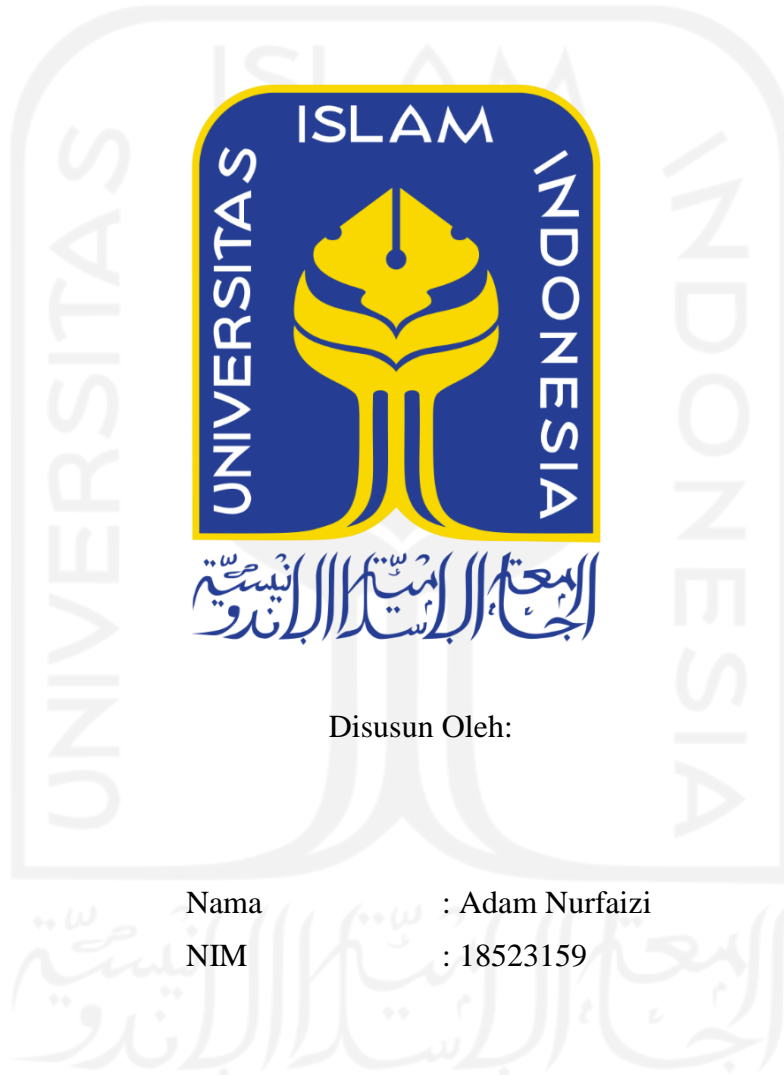


**SISTEM MONITORING METERAN LISTRIK
BERBASIS IOT UNTUK LISTRIK
PRABAYAR**



Disusun Oleh:

Nama : Adam Nurfaizi

NIM : 18523159

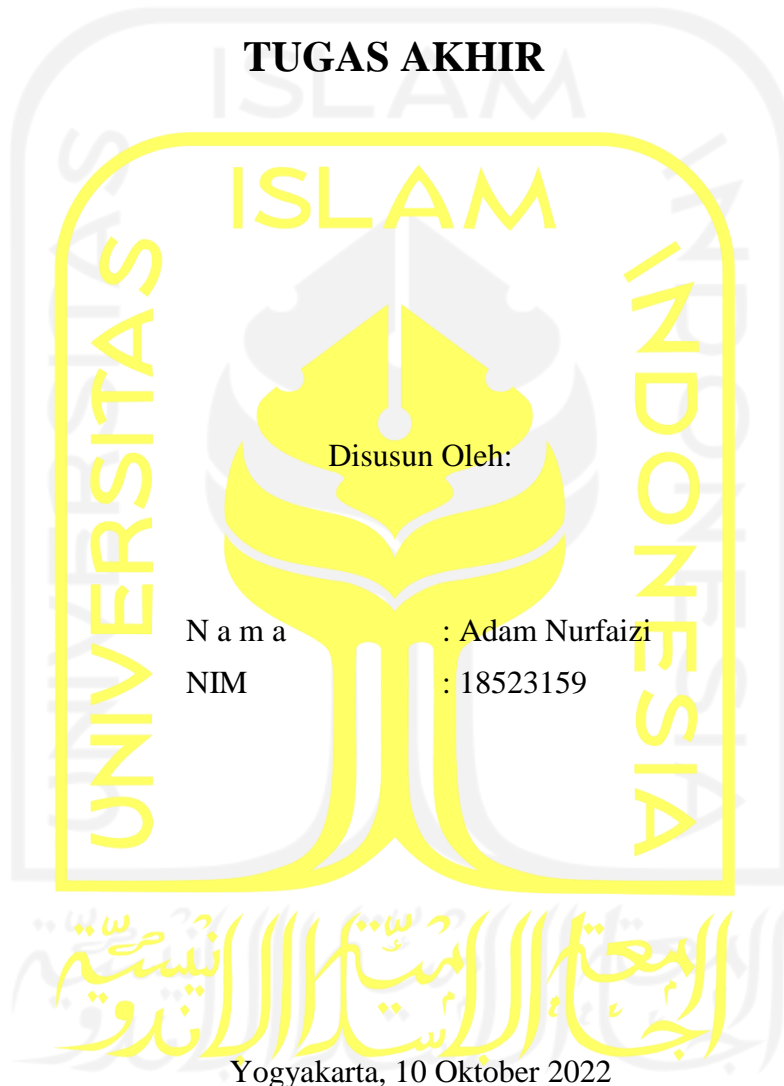
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2022

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**SISTEM MONITORING METERAN LISTRIK
BERBASIS IOT UNTUK LISTRIK
PRABAYAR**

TUGAS AKHIR



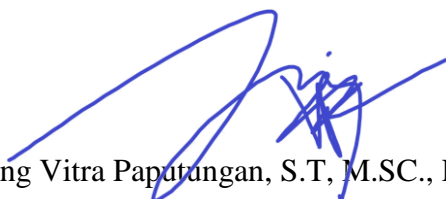
Disusun Oleh:

N a m a : Adam Nurfaizi

NIM : 18523159

Yogyakarta, 10 Oktober 2022

Pembimbing,


(Irving Vitra Paputungan, S.T, M.SC., Ph.D.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**SISTEM MONITORING METERAN LISTRIK
BERBASIS IOT UNTUK LISTRIK
PRABAYAR**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika — Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 10 Oktober 2022

Disusun Oleh:

Tim Penguji

Irving Vitra Paputungan, S.T., M.Sc., Ph.D

Anggota 1

Chandra Kusuma Dewa, S.Kom., M.Cs., Ph.D.

Anggota 2

Kholid Haryono, S.T., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika — Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adam Nurfaizi

NIM : 18523159

Tugas akhir dengan judul:

**METERAN LISTRIK CERDAS BERBASIS IOT
HOME AUTOMATION UNTUK LAYANAN
LISTRIK PRABAYAR**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Oktober 2022



(Adam Nurfaizi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah*, Skripsi yang kini sudah mencapai titik akhir dapat diselesaikan. Khusus untuk kedua orang tua saya yaitu Ibunda Teti Idawati dan Ayahanda Shri Hari Mulya saya persembahkan, tidak lupa untuk orang-orang berjasa yang selalu mendampingi saya dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini.



