kecil nilai persentase kesalahan (*percentage error*) pada *MAPE* maka, semakin akurat hasil peramalan tersebut. Dari Tabel 1 dapat dilihat rentang nilai *MAPE*. Dikutip dari (Nurani et al., 2023) Nilai *MAPE* kurang dari 10% memiliki tingkat akurasi sangat baik. Nilai *MAPE* antara 10% sampai 20% memiliki tingkat akurasi baik. Nilai *MAPE* antara 20% sampai 50% memiliki tingkat akurasi cukup sedangkan nilai *MAPE* lebih dari 50% memiliki tingkat prediksi buruk .

Tabel 3. 1 Nilai Rentang MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
<10%	Sangat baik
10%-20%	Baik
20%-50%	Cukup
>50%	Buruk

E. Maintenance

Tahapan yang terakhir adalah pengoperasian dan perbaikan dari hasil penelitian. Setelah dilakukannya pengujian sistem, maka selanjutnya masuk pada tahap produk dan pemakaian perangkat oleh pengguna (*user*). Untuk proses pemeliharaan (*maintenance*), memungkinkan penulis untuk melakukan perbaikan terhadap kesalahan ataupun kekurangan yang ditemukan pada hasil penelitian setelah dilakukannya testing.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Setelah tahap analisis, di bab ini akan mengimplementasikan desain dari rangkaian yang sudah dibuat sebelumnya

Setelah merangkai semua komponen yang dibutuhkan maka selanjutnya adalah meletakkan alat kedalam wadah (box) yang bertujuan agar alat dapat terlindungi dari kerusakan dan juga menjadi hasil akhir dari pembuatan prototype alat monitoring daya listrik berbasis IoT menggunakan Blynk. Berikut merupakan hasil alat yang sudah diletakan di box, yang terdapat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. 1 Prototype alat monitoring daya listrik

Rangkaian telah selesai dan prototype alat monitoring daya listrik berbasis IoT dengan menggunakan Blynk dapat digunakan.

B. Testing

1. Pengujian Fungsional

Pengujian ini dilakukan untuk menguji bahwa alat sudah dapat digunakan atau belum. Sebelum dilakukannya pengujian yang lebih mendetail maka kesiapan fungsi dari alat harus di uji terlebih dahulu. Beberapa faktor sebuah alat dikatakan layak, akan diuji dan dibahas berikut:

a. Mampu mengukur tegangan, arus, dan daya

Prototype alat monitoring dapat digunakan untuk mengukur tegangan, arus dan daya serta menampilkannya di oled seperti terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Prototype alat monitoring diberi beban

Untuk kode dari pembacaan data dapat dilihat pada gambar 4.3.

```
void readSensorAndUpdate() {
    // Baca sensor
    Voltage = (pzem1.voltage());
    Voltage = zeroIfNan(Voltage);
    Current = (pzem1.current());
    Current = zeroIfNan(Current);
    Power = (pzem1.power());
    Power = zeroIfNan(Power);
    Energy = (pzem1.energy());
    Energy = zeroIfNan(Energy);
    cost = Energy * costPerKWh;
}
```

Gambar 4. 3 Kode pembacaan data

Kode di atas berfungsi untuk melakukan pembacaan tegangan, arus, daya, dan konsumsi daya dari sensor serta variabel untuk menghitung biaya.

```
void showNormalDisplay() {
    display.printf("\n");
    display.printf("\n");
    display.printf("Tegangan: %.2f V\n", Voltage);
    display.printf("Arus      : %.3f A\n", Current);
    display.printf("Daya       : %.2f W\n", Power);
    display.printf("Energy     : %.3f kWh\n", Energy);
    display.printf("Biaya      : %.0f Rp\n", cost);
}
```

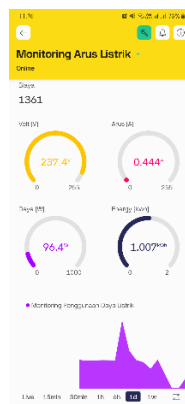
Gambar 4. 4 Kode menampilkan data di Oled

Pada gambar 4.4 merupakan kode untuk menampilkan data yang didapatkan yakni tegangan, arus, daya, konsumsi daya, serta biaya di layar Oled pada alat.

```
// Kirim ke Blynk
Blynk.virtualWrite(V1, Voltage);
Blynk.virtualWrite(V2, Current);
Blynk.virtualWrite(V3, Power);
Blynk.virtualWrite(V4, Energy);
Blynk.virtualWrite(V5, cost);
```

Gambar 4. 5 Kode untuk mengirimkan data ke Blynk

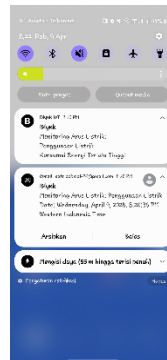
Gambar 4.5 merupakan kode untuk mengirimkan data pembacaan sebelumnya yakni tegangan, arus, daya, konsumsi daya, serta biaya ke server Blynk untuk ditampilkan di *dashboard* pada aplikasi Blynk.



Gambar 4. 6 Tampilan di Blynk

Pada gambar 4.6 merupakan tampilan dari dashboard monitoring daya listrik pada aplikasi Blynk yang menampilkan biaya, tegangan, arus, daya, konsumsi daya, dan kurva analisis pemakaian daya

b. Menunjukkan peringatan



Gambar 4. 7 Menampilkan peringatan di HP

Prototype alat monitoring menunjukkan peringatan seperti gambar nomor 4.4 dan 4,5 yakni ketika konsumsi daya yang digunakan melebihi 1 Kwh sehingga mengeluarkan peringatan berupa suara dan peringatan di layar OLED pada alat maupun *notifikasi* dari aplikasi Blynk di *Smartphone*.

```
// Notifikasi & buzzer
if (Energy > 1 && !showWarning) {
  Blynk.●logEvent("penggunaan_listrik", "Konsumsi Energi Terlalu Tinggi");
  Serial.println("Konsumsi Listrik melebihi 1 KWh !!!");
  showWarning = true;
  warningStartTime = millis();
}
```

Gambar 4. 8 Kode menampilkan peringatan di Blynk

Gambar 4.8 merupakan kode untuk menampilkan peringatan (*notifikasi*) ketika konsumsi daya melebihi 1 Kwh pada aplikasi Blynk

```

if (Energy > 1 && !buzzerActive) {
    tone(BUZZER_PIN, 1000);
    buzzerStartTime = millis();
    buzzerActive = true;
}

if (buzzerActive && millis() - buzzerStartTime >= 10000) {
    noTone(BUZZER_PIN);
    buzzerActive = false;
}

```

Gambar 4. 9 Kode untuk menyalakan buzzer

Kode 4.9 merupakan kode pengondisian untuk menyalakan buzzer selama 10 detik ketika konsumsi daya melebihi 1 Kwh

```

// OLED
display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);

if (showWarning && millis() - warningStartTime <= 10000) {
    display.println("!!! PERINGATAN !!!");
    display.println("Energi > 1 kWh");
} else {
    showWarning = false;
    showNormalDisplay();
    showTime();
}

display.display();

```

Gambar 4. 10 Kode menampilkan notifikasi di Oled

Gambar 4.10 merupakan kode untuk menampilkan peringatan di Oled bahwa konsumsi daya melebihi 1 Kwh selama 10 detik. Dan pada gambar 4.11 merupakan tampilan di Oled ketika konsumsi daya melebihi 1 Kwh.