HALAMAN MOTO

“Hidup itu tidak selalu tentang bagaimana cara menjalani sesuatu, tapi juga tentang bagaimana cara menikmati sesuatu”

-(Adam Nurfaizi)

“Pada akhirnya,pilihan terbaik hanya dapat ditentukan oleh diri sendiri ketika menentukan keputusan”

-(Adam Nurfaizi)



KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hikmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dapat diselesaikan dengan judul **“SISTEM MONITORING METERAN LISTRIK BERBASIS IOT UNTUK LISTRIK PRABAYAR”** dan tidak lupa Shalawat beserta salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Indonesia. Pada tugas akhir ini terdapat ucapan terima kasih kepada:

1. Papa dan Mama terima kasih atas doa dan dukungannya yang tak pernah henti menyertai hari-hari selama menempuh studi di Universitas Islam Indonesia
2. Kedua Kakak yang selalu membimbing dari berbagai sudut pandang terima kasih atas bimbingan yang penuh akan kasih sayang.
3. Cici Widyasari terima kasih atas doa, dukungan dan semangat yang selalu diberikan.
4. Bapak Kurniawan Dwi Irianto S.T, M.SC. Selaku dosen pembimbing terima kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan.
5. Bapak Irving Vitra Papatungan, S.T, M.SC., PH.D. Selaku dosen pembimbing terima kasih atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan laporan skripsi.
6. Dosen-dosen Jurusan Informatika dan Staff Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan terima kasih telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.
7. Ferdian Nursulistio selaku sahabat yang saling mendukung untuk mengerjakan skripsi dan juga kawan per- Mobile Legend-an yang belum pernah Mythic Glory.
8. Yudha dan Damar selaku rekan kontrakan terima kasih selalu menemani hari-hari selama berada di Yogyakarta.
9. Ramdhani Al-Sulaiman dan Alm. Fuad Muttaqin selaku sahabat sejak lahir yang dari dulu hingga kini selalu bersama.
10. Seluruh keluarga besar terima kasih atas semangat dan motivasi yang diberikan.
11. Yogyakarta terima kasih sudah mengukir cerita selama kurang lebih 4 tahun.

Pada penulisan skripsi ini, perlu diakui bahwa penulisan laporan ini tidak luput dari kata salah. Maka dari itu sangat diharapkan kritik dan saran yang nantinya akan membuat penulisan laporan menjadi semakin baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 10 Oktober 2022



(ADAM NURFAIZI)



SARI

Penggunaan listrik Prabayar merupakan kebutuhan pokok dari sebagian masyarakat Indonesia, dimana pada faktanya masih terdapat kasus dimana pengguna listrik belum memahami terkait alat-alat elektronik yang biasa digunakan sehari-hari, sehingga memberi dampak yang mengarah kepada kondisi ekonomi dari masyarakat itu sendiri, pemahaman dari penggunaan listrik sangat diperlukan untuk mencegah masalah dan dampak seperti ini. Penyebab dari masalah tersebut tidak lain adalah pengetahuan yang terbatas dari pengguna sehingga pengguna tersebut hanya memahami listrik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Penelitian yang dilakukan ini memiliki fokus pada pembangunan sistem monitoring meteran listrik berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan metode pengembangan *Waterfall*. Pada pembangunan sistem tersebut terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian dari sistem yang akan dibangun, kemudian sensor arus listrik PZEM-004T yang memiliki peran secara langsung untuk mengambil data dari arus listrik yang mengalir, kemudian alat komersial *power meter* yang digunakan sebagai tolak ukur pengujian sistem dengan membandingkan melalui nilai *error* yang dihasilkan, setelah itu komponen LCD 20x4 yang memiliki peran untuk memberikan tampilan visual terkait data arus listrik yang sudah diambil oleh komponen sensor arus listrik PZEM-004T dan sudah diolah oleh mikrokontroler ESP32.

Hasil yang diharapkan dari sistem monitoring meteran listrik berbasis *Internet of Things* adalah mengurangi terjadinya penggunaan listrik berlebih yang berdampak pada keadaan ekonomi, kemudian memberikan edukasi terkait penggunaan listrik untuk mencegah dampak buruk yang akan terjadi.

Kata kunci: Meteran Listrik Prabayar, *Internet of Things*, Dampak Penggunaan Listrik Berlebih, ESP32, Sensor Arus Listrik PZEM-004T.

GLOSARIUM

Arduino IDE	Platform untuk melakukan pemrograman sistem.
Digital	Bentuk segala sesuatu, baik grafis, teks, angka maupun obyek lain.
Error	Nilai gangguan dalam sistem.
ESP32	Jenis mikrokontroler yang memiliki peran untuk mengelola sistem secara keseluruhan.
Home Automation	Konsep rumah pintar berbasis pemantauan jarak jauh
IoT	Hubungan antar alat yang dapat dikelola atau dikendalikan melalui komputer.
Kalibrasi	Penyesuaian nilai atau data.
Konfigurasi	Cara pengaturan dan pengoperasian suatu alat.
kWh	Parameter pengukuran energi listrik yang digunakan.
Library	Sekumpulan kode yang digunakan untuk mempermudah dalam mendeskripsikan program
Mikrokontroler	Komputer dengan bentuk yang lebih kecil dan dikemas dalam bentuk IC Chip.
Platform	Wadah digital yang digunakan untuk berbagai keperluan.
Power Meter	Salah satu alat komersial dengan fungsi sejenis
PZEM-004T	Komponen yang digunakan untuk menghubungkan arus listrik dengan sistem.
Real-time	Kondisi pengoperasian sistem yang berjalan dalam waktu bersamaan.
Script / Source Code / Sintaks	Kumpulan baris pemrograman untuk mengendalikan sistem.
Serial Monitor	Media penampil data secara langsung dari Arduino IDE.
Waterfall	Metode pengembangan perangkat lunak.
Web	Halaman yang menampilkan informasi yang terdapat pada internet.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	ix
GLOSARIUM	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Meteran Listrik Prabayar	5
2.2 Internet of Things	6
2.3 Arduino IDE	7
2.3.1 ESP32 DEVKIT V1 - DOIT	9
2.3.2 PZEM-004T	11
2.3.3 LCD 20x4	12
2.3.4 Blynk V2	14
2.4 Review Penelitian Sejenis	15
2.5 Metode Pengembangan Waterfall	16
2.5.1 Kelebihan Metode Waterfall	18
2.5.2 Kekurangan Metode Waterfall	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.1.1 Penggunaan Metode <i>Waterfall</i>	19

	xii
3.2 Tahap Pengerjaan	19
3.3 Analisis Kebutuhan	21
3.3.1 Kebutuhan Input	21
3.3.2 Kebutuhan Output.....	21
3.3.3. Kebutuhan Software.....	22
3.3.4 Kebutuhan Hardware.....	22
3.4 Gambaran Sistem.....	22
3.5 Perancangan Sistem.....	23
3.5.1 Perancangan Alur Kerja Sistem.....	23
3.5.2 Perancangan Komponen <i>Hardware</i>	24
3.5.3 Konfigurasi Arduino ke ESP32	24
3.5.4 Konfigurasi Sensor Arus Listrik PZEM-004T dan ESP32	25
3.5.5 Konfigurasi LCD 20x4	26
3.5.6 Konfigurasi Blynk	27
3.6 Perencanaan Pengujian Sistem	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Implementasi Sistem.....	29
4.1.1 Implementasi Hardware.....	29
4.2 Pembahasan <i>Script</i> atau <i>Source Code</i> Program.....	31
4.2.1 <i>Script</i> atau <i>Source Code</i> Program Arduino.....	32
4.3 Pengujian Hardware	37
4.3.1 Pengujian Alat Monitoring Listrik PZEM-004T	37
4.3.2 Pengujian Kalibrasi Sistem dengan Blynk	40
4.3.3 Pengujian Sistem dengan Alat-alat Elektronik	40
4.4 Kelebihan Sistem.....	42
4.5 Kekurangan Sistem.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Golongan Pelanggan PLN.....	5
Tabel 2.2 Spesifikasi LCD 20x4.....	13
Tabel 2.3 Perbandingan Komponen yang Digunakan	16
Tabel 3.1 Perencanaan Pengujian Sensor	28
Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Adaptor Laptop	41
Tabel 4.2 Tabel Pengukuran Monitor	41
Tabel 4.3 Tabel Pengukuran Dispenser	41
Tabel 4.4 Tabel Pengukuran Kipas Angin	41
Tabel 4.5 Tabel Pengukuran Pengisi Daya Ponsel	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Internet of Things.....	7
Gambar 2.2 Tampilan Dasar Arduino IDE	8
Gambar 2.3 ESP32 DEVKIT V1 - DOIT	9
Gambar 2.4 Pinout ESP32	10
Gambar 2.5 PZEM-004T	11
Gambar 2.6 LCD 20x4.....	12
Gambar 2.7 Tampilan Platform Blynk Aplikasi Mobile	14
Gambar 2.8 Metode Waterfall	17
Gambar 3.1 Diagram Proses Penelitian	20
Gambar 3.2 Alur Kerja Sistem.....	23
Gambar 3.3 Rencana Perancangan Komponen Hardware	24
Gambar 3.4 Konfigurasi ESP32.....	25
Gambar 3.5 Arduino IDE.....	25
Gambar 3.6 Konfigurasi PZEM-004T dengan ESP32.....	26
Gambar 3.7 Konfigurasi LCD 20x4.....	26
Gambar 3.8 Konfigurasi Blynk.....	27
Gambar 4.1 Inisialisasi ESP32 dengan Komputer.....	30
Gambar 4.2 Pemasangan Komponen PZEM-004T	30
Gambar 4.3 Pemasangan Komponen LCD 20x4.....	31
Gambar 4.4 Inisialisasi Program Arduino IDE.....	32
Gambar 4.5 Penjabaran Variabel dan Pembuatan Algoritma	33
Gambar 4.6 Sintaks Tampilan Serial Monitor Arduino.....	34
Gambar 4.7 Tampilan dari Sintaks Serial Monitor Arduino.....	35
Gambar 4.8 Sintaks Tampilan LCD 20x4.....	36
Gambar 4.9 Tampilan dari Sintaks LCD 20x4	37
Gambar 4.10 Pengujian Awal Sistem	38
Gambar 4.11 Pengujian Akhir Sistem	39
Gambar 4.12 Pengujian Kalibrasi Sistem dengan Blynk.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini listrik merupakan sumber tenaga yang mencakup segala aspek di kehidupan sehari-hari, oleh karena itu listrik merupakan kebutuhan yang mutlak bagi semua orang, untuk itu perlu adanya sistem yang dapat melakukan monitoring penggunaan listrik agar pemakaian listrik menjadi lebih terkendali. Mengingat banyaknya kejadian seperti pengguna yang tidak mengetahui terkait penggunaan meteran listriknya, sehingga ketika token atau pulsanya sudah habis pengguna itu harus segera mengisi kembali token pada meteran listrik tanpa pengetahuan terkait detail dari penggunaan listrik tersebut, dengan kemungkinan pengguna tersebut harus meninggalkan pekerjaan penting yang sedang dilakukan. Kejadian seperti ini dapat menyebabkan terganggunya pekerjaan, oleh karena itu selain dibutuhkannya sistem yang dapat melakukan monitoring, sistem tersebut harus menampilkan data dengan sangat detail agar pengguna lebih mudah dalam pengelolaan terkait penggunaan listrik prabayar (Tukadi, T., Widodo, W., Ruswiensari, M., & Qomar, A. 2019).

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam berlimpah, maka dari itu akan sangat disayangkan jika sumber daya alam tidak dimanfaatkan dengan baik. Listrik yang biasa digunakan berasal dari sebuah pembangkit listrik yang berasal dari alam, contohnya Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dimana pembangkit ini berasal dari pemanfaatan aliran air oleh turbin yang kemudian dijadikan arus listrik, kemudian ada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dimana pembangkit ini memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan arus listrik melalui panel surya. Dengan adanya pernyataan diatas, dapat dikatakan jika penggunaan listrik seharusnya dilakukan dengan efektif dan efisien agar tidak terjadi pemborosan yang dapat merugikan diri sendiri dan orang lain, kemudian pengguna harus mengetahui lebih dalam terkait penggunaan alat elektronik sehari-hari yang dimana masing-masing alat elektronik tentunya membutuhkan energi listrik dengan jumlah yang berbeda (Rustandi, A. 2020).

Banyak kasus terjadi seputar penggunaan listrik prabayar yang tidak terkendali, seperti token listrik yang diisi dalam jumlah kWh yang banyak, namun tenaga listrik yang dialirkan tidak bertahan lama. Pada kasus seperti itu, dapat dikatakan jika pengguna tidak sepenuhnya

mengetahui penggunaan listrik Prabayar dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak dari penggunaan listrik Prabayar yang tidak terkendali, dibutuhkan informasi penggunaan harian dari listrik Prabayar untuk mempermudah dalam melakukan penghematan energi listrik, sehingga pengguna akan memahami terkait dasar kebutuhan arus listrik alat-alat elektronik yang biasa digunakan. Pengetahuan tentang listrik sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, mulai dari alat elektronik yang biasa dipakai hingga yang jarang dipakai memiliki berbagai jenis spesifikasi yang berbeda, oleh karena itu arus listrik yang digunakan memiliki nilai yang berbeda.

Masalah di atas memberikan bukti dibutuhkannya sistem yang mampu mendeskripsikan penggunaan listrik Prabayar yang secara rinci dapat mempermudah pengguna untuk mengetahui kebutuhan listrik dari alat-alat elektronik yang biasa digunakan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berbasis *Internet of Things* (IoT), kemudian menggunakan PZEM-004T sebagai sensor arus listrik untuk mengambil data dari meteran listrik yang nantinya akan ditampilkan dalam tulisan di LCD 20x4 berupa penggunaan kWh perhari, kemudian sistem dapat memberikan laporan terkait total keseluruhan energi listrik yang digunakan, dengan begini pengguna dapat mengetahui seputar alat elektronik yang mungkin beresiko terkait penggunaan energi listrik yang berlebihan.

12 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana peran *Internet of Things* dalam mengurangi penggunaan listrik Prabayar yang tidak terkendali dengan cara membangun sistem yang dapat melakukan pemantauan dan juga memberikan laporan terkait penggunaan listrik.

13 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu dengan membangun sistem yang dapat melakukan pemantauan listrik dengan menggunakan konsep berbasis *Internet of Things*, dengan demikian sistem tersebut mampu mengatasi tidak terkendalinya penggunaan listrik Prabayar.

14 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan pada meteran listrik yang mungkin bisa dimana saja, jenis dari meteran listrik ini merupakan meteran listrik Prabayar dengan proses pengisian pulsa meteran tersebut dilakukan secara mandiri.

15 Manfaat Penelitian

- b. Mengendalikan penggunaan listrik Prabayar untuk semua pengguna.
- c. Membuat laporan penggunaan listrik dalam frekuensi waktu yang ditentukan.
- d. Memberikan edukasi terkait penggunaan energi listrik yang digunakan sehari-hari.

16 Sistematika Penelitian

Pada laporan tugas akhir ini terdapat beberapa sistematika penelitian yang dibuat untuk mengetahui isi dan maksud dari apa yang akan disampaikan oleh laporan tersebut, kemudian untuk mempermudah dalam tahap penulisan laporan tugas akhir yang sudah disiapkan secara struktural, dengan sistematika penelitian sebagai berikut:

BAB IPENDAHULUAN

Pada bagian ini merupakan bagian awal penulisan laporan yang meliputi latar belakang, identifikasi masalah, lingkup masalah, rumusan masalah, manfaat penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bagian ini terdiri dari pembahasan dasar terkait *Internet of Things* dan bagaimana peran dari *Internet of Things*, kemudian terdapat pemahaman dasar terkait meteran listrik Prabayar, hasil studi literatur dari penelitian sejenis dan perangkat apa saja yang akan digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini terdapat pembahasan terkait metodologi yang digunakan pada penelitian ini, setelah itu terdapat gambaran umum sistem secara keseluruhan yang akan dibangun, kemudian terdapat kebutuhan sistem yang perlu dipenuhi dalam proses pembangunan sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT, setelah itu terdapat perancangan sistem yang secara