Gambar 4. 11 Menampilkan peringatan di Layar Oled

c. Menampilkan biaya

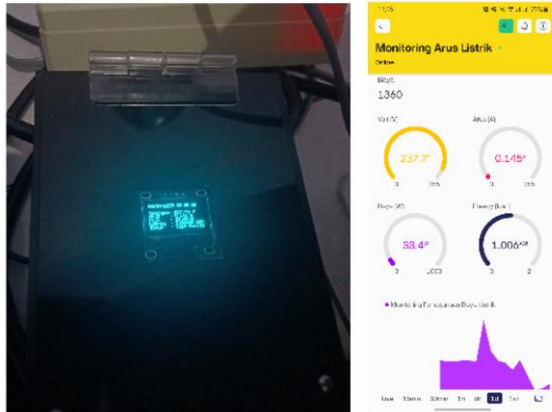
Pada gambar 4.12 merupakan kode variabel dari biaya yang nantinya akan dibuat perhitungan untuk dikalikan dengan konsumsi daya yang digunakan.

```
float costPerKWh = 1352;
float cost = 0;
```

Gambar 4. 12 Kode variabel biaya

Prototype alat monitoring dapat menampilkan biaya yang dikeluarkan dari penggunaan listrik

pengguna di layar Oled dan di Blynk seperti pada gambar 4.13



Gambar 4. 13 Menampilkan biaya

2. Pengujian Akurasi Pengukuran

Pada pengujian ini akan dilakukan pengukuran dengan total 5 tahap dengan tiap tahap 5 kali uji dengan waktu tiap uji yakni 2 menit untuk pengukuran tegangan dan arus. Selanjutnya setelah diperoleh data maka akan dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran tegangan dan ampere dari prototype alat monitoring daya listrik yang telah dibuat dengan multitester Deli DL334203. setelah diketahui hasilnya akan dihitung dengan menggunakan rumus rata-rata. Selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Hasil Alat Tegangan/Arus} - \text{Hasil ukur referensi}}{\text{Hasil ukur referensi}} \times 100\%$$

Alat yang akan diuji diantaranya laptop, TV, Kulkas, lampu, dan kipas angin.

a. Kipas angin

Objek pengujian yang pertama adalah Kipas angin yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Merk : Cosmos

Tipe : 12 DSE

Daya : 30 Watt

Tegangan : 220 Volt

Frekuensi : 50 Hz

Proses pengujian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 14 Pengujian tegangan kipas angin

Pengujian pertama yakni uji tegangan yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap

tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan

Tabel 4. 1 Pengujian tegangan kipas angin

Tahap	Waktu	Tegangan Alat (V)	Tegangan Multitester (V)
1	14.46.42	229,8	229,5
	14.48.49	231,1	230,6
	14.50.52	230,7	230,4
	14.52.53	230,2	229,9
	14.55.00	230,7	230,5
2	14.59.55	232,5	231,4
	15.02.11	231,6	231,2
	15.04.23	233,1	232,9
	15.06.42	233,8	233,6
	15.08.54	232,7	232,4
3	15.16.13	233,2	233,0
	15.18.39	233,2	232,7
	15.20.43	232,8	232,5
	15.23.07	232,9	232,6
	15.25.01	232,7	232,4
4	15.29.25	233,8	233,5
	15.31.29	232,3	231,9
	15.33.40	232,8	232,3

	15.35.41	233,9	233,7
	15.37.56	233,1	232,8
5	15.43.06	233,5	233,2
	15.45.23	234,3	234,2
	15.47.19	234,3	234,4
	15.49.30	233,8	233,6
	15.51.46	233,1	233,0

Tabel 4. 2 Nilai MAPE tegangan kipas angin

Tahap	Rata-rata tegangan alat (V)	Rata-rata tegangan multitester (V)	Nilai Error
1	230,5	230,1	0,17%
2	232,7	232,3	0,17%
3	232,9	232,6	0,13%
4	233,1	232,8	0,17%
5	233,8	233,6	0,08%
Nilai MAPE tegangan			0,144%

Pengujian selanjutnya yakni uji arus yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. 15 Pengujian arus kipas angin

Tabel 4. 3 Pengujian arus kipas angin

Tahap	Waktu	Arus Alat (A)	Arus Multitester (A)
1	12.07.58	0,148	0,147
	12.09.55	0,148	0,148
	12.11.59	0,149	0,147
	12.14.00	0,149	0,148
	12.16.03	0,148	0,147
2	12.18.07	0,148	0,146
	12.20.07	0,148	0,147
	12.22.31	0,147	0,148
	12.24.23	0,148	0,147
	12.26.17	0,146	0,146
3	12.28.17	0,147	0,147
	12.30.16	0,148	0,147
	12.32.27	0,147	0,146

	12.34.37	0,147	0,146
	12.36.38	0,146	0,145
4	12.38.40	0,147	0,146
	12.40.39	0,147	0,146
	12.42.43	0,148	0,148
	12.44.41	0,148	0,147
	12.46.42	0,148	0,147
5	12.48.55	0,148	0,147
	12.51.23	0,148	0,147
	12.53.03	0,147	0,147
	12.55.21	0,148	0,147
	12.57.25	0,147	0,146

Tabel 4. 4 Nilai MAPE arus kipas angin

Tahap	Rata-rata arus alat (A)	Rata-rata arus multitester (A)	Nilai Error
1	0,148	0,147	0,0001%
2	0,147	0,147	0%
3	0,147	0,146	0,0001%
4	0,148	0,147	0,0001%
5	0,148	0,147	0,0001%
Nilai MAPE arus			0,00008%

Setelah pengujian tegangan dan arus yang dilakukan dengan 5 tahap pengambilan data, diperoleh bahwa nilai

MAPE tegangan yakni 0,144% dan *MAPE* arus pada pengukuran kipas angin yakni 0,00008%

b. Lampu

Objek pengujian yang kedua adalah lampu yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Merk : Philips

Tipe : Essential

Daya : 23 Watt

Tegangan : 220-240 Volt

Frekuensi : 50-60 Hz

Proses pengujian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 16 Pengujian tegangan lampu

Pengujian dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji di tiap tahap intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan

Tabel 4. 5 Pengujian tegangan lampu

Tahap	Waktu	Tegangan Alat (V)	Tegangan Multitester (V)
1	11.39.54	239,1	238,6
	11.42.15	238,0	237,6
	11.44.09	237,8	237,8
	11.46.00	238,8	238,5
	11.48.04	239,2	238,7
2	11.52.09	240,3	240,1
	11.54.35	240,3	240,0
	11.56.39	240,4	240,3
	11.58.55	241,1	241,7
	12.00.11	241,7	241,2
3	12.06.13	241,2	241,0
	12.08.26	242,2	242,1
	12.10.27	241,7	241,5
	12.12.29	241,5	241,2
	12.14.32	241,9	241,5
4	12.18.03	241,6	241,1
	12.20.46	237,4	237,2
	12.22.23	237,2	237,1
	12.24.42	237,8	237,5
	12.26.41	238,8	238,5

5	12.30.37	237,8	237,7
	12.32.39	238,0	237,8
	12.34.49	237,6	237,2
	12.36.45	237,0	237,0
	12.38.40	236,9	236,7

Tabel 4. 6 Nilai MAPE tegangan lampu

Tahap	Rata-rata tegangan alat (V)	Rata-rata tegangan multitester (V)	Nilai Error
1	238,6	238,2	0,16%
2	240,8	240,7	0,04%
3	241,7	241,5	0,08%
4	238,6	238,3	0,12%
5	237,5	237,3	0,08%
Nilai MAPE tegangan			0,096%

Pengujian selanjutnya yakni uji arus yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. 17 Pengujian arus lampu

Tabel 4. 7 Pengujian arus lampu

Tahap	Waktu	Arus Alat (A)	Arus Multitester (A)
1	13.07.48	0,147	0,147
	13.09.42	0,147	0,147
	13.11.51	0,144	0,145
	13.13.55	0,142	0,143
	13.16.04	0,143	0,144
2	13.18.16	0,140	0,139
	13.20.21	0,139	0,137
	13.22.19	0,141	0,140
	13.24.24	0,142	0,140
	13.26.29	0,142	0,143
3	13.28.27	0,143	0,143
	13.30.24	0,145	0,146
	13.32.31	0,144	0,144