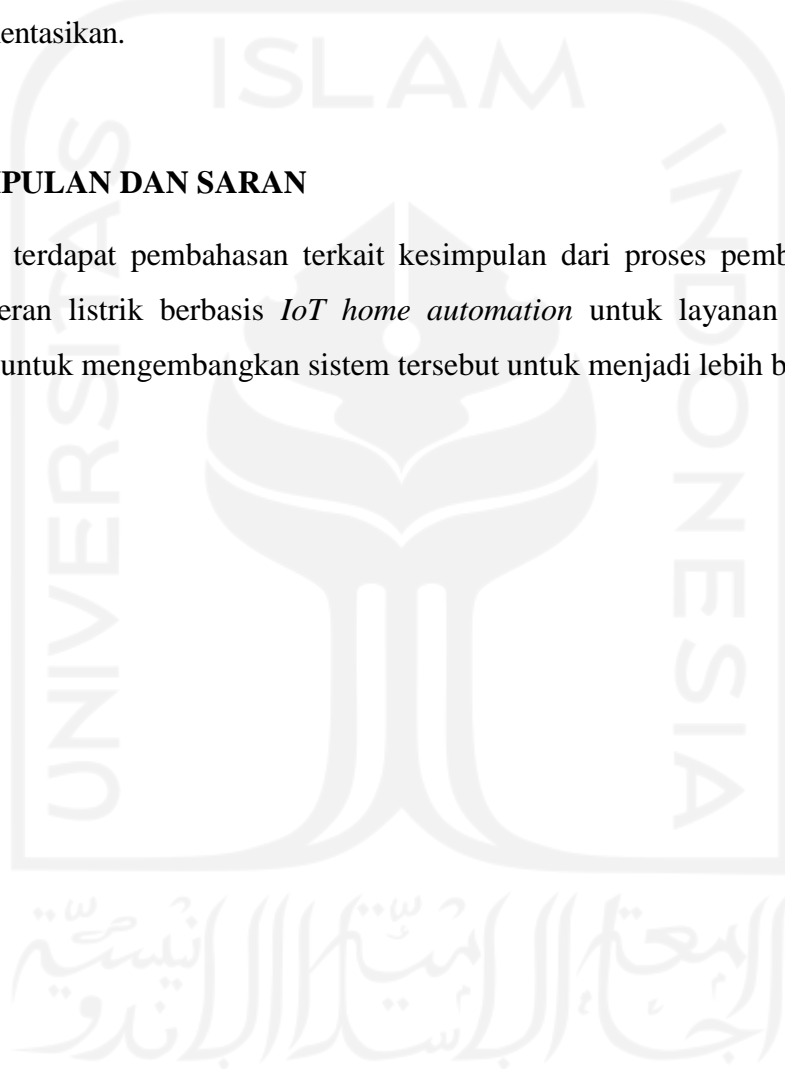
tidak langsung memberikan gambaran terhadap proses pembangunan sistem secara keseluruhan dan perencanaan pengujian sistem yang sudah dibangun.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini terdapat pembahasan terkait hasil dari penelitian yang telah diselesaikan dengan membangun sistem monitoring meteran listrik berbasis *IoT home automation* untuk layanan listrik Prabayar beserta dengan pengujian dari alat yang dibangun dan juga bagaimana sistem diimplementasikan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini terdapat pembahasan terkait kesimpulan dari proses pembangunan sistem monitoring meteran listrik berbasis *IoT home automation* untuk layanan listrik Prabayar kemudian saran untuk mengembangkan sistem tersebut untuk menjadi lebih baik lagi.



BAB II

LANDASAN TEORI

21 Meteran Listrik Prabayar

Meteran listrik merupakan jembatan yang memiliki fungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan pihak penyedia jasa, meteran listrik biasa digunakan sebagai pusat kendali energi listrik, kemudian untuk melihat total kWh tersisa dan juga biasa digunakan untuk mengisi ulang pulsa atau token yang akan dikonversikan menjadi saldo kWh, kemudian terdapat kata “Prabayar” merupakan istilah sistem pembayaran yang dilakukan sebelum menerima layanan dari penyedia jasa (Sari, M., & Prasetyo, D. E. 2002). Meteran listrik yang dihubungkan ke banyak rumah tentunya memiliki beberapa tipe yang berbeda, pemerintah menetapkan harga per-kWh yang berbeda berdasarkan kondisi ekonomi dari pengguna. Pada tabel 2.1 terdapat pembagian harga yang disesuaikan dengan kondisi ekonomi dari pengguna.

Tabel 2.1 Golongan Pelanggan PLN

Sumber: (Muhammad Choirul Anwar, 2022)

No.	Golongan	Daya	Harga per-kWh
1	R-1/TR (Tegangan Rendah)	900 VA	Rp. 1.352,-
2	R-1/TR	1.300 VA	Rp. 1.444,70,-
3	R-1/TR	2.200 VA	Rp. 1.444,70,-
4	R-2/TR	3.500-5.500 VA	Rp. 1.444,70,-
5	R-3/TR	6.600 VA	Rp. 1.444,70,-
6	B-2/TR	6.600 VA- 200 KVA	Rp. 1.444,70,-
7	B-3/TM (Tegangan Menengah)	200 KVA	Rp. 1.114,74,-
8	I-3/TM	200 KVA	Rp. 1.114,74,-
9	I-4/TT (Tegangan Tinggi)	30.000 KVA	Rp. 996,74,-
10	P-1/TR	6.600 VA- 200 KVA	Rp. 1.444,70,-
11	P-2/TM	200 KVA	Rp. 1.114,74,-
12	P-3/TR	Penerangan Jalan Umum	Rp. 1.444,70,-
13	L/TR, TM, TT	-	Rp. 1.644,52,-

Pada tabel 2.1, dapat disimpulkan jika penggunaan daya listrik memiliki harga yang berbeda berdasarkan golongan tersebut, oleh karena itu maka akan di ambil harga dengan mayoritas tertinggi, yaitu Rp. 1.444.70,- sebagai tolak ukur terkait pembuatan alat, setelah

menentukan tarif yang digunakan, nilai tersebut akan diolah oleh sistem supaya memberikan konversi menjadi Rupiah dari kWh yang digunakan. Untuk membangun sistem tersebut tentu memerlukan konsep *Internet of Things* (IoT) dan komponen lainnya.

22 Internet of Things

Hubungan antara suatu alat yang dikendalikan oleh komputer yang dapat berkomunikasi dengan manusia atau lingkungan sekitar dapat dikatakan sebagai pengertian dari *Internet of Things* (Adani, F., Salsabil, S. 2019). Internet jelas dibutuhkan untuk proses kerja dari *Internet of Things* yang dimana fungsinya untuk komunikasi antar sistem yang nantinya akan melakukan pertukaran informasi. Dalam arti informasi yang dalam bentuk data hasil olahan dari bentuk fisik *Internet of Things* yang memiliki fungsi khusus untuk melakukan tugas. Komputer memiliki peran penting di awal pembangunan *Internet of Things* dalam tahap pemrograman yang berbasis C/C++ pada platform Arduino, jaringan internet yang digunakan untuk mengembangkan *Internet of Things* tentunya memiliki syarat khusus bagi mikrokontroler dalam menggunakan jaringan internet tersebut, tidak semua mikrokontroler memiliki fitur *Wi-Fi* yang dapat dimanfaatkan untuk mempermudah komunikasi antar pihak dengan koneksi yang tersedia.

Internet of Things merupakan salah satu konsep yang memberikan hasil akhir dalam bentuk fisik atau alat khusus, sehingga tidak hanya kemampuan dalam membuat program yang diperlukan untuk menggunakan konsep *Internet of Things* melainkan kemampuan mekanik yang terkait dengan perancangan alat atau komponen. Tujuan dari *Internet of Things* adalah untuk meningkatkan fungsi dari jaringan internet yang terhubung tidak hanya dengan alat komunikasi khusus seperti telepon genggam atau laptop, tapi memberikan fungsi dari jaringan internet untuk berbagai macam alat elektronik yang nantinya dapat mempermudah pengguna untuk melakukan pemantauan atau pengendalian alat jarak jauh. Selain itu, internet yang terhubung dengan mikrokontroler memiliki fungsi khusus untuk membangun jalur komunikasi yang dapat mempermudah pertukaran informasi antara sistem dengan alat yang sedang berjalan, sehingga fungsi yang dimiliki dapat berjalan dengan maksimal (Santoso, H. B., Prajogo, S., & Mursid, S. P. 2018).

Pada tahun 1999, Kevin Ashton memperkenalkan *Internet of Things* pada saat presentasi di *Proctor & Gamble*. Alat pertama yang dikenalkan oleh Kevin Ashton ialah alat yang dapat mendeteksi barcode yang biasa digunakan untuk transaksi pada zamannya, kemudian berkembang dengan meningkatkan fungsi dibidang *Monitoring* dan berbagai macam

penginderaan, sehingga tidak menutup kemungkinan untuk memperluas aspek yang dijangkau oleh *Internet of Things* ini. Pada zaman ini, khususnya untuk setelah abad ke-20 dapat dikatakan jika perkembangan *Internet of Things* sudah mulai berkembang hamper ke seluruh aspek, alat yang digunakan atau dikembangkan semakin bervariasi mulai dari model atau bentuk hingga fungsi dari alat tersebut. Oleh karena itu, mengembangkannya ialah bagian dari upaya untuk tetap mempertahankan relevansi dari *Internet of Things*.



Gambar 2.1 Konsep Internet of Things

Sumber: (docplayer.info, Ade Kusumo, 2019)

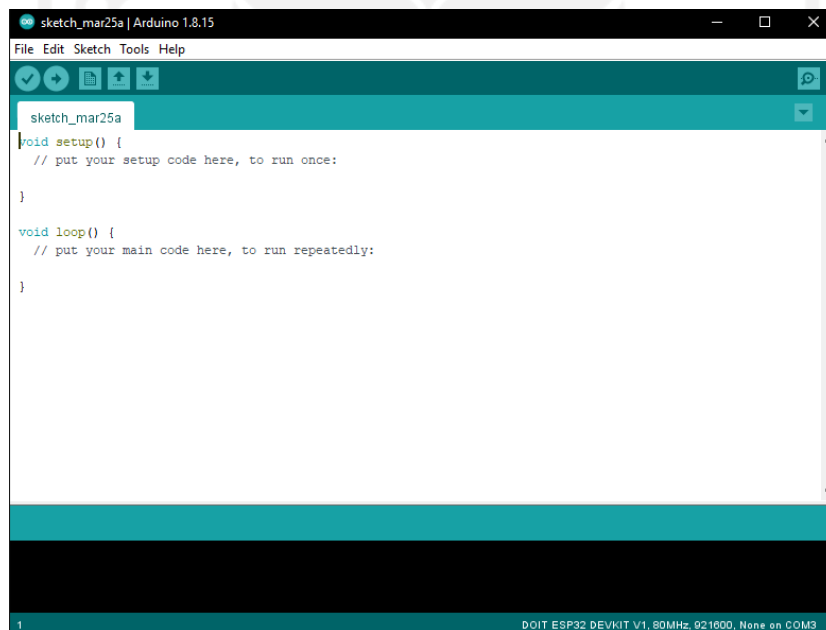
Gambar 2.1 menjelaskan tentang konsep terkait bagaimana peran dari *Internet of Things* (IoT) yang dapat mempermudah berbagai bidang yang ada, setiap bidang yang akan dihubungkan dengan *Internet of Things* (IoT) tentunya akan membutuhkan jaringan atau internet sebagai inti dalam menjalankan sistem dari *Internet of Things* (IoT) (Yudhanto, Y. 2007). Penerapan dari konsep *Internet of Things* (IoT) tentu memerlukan pihak lain yang nantinya akan digunakan sebagai wadah untuk perintah yang akan diberikan oleh pengguna ke sistem, kemudian akan di eksekusi oleh mikrokontroler untuk di implementasikan secara langsung.

23 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan platform yang digunakan untuk pengolahan program atau wadah dari perintah yang diinginkan oleh pengguna, bahasa pemrograman yang digunakan untuk

melakukan penulisan program ialah C/C++, program yang ditulis akan diunggah pada mikrokontroler sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna, Arduino sendiri memiliki cakupan yang luas dalam bidang pemrograman, banyaknya fitur dapat menyesuaikan bidang dari sistem atau alat yang akan dibangun. Tujuan dari Arduino IDE adalah membangun peran yang akan menjadi wadah untuk pembangunan alat, sehingga dengan kata lain Arduino IDE dapat dijadikan sebagai tempat untuk melakukan desain inti dari alat yang akan dibangun, kemudian memberikan perintah kepada komponen lain dengan pengendalian di satu titik. Arduino IDE secara tampilan merupakan kolom untuk meletakkan program yang nantinya akan diunggah ke dalam mikrokontroler (Djuandi, F. 2011).

Arduino IDE dibangun untuk memudahkan seluruh pengguna yang bahkan bukan berasal dari teknik hanya dengan memahami satu bahasa yang dapat dibilang sederhana yaitu bahasa C/C++, dengan demikian cakupan pengguna dari Arduino IDE dapat meluas ke berbagai aspek pekerjaan (Dinata, Y. M. 2016).



Gambar 2.2 Tampilan Dasar Arduino IDE

Gambar 2.2 Menampilkan Arduino IDE yang dimana platform tersebut digunakan untuk melakukan desain alat atau sistem, Arduino IDE dapat mempermudah pengguna dalam pengunggahan kode yang ditulis untuk mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat meneruskan perintah kepada komponen lain yang terhubung dengan mikrokontroler yang digunakan.

2.3.1 ESP32 DEVKIT V1 - DOIT

Mikrokontroler ini merupakan pusat atau inti dari sistem yang berbentuk fisik atau *hardware* dari sistem ini, dengan adanya mikrokontroler ini dapat mempermudah untuk mengendalikan sistem secara terpusat dengan lebih baik. ESP32 ini memiliki beberapa varian yang bermacam-macam untuk digunakan sesuai kebutuhan. Pada sistem atau alat yang dikembangkan ini, dibutuhkan ESP32 dengan adanya Wi-Fi pada mikrokontroler yang dapat memberikan kemampuan pada mikrokontroler ESP32 ataupun komponen lainnya untuk melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh, sehingga pada tahap selanjutnya hanya perlu menguasai pada proses pembangunan (Annisa, T. T. 2022).



Gambar 2.3 ESP32 DEVKIT V1 – DOIT

Sumber: (randomnerdtutorials, 2016)

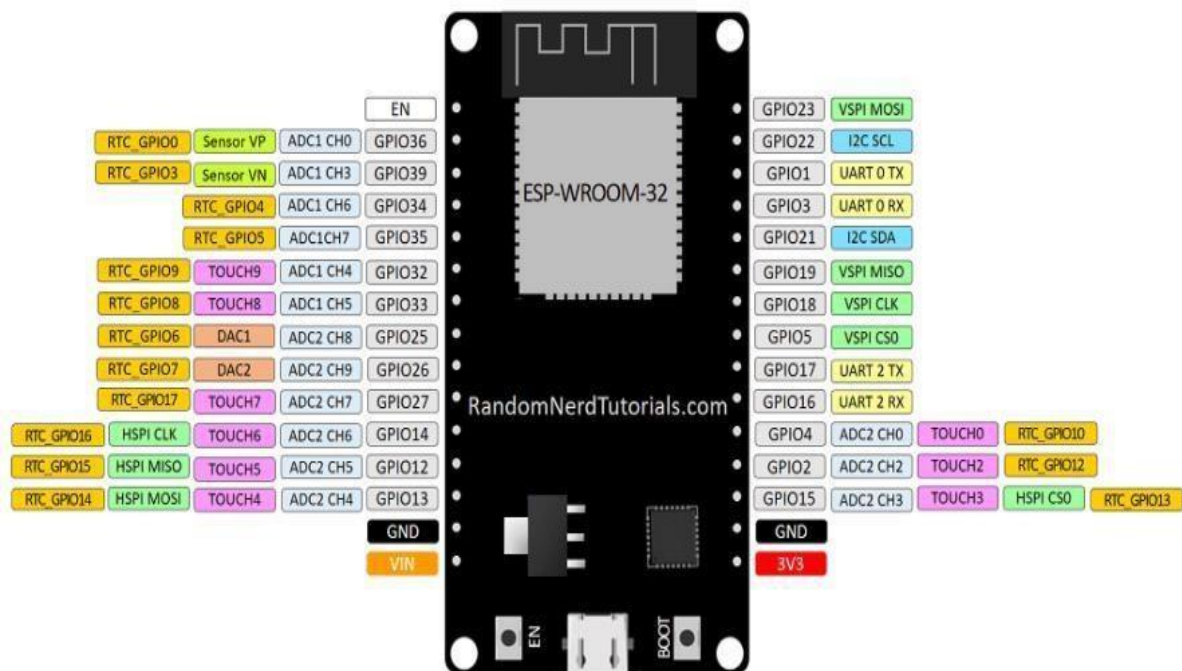
Gambar 2.3 merupakan tampilan dari ESP32, dari mikrokontroler ini terdapat beberapa spesifikasi yang tercantum dalam komponen ini, diantaranya:

- a. *Prosesor: Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz.*
- b. *Memori: 520 KB SRAM.*
- c. *Wireless connectivity: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE (shares the radio with Wi-Fi).*
- d. *Peripheral I/O: 12-bit SAR ADC (up to 18 channels), 2x 8-bit DACs, 10x touch sensors (capacitive sensing GPIOs), 4x SPI, 2x I2S interfaces, 2x I2C interfaces, 3x UART, SD/SDIO/CE-ATA/MMC/eMMC host controller, SDIO/SPI slave controller, Ethernet MAC interface, CAN bus 2.0, infrared remote controller (TX/RX, up to 8 channels), motor PWM, LED PWM (up to 16 channels), hall effect sensor, ultra low power analog pre-amplifier.*

e. Security: IEEE 802.11 standard security, secure boot, flash, encryption, 1024-bit, OTP (up to 768-bit for customers), cryptographic hardware acceleration (AES, SHA-2, RSA, ECC), random number generator (RNG).