	13.34.31	0,144	0,144
	13.36.56	0,147	0,147
4	13.38.31	0,142	0,141
	13.40.29	0,144	0,143
	13.42.23	0,145	0,144
	13.44.34	0,147	0,148
	13.46.40	0,145	0,147
5	13.48.34	0,148	0,147
	13.50.36	0,146	0,146
	13.52.36	0,144	0,144
	13.54.37	0,144	0,144
	13.56.42	0,148	0,148

Tabel 4. 8 Nilai MAPE arus lampu

Tahap	Rata-rata arus alat (A)	Rata-rata arus multitester (A)	Nilai Error
1	0,145	0,145	0%
2	0,141	0,140	0,0001%
3	0,145	0,145	0%
4	0,145	0,145	0%
5	0,146	0,146	0%
Nilai <i>MAPE</i> arus			0,00002%

Setelah pengujian tegangan dan arus yang dilakukan dengan 5 tahap pengambilan data, diperoleh bahwa nilai

MAPE tegangan yakni 0,096% dan *MAPE error* arus pada pengukuran lampu yakni 0,00002%

c. Laptop

Objek pengujian yang ketiga adalah laptop dengan adapter yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Merk : ASUS

Tipe : Vivobook 14 S

Input : Tegangan : AC 100-240 Volt

Frekuensi : 50-60 Hz

Output : Tegangan Maks : 20,0 V

Arus Maks : 4,5 A

Daya Maks : 90 Watt

Proses pengujian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 18 Pengujian tegangan laptop

Pengujian dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji di tiap tahap intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan

Tabel 4. 9 Pengujian tegangan laptop

Tahap	Waktu	Tegangan Alat (V)	Tegangan Multitester (V)
1	20.48.45	237,4	237,2
	20.50.30	237,7	237,4
	20.52.28	237,4	237,1
	20.54.39	238,7	238,6
	20.57.16	239,0	238,6
2	21.02.47	238,4	237,3
	21.04.56	237,8	237,7
	21.07.52	237,6	237,1
	21.09.15	238,3	238,1
	21.11.35	237,7	237,6
3	21.20.37	237,6	237,3
	21.22.36	237,4	237,0
	21.24.27	237,5	237,0
	21.26.52	237,5	237,4
	21.28.58	238,4	238,0
4	21.34.59	238,7	238,4
	21.37.08	240,0	239,6
	21.39.30	239,9	239,5
	21.42.20	238,3	237,9
	21.44.36	234,8	234,4

5	21.50.26	236,4	236,2
	21.52.20	237,4	237,0
	21.54.34	236,6	236,2
	21.56.22	236,3	236,0
	21.59.15	236,3	235,8

Tabel 4. 10 Nilai MAPE tegangan laptop

Tahap	Rata-rata tegangan alat (V)	Rata-rata tegangan multitester (V)	Nilai Error
1	238,0	237,8	0,08%
2	237,9	237,5	0,17%
3	237,7	237,3	0,17%
4	238,3	238,0	0,13%
5	236,6	236,2	0,17%
Nilai MAPE tegangan			0,144%

Pengujian selanjutnya yakni uji arus yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. 19 Pengujian arus laptop

Tabel 4. 11 Pengujian arus laptop

Tahap	Waktu	Arus Alat (A)	Arus Multitester (A)
1	20.10.48	0,389	0,390
	20.12.37	0,386	0,383
	20.14.32	0,386	0,380
	20.16.43	0,368	0,368
	20.18.38	0,354	0,349
2	20.20.32	0,345	0,340
	20.22.45	0,329	0,325
	20.24.39	0,323	0,324
	20.26.46	0,294	0,297
	20.28.43	0,296	0,297
3	20.30.38	0,273	0,273
	20.32.39	0,274	0,274

	20.34.36	0,253	0,255
	20.36.36	0,261	0,261
	20.38.33	0,294	0,296
4	20.40.35	0,227	0,233
	20.42.35	0,218	0,221
	20.44.31	0,226	0,230
	20.46.29	0,221	0,221
	20.48.44	0,195	0,198
5	20.50.36	0,202	0,205
	20.53.10	0,182	0,187
	20.55.06	0,189	0,191
	20.57.23	0,171	0,171
	20.59.26	0,164	0,165

Tabel 4. 12 Nilai MAPE arus laptop

Tahap	Rata-rata arus alat (A)	Rata-rata arus multitester (A)	Nilai Error
1	0,377	0,374	0,0011%
2	0,317	0,317	0%
3	0,271	0,272	0,0003%
4	0,217	0,221	0,0009%
5	0,182	0,184	0,0004%
Nilai MAPE arus			0,00054%

Setelah pengujian tegangan dan arus yang dilakukan dengan 5 tahap pengambilan data, diperoleh bahwa nilai *MAPE* tegangan yakni 0,144% dan nilai *MAPE* arus pada pengukuran laptop yakni 0,00054%

d. TV

Objek pengujian yang keempat adalah TV dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merk : Polytron

Tipe : PLD 50BUG5959

Daya : 120 Watt

Tegangan : 220 Volt

Frekuensi : -

Proses pengujian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 20 Pengujian tegangan TV

Pengujian dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji di tiap tahap intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan

Tabel 4. 13 Pengujian tegangan TV

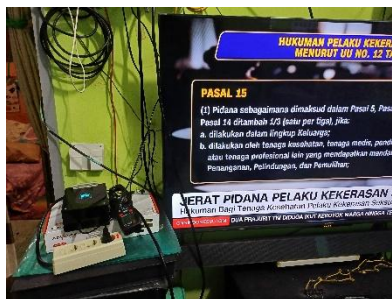
Tahap	Waktu	Tegangan Alat (V)	Tegangan Multitester (V)
1	19.57.57	201,5	201,2
	19.59.50	201,8	201,9
	20.01.54	201,8	201,8
	20.04.00	202,5	202,5
	20.05.59	201,7	201,8
2	20.08.00	201,4	201,2
	20.09.54	200,3	200,5
	20.12.05	202,5	202,6
	20.14.04	200,7	200,8
	20.15.59	201,6	201,9
3	20.17.58	203,6	203,8
	20.20.25	203,6	203,7
	20.22.19	203,5	203,6
	20.24.18	202,6	202,8
	20.26.32	203,2	203,9
4	20.28.30	204,0	203,9
	20.30.29	203,7	203,8
	20.32.24	203,9	204,0
	20.34.21	204,0	204,0
	20.36.50	203,9	203,8

5	20.38.51	201,6	201,6
	20.40.48	203,9	204,0
	20.43.05	203,6	203,7
	20.45.06	204,4	204,2
	20.47.24	204,6	204,9

Tabel 4. 14 Nilai MAPE tegangan TV

Tahap	Rata-rata tegangan alat (V)	Rata-rata tegangan multitester (V)	Nilai Error
1	201,86	201,84	0,009%
2	201,3	201,4	0,04%
3	203,3	203,56	0,001%
4	203,9	203,9	0%
5	203,62	203,68	0,003%
Nilai MAPE tegangan			0,0106%

Pengujian selanjutnya yakni uji arus yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. 21 Pengujian arus TV

Tabel 4. 15 Pengujian arus TV

Tahap	Waktu	Arus Alat (A)	Arus Multitester (A)
1	19.00.40	0,338	0,334
	19.02.41	0,320	0,314
	19.04.35	0,338	0,328
	19.06.38	0,329	0,323
	19.08.33	0,326	0,328
2	19.10.31	0,327	0,325
	19.12.26	0,320	0,316
	19.14.21	0,326	0,325
	19.16.22	0,329	0,330
	19.18.11	0,326	0,324
3	19.20.23	0,325	0,328
	19.22.17	0,323	0,323
	19.24.28	0,324	0,323