Kemudian untuk mikrokontroler ESP32 memiliki berbagai macam jenis port yang tersedia di setiap pin, masing-masing pin dipetakan sebagai berikut:

- Usb port: Micro USB
- Jumlah pin: 30 meliputi pin tegangan dan GPIO
- 15 pin ADC (*analog to digital converter*)
- 3 UART Interface
- 3 SPI Interface
- 2 I2C Interface
- 2 pin DAC (*digital to analog converter*)
- Power Input: 5V DC
- Ukuran module: 47 x 24 mm



Gambar 2.4 Pinout ESP32

Sumber: (randomnerdtutorials, 2016)

Penggunaan dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat untuk pengendalian sistem dapat memberikan perintah kepada berbagai komponen yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32, masing-masing komponen dapat berjalan secara bersamaan dan data yang dihasilkan dapat lebih fleksibel.

2.3.2 PZEM-004T

Komponen ini merupakan komponen yang menghubungkan arus listrik dengan alat, komponen ini dapat memberikan data terkait arus listrik ke dalam sistem atau alat yang terhubung. Data yang diteruskan akan terus berkembang dengan menyesuaikan kondisi secara langsung dari arus listrik yang mengalir, kemudian perkembangan data yang diunggah ke mikrokontroler dapat diolah kembali dengan menggunakan beberapa komponen lain untuk melakukan perubahan data untuk dapat divisualisasikan ke dalam bentuk yang lebih mudah untuk dipahami (Alipudin, A. M. 2018). Komponen ini memiliki peran untuk mengambil data tertentu dari arus listrik, diantaranya adalah *Energy* yang memberi informasi terkait jumlah energi listrik yang telah digunakan, besaran dari *Energy* ini menggunakan *kWh*, kemudian *Power* memberikan informasi terkait daya yang telah digunakan, besaran dari *Power* ini menggunakan *Watt*, kemudian *Voltage* memberikan informasi terkait tegangan yang digunakan, besaran dari *Volatage* ini menggunakan *Volt*, dan yang terakhir *Current* memberikan informasi terkait arus yang digunakan, besaran dari *Current* ini menggunakan *Ampere*. Nilai-nilai yang dihasilkan dari komponen ini dapat diolah secara fleksibel melalui mikrokontroler atau platform lain yang sudah terhubung, kemudian nilai tersebut dapat ditampilkan melalui komponen lain untuk mempermudah dalam visualisasi data.



Gambar 2.5 PZEM-004T

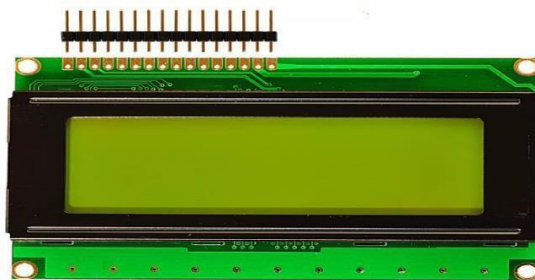
Sumber: (mikroavr, 2020)

Gambar 2.5 merupakan tampilan dari PZEM-004T, komponen ini terdiri dari dua alat yang memiliki tugas berbeda, yang pertama adalah sensor dengan bentuk seperti lingkaran cincin yang digunakan sebagai tempat untuk memasukkan kabel dengan arus negatif, kemudian yang kedua adalah pengolah data dari sensor yang nantinya menerima data dari sensor kemudian mengirimkan data ke mikrokontroler untuk diolah kembali. Berikut adalah spesifikasi dari PZEM-004T:

- a. *Working voltage: 80 ~ 260VAC*
- b. *Rated power: 100A / 22000W*
- c. *Working frequency: 45~65Hz*
- d. *Measurement accuracy: 1.0*

2.3.3 LCD 20x4

LCD 20x4 memiliki peran untuk menampilkan data secara langsung, untuk ukuran dari LCD ini memiliki variasi ukuran mulai dari 16x2 hingga 20x4, masing-masing ukuran dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan pengguna untuk membangun sistem atau alat (Hajar, I., Hafidz, M., Dani, A. W., Miharno, S. 2018). LCD ini secara khusus dapat bebas memilih data yang ingin ditampilkan dalam LCD tersebut, variabel data dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk tipe yang ingin digunakan oleh pengguna dalam menampilkan data secara langsung, selain menampilkan data LCD ini mampu memberikan efek terhadap tampilan yang muncul dengan adanya fitur yang dapat membuat tulisan yang bergerak atau berkedip atau sejenisnya (Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., Fadli, A. 2019).



Gambar 2.6 LCD 20x4

Sumber: (tokoarduino, 2014)

Gambar 2.6 Merupakan tampilan dari LCD 20x4, dengan ukuran 20x4 komponen ini dapat menampilkan data sebanyak dua puluh suku kata untuk masing-masing empat baris. Oleh

karena itu pengguna harus memanfaatkan ruang yang tersedia dengan efektif. Berikut adalah spesifikasi dan karakter dari LCD 20x4 pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi LCD 20x4

Sumber: (Shenzhen Enrich Electronics)

a. Features

<i>Item</i>	<i>Standard Value</i>
<i>Display Type</i>	<i>20 characters x 4 lines</i>
<i>LCD Type</i>	<i>STN, NEGATIVE (GREEN), TRANSMISSIVE</i>
<i>Driver Condition</i>	<i>LCD Module: 1/16Duty, 1/5Bias</i>
<i>Viewing Direction</i>	<i>6 O'clock</i>
<i>Backlight Typer</i>	<i>SIDE WHIET</i>
<i>Interface</i>	<i>8-bit MPU interface</i>
<i>Driver IC</i>	<i>SPLC780D</i>

b. Mechanical Spesification

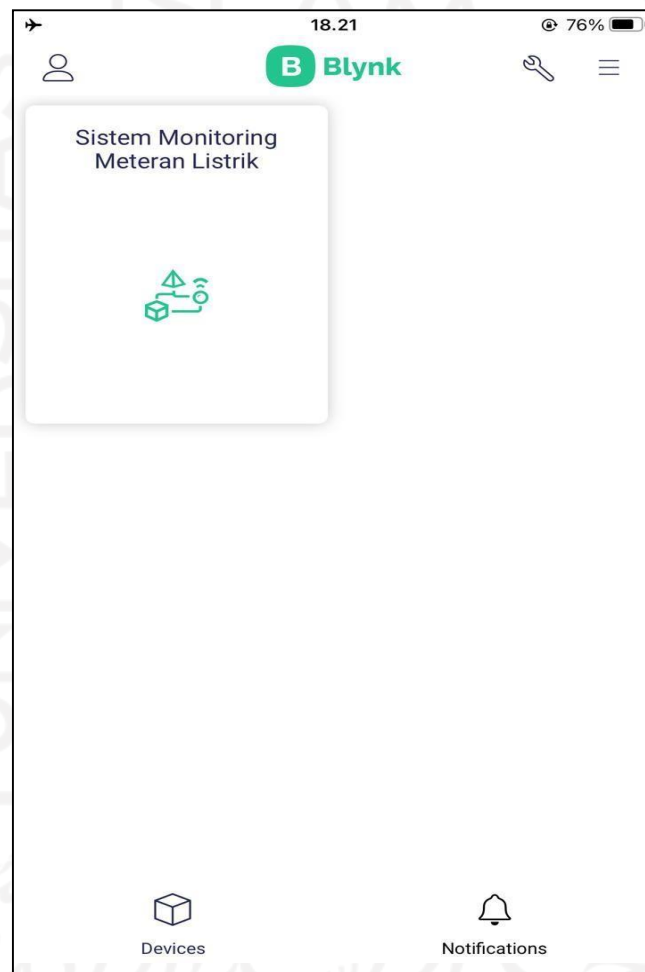
<i>Item</i>	<i>Standard Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Outline Dimension</i>	<i>98(L) * 60(W) * Max 13.2(T)</i>	<i>mm</i>
<i>Viewing Area</i>	<i>77(L) * 25.2(W)</i>	<i>mm</i>
<i>Dot Size</i>	<i>0.56(W) x 0.56(H)</i>	<i>mm</i>
<i>Dot Pitch</i>	<i>0.6(W) x 0.6(H)</i>	<i>mm</i>
<i>Character Size</i>	<i>4.76(W) x 2.96(H)</i>	<i>mm</i>

c. Absolute Maximum Rating

<i>Item</i>	<i>Symbol</i>	<i>Condition</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Unit</i>
<i>System Power Suply Voltage</i>	<i>VDD</i>	-	<i>-0.3</i>	<i>5.5</i>	<i>V</i>
<i>LCD Driver Supply Voltage</i>	<i>VLCD</i>	-	<i>VDD-12</i>	<i>VDD-0.3</i>	<i>V</i>
<i>Input Voltage</i>	<i>VIN</i>	-	<i>-0.3</i>	<i>VDD+0.3</i>	<i>V</i>
<i>Operating Temperature</i>	<i>VOP</i>	-	<i>-20</i>	<i>70</i>	<i>°C</i>
<i>Storage Temperature</i>	<i>TST</i>	-	<i>-30</i>	<i>80</i>	<i>°C</i>
<i>Storage Humidity</i>	<i>HD</i>	<i>Ta < 40°C</i>	<i>20</i>	<i>90</i>	<i>%RH</i>