	19.26.26	0,324	0,322
	19.28.24	0,339	0,337
4	19.30.50	0,327	0,324
	19.32.45	0,328	0,325
	19.34.40	0,327	0,325
	19.36.47	0,330	0,328
	19.39.07	0,331	0,328
5	19.41.17	0,334	0,332
	19.43.26	0,331	0,332
	19.45.39	0,325	0,328
	19.47.42	0,328	0,326
	19.50.07	0,329	0,330

Tabel 4. 16 Nilai MAPE arus TV

Tahap	Rata-rata arus alat (A)	Rata-rata arus multitester (A)	Nilai Error
1	0,330	0,325	1,5%
2	0,325	0,324	0,3%
3	0,327	0,326	0,3%
4	0,328	0,326	0,6%
5	0,329	0,329	0%
Nilai MAPE arus			0,54%

Setelah pengujian tegangan dan arus yang dilakukan dengan 5 tahap pengambilan data, diperoleh

bahwa nilai *MAPE* tegangan yakni 0,0106% dan nilai *MAPE* arus pada pengukuran televisi yakni 0,54%

e. Kulkas

Objek pengujian yang kelima adalah kulkas dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merk : Samsung

Tipe : RA19FA

Arus : 0,40 Ampere

Daya : 75 Watt

Tegangan : 220 Volt

Frekuensi : 50 Hz

Proses pengujian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 22 Pengujian tegangan Kulkas

Pengujian dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji di tiap tahap intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan

Tabel 4. 17 Pengujian tegangan kulkas

Tahap	Waktu	Tegangan Alat (V)	Tegangan Multitester (V)
1	20.12.28	204,2	204,0
	20.14.25	204,1	203,9
	20.16.22	204,3	204,4
	20.18.16	204,6	204,7
	20.20.20	204,6	204,7
2	20.22.19	204,9	205,0
	20.24.38	204,7	204,7
	20.26.40	204,0	204,1
	20.28.43	205,2	205,3
	20.30.39	205,5	205,5
3	20.32.36	205,8	205,9
	20.34.44	205,9	206,0
	20.36.47	206,2	206,4
	20.39.03	206,2	206,3
	20.40.58	206,1	206,2
4	20.43.00	206,9	207,2
	20.44.57	206,7	206,8
	20.47.09	206,9	207,0
	20.49.29	205,4	205,5
	20.51.20	206,4	206,4

5	20.53.53	207,0	207,1
	20.55.55	206,8	206,8
	20.57.59	207,0	207,0
	20.59.57	207,1	207,2
	21.02.02	207,2	207,3

Tabel 4. 18 Nilai MAPE tegangan kulkas

Tahap	Rata-rata tegangan alat (A)	Rata-rata tegangan multitester (A)	Nilai Error
1	204,3	204,3	0%
2	204,8	204,9	0,04%
3	206,0	206,1	0,04%
4	206,4	206,5	0,04%
5	207,0	207,0	0%
Nilai MAPE tegangan			0,024%

Pengujian selanjutnya yakni uji arus yang akan dilakukan dalam 5 tahap dengan 5 kali uji, intensitas tiap tahap yakni 2 menit. Setelah dilakukan pengujian berikut merupakan hasil yang didapatkan.



Gambar 4. 23 Pengujian arus kulkas

Tabel 4. 19 Pengujian arus kulkas

Tahap	Waktu	Arus Alat (A)	Arus Multitester (A)
1	19.14.16	0,531	0,528
	19.16.12	0,527	0,524
	19.18.12	0,524	0,523
	19.20.21	0,521	0,519
	19.22.24	0,518	0,518
2	19.24.28	0,515	0,514
	19.26.23	0,513	0,513
	19.28.22	0,513	0,510
	19.30.17	0,510	0,509
	19.32.29	0,509	0,510
3	19.34.42	0,507	0,507
	19.36.37	0,506	0,506
	19.38.37	0,506	0,506

	19.40.42	0,506	0,507
	19.42.45	0,509	0,508
4	19.44.57	0,508	0,507
	19.47.17	0,507	0,506
	19.49.14	0,508	0,507
	19.51.09	0,507	0,506
	19.53.07	0,506	0,505
5	19.55.04	0,507	0,505
	19.57.15	0,505	0,502
	19.59.16	0,503	0,502
	20.01.23	0,502	0,502
	20.03.21	0,502	0,501

Tabel 4. 20 Nilai MAPE arus kulkas

Tahap	Rata-rata arus alat (A)	Rata-rata arus multitester (A)	Nilai Error
1	0,524	0,522	0,38%
2	0,512	0,511	0,19%
3	0,506	0,506	0%
4	0,507	0,506	0,19%
5	0,503	0,502	0,19%
Nilai MAPE arus			0,19%

Setelah pengujian tegangan dan arus yang dilakukan dengan 5 tahap pengambilan data, diperoleh

bahwa nilai *MAPE* tegangan yakni 0,024% dan nilai *MAPE* arus pada pengukuran kulkas yakni 0,19%

3. Pengujian Respon Waktu

Tabel 4. 21 Pengujian respon waktu

No	Waktu	V	A	W	Kwh	Respon /ms
1	14.50.01.322	236,4	0,415	89,40	0,043	-
2	14.50.02.336	236,4	0,412	88,60	0,043	1014
3	14.50.03.334	236,3	0,410	88,30	0,043	998
4	14.50.04.339	236,3	0,417	89,80	0,043	1005
5	14.50.05.324	236,3	0,413	88,90	0,043	985
6	14.50.06.313	236,3	0,413	88,90	0,043	989
7	14.50.07.339	236,3	0,411	88,40	0,043	1026
8	14.50.08.341	236,4	0,411	88,50	0,043	1002
9	14.50.09.346	236,5	0,411	88,50	0,043	1005
10	14.50.10.325	236,7	0,410	88,40	0,043	979
11	14.50.11.342	236,7	0,410	88,40	0,043	1017
12	14.50.12.323	236,6	0,410	88,30	0,043	981
13	14.50.13.335	236,6	0,409	88,00	0,043	1012
14	14.50.14.323	236,6	0,411	88,40	0,043	988
15	14.50.15.528	236,6	0,411	88,40	0,043	677
16	14.50.16.338	236,6	0,417	89,80	0,043	1338
17	14.50.17.323	236,5	0,436	94,10	0,043	985
18	14.50.18.310	236,6	0,427	92,20	0,043	987

19	14.50.19.321	236,6	0,427	92,20	0,043	1011
20	14.50.20.341	236,6	0,427	92,10	0,043	1020
21	14.50.21.343	236,5	0,425	91,60	0,043	1002
22	14.50.22.341	236,6	0,427	92,10	0,043	998
23	14.50.23.310	236,5	0,446	96,60	0,043	969
24	14.50.24.310	236,5	0,446	96,60	0,043	1000
25	14.50.25.322	236,5	0,424	91,50	0,043	1012
Rata-rata respon						1000

Dari pengujian dilakukan dengan menggunakan beban yakni charger laptop, hp, dan kipas angin di waktu yang bersamaan. semua beban terhubung dengan sensor alat yakni PZEM 004t dengan kecepatan respon yang diharapkan berkisar 1 – 2 detik. Semua respon tercatat memenuhi harapan, dengan waktu respon dibawah 2 detik. Respon tercepat yakni 677 ms dan terlama yakni 1338 ms dengan rata-rata respon 1000 ms atau 1 detik.

4. Pengujian Konsumsi Daya

Pengujian ini untuk menilai seberapa efektif pengukuran yang dilakukan oleh prototype alat monitoring. pengujian dilakukan dalam 5 tahap dengan durasi setiap tahap yakni 15 menit. Setelah didapat data konsumsi daya yang digunakan, kemudian akan dilakukan uji untuk membandingkan antara prototype alat monitoring arus listrik dengan *power meter* Taffware

KWE-PM01 (Fadlurrohman Agil, 2023). Setelah diketahui hasil penggunaan konsumsi daya, kemudian dilakukan uji untuk membandingkan antara hasil pengukuran daya dari prototype alat monitoring dengan *power meter* Taffware KWE-PM01 dengan menggunakan rumus simpangan, yakni:

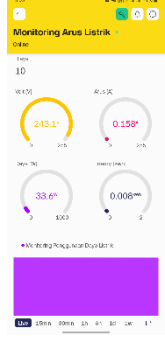
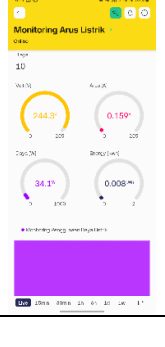
$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Hasil Alat Konsumsi daya} - \text{Hasil ukur referensi}}{\text{Hasil ukur referensi}} \times 100\%$$

- a. Kipas Angin



Gambar 4. 24 Pengujian daya kipas angin

Tabel 4. 22 Pengujian konsumsi daya kipas angin

Tahap	Alat	Alat referensi
1		
2		
3		

4		
5		

Tabel 4. 23 konsumsi daya kipas angin

Tahap	Waktu	Kwh	Harga
1	17.21.00	0,002	2
	17.26.00	0,005	6
	17.31.00	0,008	10
2	17.43.00	0,002	2
	17.48.00	0,005	6
	17.53.00	0,008	10
3	18.11.00	0,002	2

	18.16.00	0,005	6
	18.21.00	0,008	10
4	18.28.00	0,002	2
	18.33.00	0,005	6
	18.38.00	0,008	10
5	18.44.00	0,002	2
	18.49.00	0,005	6
	18.54.00	0,008	10

Setelah dilakukannya testing dan mendapatkan data daya yang dikonsumsi, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *MAPE* dari data konsumsi daya yang telah diperoleh

Tabel 4. 24 Nilai MAPE konsumsi daya kipas angin

Tahap	Kwh Alat	Kwh Pembanding	Nilai <i>error</i>
1	0,008	0,008	0%
2	0,008	0,008	0%
3	0,008	0,008	0%
4	0,008	0,008	0%
5	0,008	0,008	0%
Nilai <i>MAPE</i> konsumsi daya			0%

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian alat menggunakan kulkas mendapatkan nilai *MAPE* sebesar 0%.

b. Lampu

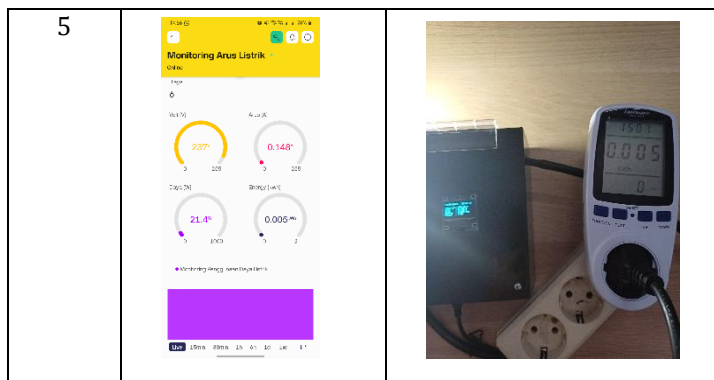


Gambar 4. 25 Pengujian daya lampu

Tabel 4. 25 Pengujian konsumsi daya lampu

Tahap	Alat	Alat referensi
1	The screenshot shows the 'Monitoring Arus Listrik' app interface. It displays several gauges for electrical parameters: Voltage (237.6V), Current (0.149A), Power (21.4W), and Power Factor (0.005). The app also shows a bar chart at the bottom.	A photograph of a digital multimeter connected to a power outlet. The multimeter display shows a reading of 150.1, likely representing voltage.

2	 The screenshot shows the 'Monitoring Arus Listrik' app interface. It displays four circular gauges: Voltage (V) at 237.6V, Current (A) at 0.147A, Power (W) at 21.2W, and Power Factor (PF) at 0.005. Below the gauges is a purple bar chart showing power consumption over time. The status bar at the top indicates 100% battery and a signal strength icon.	 A photograph showing a digital multimeter connected to a power outlet. The multimeter's display shows a reading of 150.7, with 0.005 and 0 displayed below it. A black power cord is plugged into the outlet.
3	 The screenshot shows the 'Monitoring Arus Listrik' app interface. It displays four circular gauges: Voltage (V) at 238.5V, Current (A) at 0.149A, Power (W) at 21.6W, and Power Factor (PF) at 0.005. Below the gauges is a purple bar chart showing power consumption over time. The status bar at the top indicates 100% battery and a signal strength icon.	 A photograph showing a digital multimeter connected to a power outlet. The multimeter's display shows a reading of 150.7, with 0.005 and 0 displayed below it. A black power cord is plugged into the outlet.
4	 The screenshot shows the 'Monitoring Arus Listrik' app interface. It displays four circular gauges: Voltage (V) at 237.5V, Current (A) at 0.149A, Power (W) at 21.5W, and Power Factor (PF) at 0.005. Below the gauges is a purple bar chart showing power consumption over time. The status bar at the top indicates 100% battery and a signal strength icon.	 A photograph showing a digital multimeter connected to a power outlet. The multimeter's display shows a reading of 150.7, with 0.005 and 0 displayed below it. A black power cord is plugged into the outlet.



Tabel 4. 26 Konsumsi daya lampu

Tahap	Waktu	Kwh	Harga
1	11.39.00	1	0,001
	11.44.00	4	0,003
	11.49.00	6	0,005
2	11.56.00	1	0,001
	12.01.00	4	0,003
	12.06.00	6	0,005
3	12.13.00	1	0,001
	12.18.00	4	0,003
	12.23.00	6	0,005
4	12.29.00	1	0,001
	12.34.00	4	0,003
	12.39.00	6	0,005
5	12.46.00	1	0,001
	12.51.00	4	0,003

	12.56.00	6	0,005
--	----------	---	-------

Setelah dilakukannya testing dan mendapatkan data daya yang dikonsumsi, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *MAPE*

Tabel 4. 27 Nilai MAPE konsumsi daya lampu

Tahap	Kwh Alat	Kwh Pembanding	Nilai <i>error</i>
1	0,005	0,005	0%
2	0,005	0,005	0%
3	0,005	0,005	0%
4	0,005	0,005	0%
5	0,005	0,005	0%
Nilai <i>MAPE</i> konsumsi daya			0%

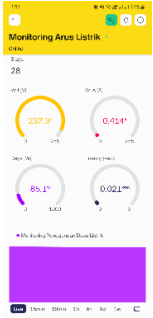
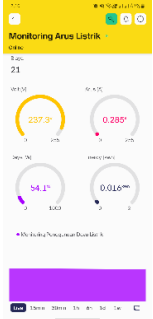
Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian alat menggunakan kulkas mendapatkan nilai *MAPE* sebesar 0%

c. Laptop



Gambar 4. 26 Pengujian daya laptop

Tabel 4. 28 Pengujian konsumsi daya laptop

Tahap	Alat	Alat referensi
1		
2		
3		

4		
5		

Tabel 4. 29 Konsumsi daya laptop

Tahap	Waktu	Kwh	Harga
1	13.43.00	0,007	9
	13.48.00	0,014	18
	13.53.00	0,021	28
2	14.00.00	0,006	8
	14.05.00	0,011	14
	14.10.00	0,016	21
3	14.22.00	0,004	5

	14.27.00	0,009	12
	14.32.00	0,013	17
4	14.40.00	0,003	4
	14.45.00	0,006	8
	14.50.00	0,009	12
5	15.07.00	0,002	2
	15.12.00	0,005	6
	15.17.00	0,007	9

Setelah dilakukannya testing dan mendapatkan data daya yang dikonsumsi, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *MAPE* dari data konsumsi daya yang telah diperoleh

Tabel 4. 30 Nilai MAPE konsumsi daya laptop

Tahap	Kwh Alat	Kwh Pembanding	Nilai error
1	0,021	0,021	0%
2	0,016	0,016	0%
3	0,013	0,012	8,3%
4	0,009	0,008	12,5%
5	0,007	0,007	0%
Nilai <i>MAPE</i> konsumsi daya			4,16%

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian alat menggunakan kulkas mendapatkan nilai *MAPE* sebesar 4,16%.