2.3.4 Blynk V2

Platform Blynk merupakan tempat untuk menampilkan data secara digital dari sistem, sehingga data yang ditampilkan dapat dilihat dalam jarak jauh selama sistem tetap dalam koneksi internet, kemudian Blynk dapat mengolah data yang serupa dari platform Arduino IDE yang nantinya dapat mempermudah pengguna untuk dapat mengendalikan alat tanpa melakukan perubahan dalam penulisan program, data-data yang diolah dapat ditampilkan dalam bentuk aplikasi mobile (Durani, H., Sheth, M., Vaghasia, M., & Kotech, S. 2018).



Gambar 2.7 Tampilan Platform Blynk Aplikasi Mobile

Gambar 2.7 menampilkan platform Blynk pada aplikasi mobile, ketika platform Blynk pada aplikasi mobile sudah memiliki akses untuk mengambil data dari Arduino IDE, pada saat pengguna akan mengubah data pada platform Arduino IDE maka tampilan pada platform Blynk pada aplikasi mobile akan menyesuaikan dengan perubahan pada Arduino IDE, sehingga hal tersebut dapat mempermudah pengguna dalam melakukan monitoring atau pemantauan terhadap sistem atau alat dari jarak jauh selama masing-masing perangkat tetap terhubung dalam koneksi internet.

24 Review Penelitian Sejenis

Pada saat berjalannya penelitian ini, tentu akan ada penelitian sejenis mengenai sistem monitoring listrik yang dibuat sebelum penelitian ini, review penelitian sejenis ini dilakukan sebagai tolak ukur yang nantinya akan menjadi pembanding antara penelitian, dengan menggunakan metodologi pengembangan yang akan disampaikan berikutnya. Oleh karena itu terdapat 3 penelitian sejenis yang dibuat lebih dulu, diantaranya sebagai berikut:

- a. Penelitian yang dilakukan di Politeknik Caltex oleh Cyntia Widiasari, S.T.,M.T, Fadhil Rendy, Wiwin Styorini, S.T.,M.T. dengan judul “Sistem Monitoring Daya Listrik dan Pengontrolan Perangkat Elektronik Berbasis IoT”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan monitoring dan pengontrolan terhadap alat elektronik yang digunakan, agar pengguna mengetahui daya listrik yang dibutuhkan dari suatu alat elektronik. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP32 sebagai mikrokontroler, kemudian PZEM-004T sebagai sensor arus listrik dan menggunakan platform web untuk menampilkan data sekaligus melakukan monitoring. Pengontrolan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan spesifik melalui alat-alat elektronik yang biasa digunakan, sehingga hasil dari penggunaan dapat diketahui dengan detail melalui satu alat elektronik yang diuji.
- b. Penelitian yang dilakukan di Universitas Pakuan oleh Asep Muhammad Alipudin, Didik Noto Sudjono dan Dimas Bangun Fiddiansyah dengan judul “ Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis *Internet of Things*(IoT)”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan monitoring biaya terkait penggunaan listrik dengan menggunakan sensor arus listrik yang kemudian hasilnya diolah sampai memberikan informasi terkait biaya. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP32 sebagai mikrokontroler, kemudian PZEM-004T sebagai sensor arus listrik dan LCD 20x4 yang digunakan untuk menampilkan data secara langsung.
- c. Penelitian yang dilakukan di Politeknik Negeri Bandung oleh Hartono Budi Santoso, Sapto Prajogo dan Sri Paryanto Mursid dengan judul “Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things*(IOT)”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemantauan energi listrik menggunakan PZEM-004T, kemudian dibandingkan dengan alat ukur komersial *power meter* tipe *Hioki 3286-20 Clamp on Power HiTester Meter Tang Ampere*. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP32 sebagai mikrokontroler, kemudian PZEM-004T sebagai sensor arus listrik. Penelitian ini melakukan pengujian dengan membuat perbandingan antara alat yang

dibangun dengan alat komersial melalui pemantauan data yang dihasilkan dalam jangka waktu tertentu.

Perbandingan dari penelitian terdahulu dapat disimpulkan melalui beberapa perbedaan terkait komponen yang digunakan oleh masing-masing penelitian kemudian proses penelitian yang berjalan pada masing-masing penelitian, gambaran perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Perbandingan Komponen yang Digunakan

No	Komponen	Widiasari, C. (2020)	Alipudin, A. M. (2018)	Santoso, H. B., (2018)
1.	ESP32	Ada	Ada	Ada
2.	LCD 20x4	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada
3.	PZEM-004T	Ada	Ada	Ada
4.	Web	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

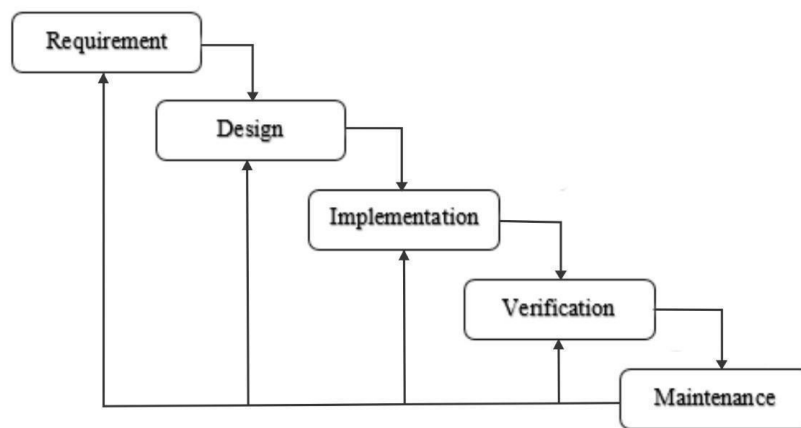
Tabel diatas merupakan penjelasan terkait komponen-komponen yang digunakan oleh masing-masing penelitian yang berbeda, masing-masing penelitian menggunakan mikrokontroler yang sama yaitu ESP32, kemudian sensor listrik yang digunakan oleh masing-masing penelitian adalah PZEM-004T dan tidak semua penelitian menggunakan komponen LCD 20x4 atau platform Web.

2.5 Metode Pengembangan Waterfall

Pada proses penulisan laporan tugas akhir ini terdapat metode yang digunakan yaitu *Waterfall*, secara definisi metode pengembangan ini memiliki arti air terjun yang dimana sifat dari air terjun adalah mengalir kebawah. Pada penelitian ini sifat dari air terjun yang terus mengalir kebawah akan diimplementasikan menjadi bentuk yang berbeda dimana hal ini memberikan tahapan pengerjaan yang sistematis pada penelitian ini, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan, kemudian berlanjut kepada tahapan-tahapan perencanaan, permodelan atau pembuatan gambaran sistem yang akan dibangun, pengujian sistem dan diakhiri dengan penyelesaian pembangunan.

Metode *Waterfall* merupakan model yang paling banyak digunakan dalam pengembangan perangkat lunak ataupun perangkat keras, dimana Winston Royce yang memperkenalkan

metode ini pada tahun 1970. Model pengembangan ini disebut model *Waterfall* karena memiliki aturan dimana setiap tahap yang akan dilakukan harus sesuai dengan urutan yang sudah dibuat, tahapan selanjutnya tidak dapat dilakukan jika tahapan yang sebelumnya belum diselesaikan, dengan kata lain metode pengembangan ini bersifat linear atau terstruktur dari tahap awal pengembangan sistem sampai akhir pengembangan sistem (Wahid, A. A. (2020). Penjelasan lain terkait metode pengembangan *Waterfall* akan dijelaskan melalui gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.8 Metode *Waterfall*

Sumber: (Pressman, 2012)

Pada gambar 2.8 terdapat urutan yang secara tampilan mengarah turun atau mengalir, dimana proses yang diawali dengan *Requirement* yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak atau perangkat keras yang akan dibangun beserta dengan kebutuhan yang diperlukan dalam proses pembangunan sistem, lalu terdapat *Design* yang bertujuan untuk mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan, kemudian *Implementation* yang dapat disebut sebagai inisialisasi dari pembuatan sistem yang terintegrasi pada tahap selanjutnya, kemudian *Verification* atau pengujian yang menjadi tolak ukur kesesuaian sistem dengan rencana, dan diakhiri dengan *Maintenance* atau pemeliharaan sistem yang sudah dibangun.