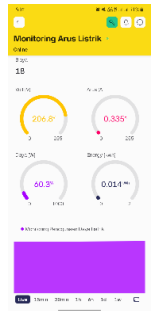
d. TV



Gambar 4. 27 Pengujian daya TV

Tabel 4. 31 Pengujian konsumsi daya TV

Tahap	Alat	Alat referensi
1		
2		

3		
4		
5		

Tabel 4. 32 Konsumsi daya TV

Tahap	Waktu	Kwh	Harga
1	09.03.00	0,004	5
	09.09.00	0,009	12
	09.13.00	0,014	18
2	09.20.00	0,004	5
	09.25.00	0,009	12
	09.30.00	0,014	18
3	09.42.00	0,004	5
	09.47.00	0,009	12
	09.52.00	0,014	18
4	09.58.00	0,004	5
	10.03.00	0,009	12
	10.08.00	0,014	18
5	10.15.00	0,004	5
	10.20.00	0,009	12
	10.25.00	0,014	18

Setelah dilakukannya testing dan mendapatkan data daya yang dikonsumsi, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *MAPE* dari data konsumsi daya yang telah diperoleh.

Tabel 4. 33 Nilai MAPE konsumsi daya TV

Tahap	Kwh Alat	Kwh Pembanding	Nilai <i>error</i>
1	0,014	0,014	0%
2	0,014	0,014	0%
3	0,014	0,014	0%
4	0,014	0,014	0%
5	0,014	0,014	0%
Nilai MAPE konsumsi daya			0%

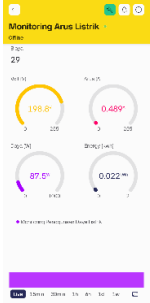
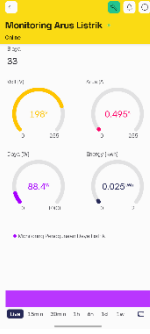
Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian alat menggunakan kulkas mendapatkan nilai *MAPE* sebesar 0%.

e. Kulkas



Gambar 4. 28 Pengujian daya kulkas

Tabel 4. 34 Pengujian konsumsi daya Kulkas

Tahap	Alat	Alat referensi
1		
2		
3		

4		
5		

Tabel 4. 35 Konsumsi daya kulkas

Tahap	Waktu	Kwh	Harga
1	17.31.00	0,008	10
	17.36.00	0,013	17
	17.41.00	0,022	29
2	17.53.00	0,007	9
	17.58.00	0,014	18
	18.04.00	0,022	29
3	18.15.00	0,010	13

	18.20.00	0,018	24
	18.25.00	0,025	33
4	18.30.00	0,003	4
	18.35.00	0,010	13
	18.45.00	0,025	33
5	18.55.00	0,010	13
	19.00.00	0,018	24
	19.05.00	0,026	35

Setelah dilakukannya testing dan mendapatkan data daya yang dikonsumsi, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *MAPE* dari data konsumsi daya yang telah diperoleh

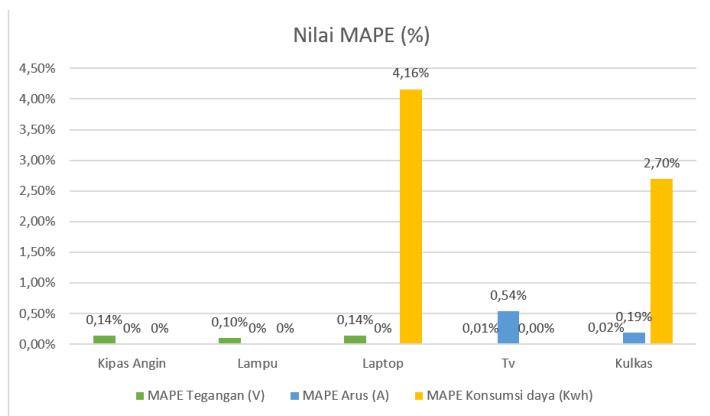
Tabel 4. 36 Nilai MAPE konsumsi daya kulkas

Tahap	Kwh Alat	Kwh Pembanding	Nilai <i>error</i>
1	0,022	0,022	0%
2	0,022	0,022	0%
3	0,025	0,024	4,16%
4	0,025	0,025	0%
5	0,026	0,025	4%
Nilai <i>MAPE</i> konsumsi daya			2,7%

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian alat menggunakan kulkas mendapatkan nilai *MAPE* sebesar 2,7%.

5. Hasil Pengujian

Setelah dilakukannya testing pembacaan tegangan, arus, dan konsumsi daya serta dilakukan perhitungan perbandingan antara prototype alat monitoring dengan alat pembanding maka menghasilkan data seperti pada gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Grafik Nilai MAPE

Didasarkan dari perhitungan diatas, dengan nilai *MAPE* tegangan tertinggi yakni 0,14%, nilai *MAPE* arus tertinggi yakni 0,54% dan nilai rata-rata *MAPE* konsumsi daya tertinggi yakni 4,16%. Keseluruhan nilai dari *MAPE* baik tegangan, arus, dan konsumsi daya berada dibawah 10%. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai akurasi

prototype alat monitoring daya berbasis IoT dengan menggunakan Blynk adalah sangat baik untuk digunakan.

C. Maintenance

Tahapan *maintenance* atau pemeliharaan merupakan langkah lanjutan setelah implementasi dan pengujian sistem selesai dilakukan. *Maintenance* bertujuan untuk memastikan sistem dapat terus berjalan dengan baik dalam jangka panjang dan siap untuk perbaikan apabila ditemukan kesalahan (*bugs*), ketidaksesuaian fungsionalitas, atau adanya kebutuhan penyesuaian lebih lanjut dari pengguna. Pemeliharaan dalam sistem monitoring daya listrik berbasis IoT ini meliputi :

1. Pemantauan performa sistem secara berkala, baik pada perangkat keras (ESP8266, sensor PZEM-004T, OLED, buzzer) maupun konektivitas jaringan dan platform Blynk.
2. Pengecekan koneksi kabel, sumber daya, dan kondisi wadah (*box*) perangkat secara berkala untuk menghindari kerusakan akibat lingkungan.
3. Penyesuaian parameter seperti biaya dan kompromi maksimal penggunaan daya agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa :

A. Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis IoT dengan Blynk, dapat dirangkum beberapa poin utama sebagai berikut:

1. Prototype sistem monitoring listrik telah berhasil dibuat dan dijalankan menggunakan ESP8266, sensor PZEM-004T, layar OLED, serta buzzer piezoelektrik sebagai komponen utamanya. Sistem mampu mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, serta dapat menghitung penggunaan energi dan memperkirakan biaya listrik secara real-time.
2. Aplikasi Blynk dimanfaatkan sebagai sarana pemantauan jarak jauh. Alat ini juga memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi listrik serta mendapatkan notifikasi jika daya yang digunakan melebihi batas. Pada sistem ini juga terdapat estimasi

biaya secara langsung yang bisa di akses melalui aplikasi Blynk di smartphone maupun website Blynk di perangkat lainnya.

3. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik, di mana rata-rata kesalahan pengukuran tegangan maksimal di 0,14% dan rata-rata kesalahan pengukuran arus maksimal di 0,54% jika dibandingkan dengan alat ukur standar seperti multitester. Untuk rata-rata pengukuran daya jika dibandingkan dengan power meter mendapatkan nilai maksimal 4,16%. Nilai MAPE kurang dari 0,2% untuk parameter tegangan dan arus serta 1,3 % untuk daya. Keseluruhan nilai dari *MAPE* baik tegangan, arus, dan konsumsi daya berada dibawah 10% sehingga akurasi alat monitoring adalah sangat baik.
4. Sistem memberikan respons yang cepat, dengan rata-rata waktu respon sekitar 1 detik, sehingga informasi yang ditampilkan hampir real-time.

Secara keseluruhan, sistem ini berfungsi dengan stabil dan memenuhi kebutuhan pengguna dalam melakukan monitoring konsumsi listrik, dilengkapi fitur tambahan

seperti alarm otomatis dan estimasi biaya, sehingga sangat potensial untuk diterapkan di lingkungan rumah tangga.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka disarankan supaya penelitian selanjutnya dapat menggunakan mikrokontroler yang lebih mumpuni lagi karena penelitian ini masih menggunakan esp 8266. Untuk peningkatan juga diharapkan dapat dikembangkan menggunakan website ataupun aplikasi android.

DAFTAR PUSTAKA

- Deni Adi Putra, & Riki Mukhaiyar. (2020). Monitoring Daya Listrik Secara Real Time. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika*, 8. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- Erdani, Y., Pratama, R. A., Ahad, B. A., & Fadila, G. I. F. (2024). Desain Sistem Kontrol Container Station Menggunakan Metode Waterfall Berbasis Internet of Things (IoT). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1415–1430. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4315>
- FADLURROHMAN AGIL. (2023). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu*. UIN Walisongo.
- Fattah, A., Bagus Solihin, H., Fadlun, W., Alfi, I., Sains, F., & Teknik Elektro, J. (2024). Perancangan Alat Monitoring Daya Listrik Indekost “ALMODA.” *Jurnal Ilmu Pengetahuan Naratif*, 05(4). <https://ijurnal.com/1/index.php/jipn>
- Firda Dwi Muliawati. (2024, January 18). *Konsumsi Listrik RI di 2023 Melejit 14%, Ini Pemicunya*. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240118150>

151-4-507002/Konsumsi-Listrik-Ri-Di-2023-Melejit-14-
Ini-Pemicunya.

Gupta, S. N. (2011). Mean, Median, Mode: An Introduction. In *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 788–791). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_353

James William Jokanan, Arif Widodo, Nur Kholis, & Lusiah Rakhmawati. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase. *Jurnal Teknik Elektro*, 11, 47–55.

Johan Reza Fauzi. (2020). *Algoritma Dan Flowchart Dalam Menyelesaikan Suatu Masalah*.

Khumaidi, A. (2017). Rancang Bangun Prototype Alat Otomatis Untuk Pemberi Pakan Dan Mandi Burung Kicau Menggunakan Mikrokontroller Arduino. *Jiifor*, 1(1).

Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., & Eko, W. N. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. *Cyclotron*, 5, 63–68.

Larman, C., & Basili, V. R. (2003). Iterative and incremental developments. a brief history. *Computer*, 36(6), 47–56.
<https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204375>

- Milan Yogengrappa. (2021, March 2). *What's the Meaning of Schematic Diagram?*
<https://www.protoexpress.com/blog/whats-the-meaning-of-schematic-diagram/>.
- Murdiyat, P., Handri Gunanto, L., & Alfian. (2021). Rancang Bangun Sensor Node Untuk Sistem Monitoring Energi Listrik Nirkabel Pada Gedung Dalam Kampus Politeknik Negeri Samarinda. *PoliGrid*, 2(1). <https://doi.org/xx.xxxx>
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Nurani, A. T., Setiawan, A., & Susanto, B. (2023). Perbandingan Kinerja Regresi Decision Tree dan Regresi Linear Berganda untuk Prediksi BMI pada Dataset Asthma. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(1), 34–43. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i1p34-43>
- Ridwansyah, Sutarsi Suhaeb, & Rahmatiah. (2022). Pengembangan Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik PLN Berbasis Blynk. *JETC*, 17.
- Sandiari, R., Eka Candra, J., Munir, Z., & Mahmudah Burhan,atul. (2024). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis

Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. In *Jurnal Quancam* (Vol. 2, Issue 1).

Seno, N. M. L. I., & Kamila, I. (2022). METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM PERAMALAN JUMLAH PEMOHON PASPOR (Studi Kasus: Kantor Imigrasi Kelas II Non-TPI Depok). *Interval : Jurnal Ilmiah Matematika*, 2(1), 23–31.

<https://doi.org/10.33751/interval.v2i1.5163>

Setiaji, N., Sumpena, I. M., & Sugiharto, A. (2022). ANALISIS KONSUMSI DAYA DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK. *Universitas Surya Darma*, 11.

<https://doi.org/https://doi.org/10.35968/jti.v11i1.884>

Suprianto, D. (2021, August 16). *Pengantar Microcontroller Dengan NodeMCU ESP8266–12E*. Medium.Com. <https://medium.com/@doditsuprianto/pengantar-microcontroller-dengan-nodemcu-esp8266-12e-93c7c3ca80ae>

Varela-Aldás, J., Silva, S., & Palacios-Navarro, G. (2022). IoT-Based Alternating Current Electrical Parameters Monitoring System. *Energies*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/en15186637>

- Widiasari, C., Rendy, F., & Styorini, W. (2020). Sistem Monitoring Daya Listrik dan Pengontrolan Perangkat Elektronik Berbasis IoT. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)*.
- Wiesesha, A., & Ridhoi, A. (2023). Rancang Bangun Monitoring Listrik Pada Rumah Berbasis Iot Menggunakan Esp32. *Teknika*, 1.
- Zainal, Dwi yuli prasetyo, & Ilyas. (2024). Rancang Bangun Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Iot Dan Telegram Di Labor Ftik Universitas Islam Indragiri. *Teknofile*, 504–512.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengesahan Lembar Ujian Komperhensif



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang
 Telp. 7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN UJIAN KOMPREHENSIF

Naskah proposal skripsi berikut ini:

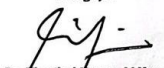
Judul : Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT dengan Menggunakan Blynk
 Penulis : Muhammad Satria Akmal
 NIM : 2108096084
 Jurusan : Teknologi Informasi

Telah diuji dalam seminar proposal skripsi oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam bidang Ilmu Teknologi Informasi.

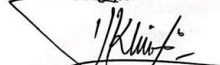
Semarang, 5 Februari 2025

DEWAN PENGUJI

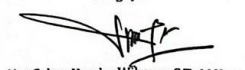
Penguji I


 Dr. Khotibul Jmam, M.Kom
 NIP. 197908272011011007

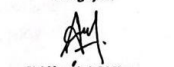
Penguji III


 Mokhamad Ikil Mustafa, M.Kom.
 NIP. 198808072019031010

Penguji II


 Nur Cahyo Hendro Wibowo, S.T., M.Kom.
 NIP. 197312222006041001

Penguji IV


 Siti Nuraini, M.Kom.
 NIP. 198401312018012001

Lampiran 2 Source Code

```
Monitoring_Listrikino
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6cEYo1hnJ"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Arus Listrik"
3
4 #include <PZEM004Tv30.h>
5 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
6 #include <Wire.h>
7 #include <Adafruit_GFX.h>
8 #include <Adafruit_SSD1306.h>
9 #include <EEPROM.h>
10 #include <TimeLib.h>
11 #include <WidgetRTC.h>
12
13 // Pin & Display
14 #define DISPLAY_ADDRESS 0x3C
15 #define DISPLAY_SCL_PIN 5
16 #define DISPLAY_SDA_PIN 4
17 #define DISPLAY_WIDTH 128
18 #define DISPLAY_HEIGHT 64
19 #define DISPLAY_RESET_PIN -1
20 #define BUZZER_PIN D7
21 #define EEPROM_SIZE 1
22
23 // Objek
24 Adafruit_SSD1306 display(DISPLAY_WIDTH, DISPLAY_HEIGHT, &Wire, DISPLAY_RESET_PIN);
25 PZEM004Tv30 pzem(14, 12); // DS (TX), DG (RX)
26 WidgetRTC rtc;
27 BlynkTimer timer;
28
29 // WiFi & Blynk
30 char ssid[] = "DEDEK IMUT";
31 char pass[] = "setahun201t";
32 char auth[] = "dd-04hnRBPJFV4qSw0d5YIb1sE3Zp0Dv";
33
34 // Monitoring
35 float Voltage, Current, Power, Energy;
36 float costPerKwh = 1352;
37 float cost = 0;
38
39 // Flags
40 unsigned long buzzerStartTime = 0;
41 unsigned long warningStartTime = 0;
42 bool showWarning = false;
43 bool buzzerActive = false;
44
45 // EEPROM Functions
46 void saveResetDay(int day) {
47   EEPROM.write(0, day);
48   EEPROM.commit();
49 }
50
51 // Setup Display Function
52 void setupDisplay() {
53   Wire.begin(DISPLAY_SDA_PIN, DISPLAY_SCL_PIN);
54   display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, DISPLAY_ADDRESS);
55   display.clearDisplay();
56   display.setCursor(5, 0);
57   display.setTextSize(2);
58   display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
59   display.println("Monitoring Listrik");
60   display.setCursor(10, 36);
61   display.setTextSize(1);
62   display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
63   display.println("Connecting Blynk...");
64   display.display();
65   delay(1000);
66 }
67
```

```

68 void setup() {
69   Serial.begin(9600);
70   pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
71   digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
72
73   setupDisplay();
74
75   Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 8080);
76   rtc.begin();
77   setSyncInterval(10 * 60); // Sinkron RTC setiap 10 menit
78
79   // Tunggu sampai waktu valid (RTC sinkron)
80   while (year() < 2022) {
81     Blynk.run();
82     delay(100);
83   }
84
85   // Reset saat perangkat baru menyala
86   pzem1.resetEnergy();
87   cost = 0;
88   saveResetDay(day());
89   Serial.println("Energi & biaya direset saat perangkat menyala");
90   Blynk.logEvent("reset_saas_menyalas", "Energi dan biaya telah direset");
91
92   // Timer setiap 1 detik untuk update sensor & display
93   timer.setInterval(1000L, readSensorAndUpdate);
94 }
95
96 void loop() {
97   Blynk.run();
98   timer.run();
99
100   // Deteksi jika Blynk putus
101   if (!Blynk.connected()) {
102     Serial.println("Blynk tidak terhubung!");
103   }
104 }
105
106 void readSensorAndUpdate() {
107   // Baca sensor
108   Voltage = (pzem1.voltage());
109   Voltage = zeroIfNaN(Voltage);
110   Current = (pzem1.current());
111   Current = zeroIfNaN(Current);
112   Power = (pzem1.power());
113   Power = zeroIfNaN(Power);
114   Energy = (pzem1.energy());
115   Energy = zeroIfNaN(Energy);
116   cost = Energy * costPerKwh;
117
118   // Notifikasi & buzzer
119   if (Energy > 1 && !showWarning) {
120     Blynk.logEvent("penggunaan_listrik", "Konsumsi Energi Terlalu Tinggi");
121     Serial.println("Konsumsi Listrik melebihi 1 KWh !!!");
122     showWarning = true;
123     warningStartTime = millis();
124   }
125
126   if (Energy > 1 && !buzzerActive) {
127     tone(BUZZER_PIN, 1000);
128     buzzerStartTime = millis();
129     buzzerActive = true;
130   }
131
132   if (buzzerActive && millis() - buzzerStartTime >= 10000) {
133     noTone(BUZZER_PIN);

```

```

134 | buzzerActive = false;
135 | }
136 |
137 | // OLED
138 | display.clearDisplay();
139 | display.setCursor(0, 0);
140 | display.setTextSize(1);
141 | display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
142 |
143 | if (showWarning && millis() - warningStartTime <= 10000) {
144 |     display.println("!!! PERINGATAN !!!");
145 |     display.println("Energi > 1 kWh");
146 | } else {
147 |     showWarning = false;
148 |     showNormalDisplay();
149 |     showTime();
150 | }
151 |
152 | display.display();
153 |
154 | // Kirim ke Blynk
155 | Blynk.virtualWrite(V1, Voltage);
156 | Blynk.virtualWrite(V2, Current);
157 | Blynk.virtualWrite(V3, Power);
158 | Blynk.virtualWrite(V4, Energy);
159 | Blynk.virtualWrite(V5, cost);
160 |
161 | // Tampilkan di Serial
162 | Serial.println("");
163 | Serial.printf("Tegangan      : %.2f V\n", Voltage);
164 | Serial.printf("Arus          : %.3f A\n", Current);
165 | Serial.printf("Daya           : %.2f W\n", Power);
166 | Serial.printf("Energy         : %.6f kWh\n", Energy);
167 |
168 | Serial.printf("Biaya          : %.0f Rupiah\n", cost);
169 | Serial.printf("Waktu          : %02d/%02d/%04d %02d:%02d\n", day(), month(), year(), hour(), minute(), second());
170 | Serial.printf("----- END -----");
171 | }
172 |
173 | void showNormalDisplay() {
174 |     display.printf("\n");
175 |     display.printf("Tegangan: %.2f V\n", Voltage);
176 |     display.printf("Arus      : %.3f A\n", Current);
177 |     display.printf("Daya       : %.2f W\n", Power);
178 |     display.printf("Energy     : %.3f kWh\n", Energy);
179 |     display.printf("Biaya      : %.0f Rp\n", cost);
180 | }
181 |
182 | void showTime() {
183 |     char timeBuffer[20];
184 |     char dateBuffer[20];
185 |
186 |     // Format jam
187 |     sprintf(timeBuffer, "%02d:%02d", hour(), minute(), second());
188 |     // Format tanggal
189 |     sprintf(dateBuffer, "%02d/%02d/%04d", day(), month(), year());
190 |
191 |     // Jam di kanan atas
192 |     display.setCursor(75, 0); // Baris paling atas kanan
193 |     display.setTextSize(1);
194 |     display.print(timeBuffer);
195 |
196 |     // Tanggal di kiri atas
197 |     display.setCursor(0, 0); // Baris paling atas kiri
198 |     display.setTextSize(1);
199 |     display.print(dateBuffer);
200 | }
201 |
202 | float zeroIfNaN(float v) {
203 |     if (isnan(v)) {
204 |         v = 0;
205 |     }
206 |     return v;
207 | }

```

Lampiran 3 Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

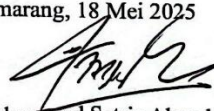
A. Identitas Diri

Nama : Muhammad Satria Akmal
Tempat & Tgl Lahir : Purbalingga, 30 Juli 2003
Alamat Rumah : Panusupan RT 01/RW 02,
Kecamatan Rembang, Kabupaten
Purbalingga
HP : 082227230519
Email : satriaakmal435@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri 1 Panusupan
 - b. SMP Negeri 2 Rembang
 - c. SMA Negeri 1 Rembang
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Pelatihan Microsoft Office Professional

Semarang, 18 Mei 2025



Muhammad Satria Akmal

NIM : 2108096084