Metode ini merupakan metode dengan tingkat kesesuaian yang cukup tinggi untuk kasus pada penelitian ini, dimana terdapat banyak tahapan yang secara tertulis perlu disusun dengan baik, sehingga proses pembangunan sistem hanya berfokus pada satu tahapan yang perlu diselesaikan.

2.5.1 Kelebihan Metode Waterfall

- a. Metode *Waterfall* memberikan kualitas sistem yang baik, karena pelaksanaannya dilakukan secara bertahap.
- b. Tahapan yang dilakukan memiliki model fase *one by one* dimana kesalahan dari sistem dapat dicegah dengan baik.
- c. Bentuk dokumen atau laporan dari pengembangan sistem sangat terorganisir, karena masing-masing tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melangkah ke tahap berikutnya.

2.5.2 Kekurangan Metode Waterfall

- a. Memiliki rentang waktu yang cukup lama dalam proses pembangunan sistem.
- b. Memerlukan manajemen yang baik disetiap proses, karena masing-masing dari tahapan tidak dapat dilakukan secara berulang.
- c. Kesalahan yang muncul pada proses pengembangan akan lebih sulit diselesaikan jika tidak diatasi sejak kesalahan tersebut muncul.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini berjalan dengan jenis penelitian yaitu pengembangan, dimana terdapat berbagai prosedur pada penelitian yang berfokus pada sistem atau alat terdahulu yang sudah dibangun, kemudian memberikan inovasi atau perkembangan yang efektif dan relevan. Metode yang digunakan pada pengembangan ini adalah metode *Waterfall*. Pengembangan pada penelitian ini dilakukan dengan upaya peningkatan kinerja dari sistem atau alat, pada kasus ini penelitian dengan judul sistem monitoring meteran listrik tentunya akan menghasilkan beberapa peningkatan yang memberikan nilai lebih tinggi dibanding dengan penelitian terdahulu. Oleh karena itu disimpulkan jika penelitian ini merupakan penelitian dengan jenis pengembangan.

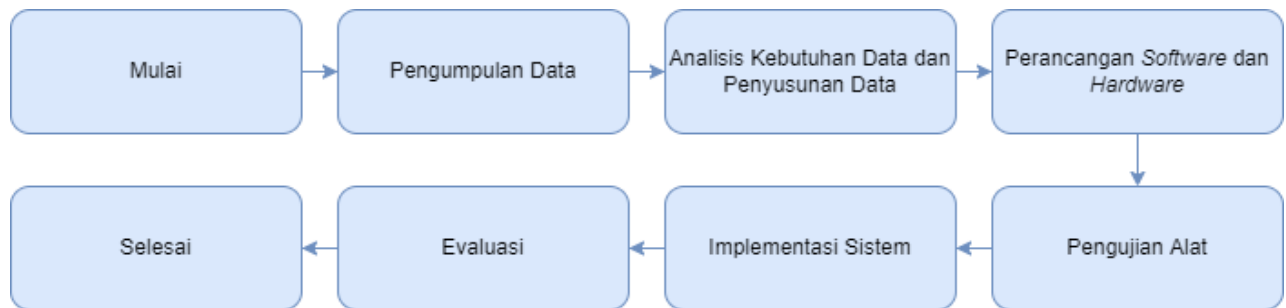
3.1.1 Penggunaan Metode *Waterfall*

Pada penelitian ini terdapat pengembangan yang dilakukan terhadap sistem yang memiliki bentuk fisik dan non-fisik sehingga untuk membangun sistem tersebut diperlukan metode yang secara rinci memberikan tahapan untuk pembangunan, mulai dari perencanaan yang meliputi proses pengumpulan data dan kebutuhan yang diperlukan, setelah itu perancangan dari sistem yang menjelaskan bagaimana sistem dibangun, kemudian bagaimana sistem diimplementasikan hingga pengujian sistem dan pemeliharaan sistem. Metode *Waterfall* memiliki urutan yang sesuai dengan kasus tersebut, dimana metode ini berjalan secara linear dan terstruktur, kemudian untuk masing-masing tahapan yang dikerjakan harus dilakukan secara berurutan, sehingga tidak dapat mengerjakan tahap berikutnya jika tahap sebelumnya belum diselesaikan. Contohnya ketika sistem akan diuji dan perancangan sistem belum dilakukan, maka pengujian tersebut tidak bisa dilakukan sebelum perancangan sistem tersebut diselesaikan.

3.2 Tahap Pengerjaan

Untuk pembangunan sistem sistem monitoring meteran listrik tentunya memerlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu, tahapan yang dilakukan dengan menggunakan metode *Waterfall* memerlukan tahapan yang terstruktur dan proses pengembangan berjalan secara linear, dimana di bawah ini terdapat implementasi dari penggunaan metode *Waterfall*,

adapun alur tahapan dari pembangunan sistem sistem monitoring meteran listrik seperti gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Proses Penelitian

a. Pengumpulan data

Pada tahap ini terdapat proses pengumpulan data yang sebelumnya diambil melalui referensi pada tahap studi literatur, data yang sudah terkumpul akan disaring sehingga data yang ditetapkan dapat dikembangkan lebih baik dalam penelitian ini. Dalam metode pengembangan, terdapat lebih dari satu referensi yang dijadikan tolak ukur untuk melakukan pembangunan sistem sehingga ketika sistem selesai dibangun akan terlihat perbandingan dan perkembangan dari sistem yang dibangun pada penelitian ini dengan sistem yang dibangun pada penelitian terdahulu.

b. Analisis kebutuhan data dan penyusunan data

Pada tahap ini terdapat analisis kebutuhan data yang nantinya akan menjadi kebutuhan sistem dalam menguji fungsi yang terdapat pada sistem monitoring listrik berbasis IoT *Home Automation* untuk layanan listrik prabayar. Pada penyusunan data terdapat berbagai informasi yang mempermudah dalam hal terkait tahap pembangunan dan tahap perancangan sistem.

c. Perancangan *software* dan *hardware*

Pada tahap ini terdapat proses yang khusus pada perancangan atau perakitan *software* maupun *hardware*, masing-masing komponen akan dihubungkan satu sama lain dengan mikrokontroler sebagai pusat sistem sehingga menjadi sebuah alat yang nantinya akan dihubungkan dengan komponen *software* untuk melakukan pemrograman.

d. Pengujian alat

Pada tahap ini terdapat proses pengujian dimana masing-masing fungsi dari sistem akan diuji mulai dari nilai yang dihasilkan hingga keakuratan data, setelah itu akan dilakukan pengujian melalui alat elektronik yang biasa digunakan, kemudian hasil dari pengujian tersebut akan disampaikan pada penelitian ini.

e. Implementasi Sistem

Pada tahap ini akan khusus pada penggunaan listrik harian yang nantinya akan dihubungkan dengan alat, kemudian sistem akan melakukan proses secara keseluruhan untuk menyesuaikan hasil dengan proses pengujian sebelumnya

f. Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan kesimpulan dari sistem yang dibangun ataupun penelitian ini, masing-masing poin akan dijabarkan sesuai dengan hasil proses dari penelitian ini.

3.3 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang akan dikembangkan, terdapat beberapa kebutuhan dari analisis yang sudah dilakukan terkait sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT *home automation* untuk layanan listrik Prabayar.

3.3.1 Kebutuhan Input

Kebutuhan *input* dari sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT *home automation* untuk layanan listrik Prabayar adalah sebagai berikut :

- a. Data sensor tegangan.
- b. Data sensor arus.
- c. Data sensor daya.
- d. Data sensor energi.

3.3.2 Kebutuhan Output

Kebutuhan *output* dari sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT *home automation* untuk layanan listrik Prabayar adalah sebagai berikut :

- a. Informasi nilai sensor tegangan.
- b. Informasi nilai sensor arus.
- c. Informasi nilai sensor daya.

- d. Informasi nilai sensor energi.

3.3.3. Kebutuhan Software

- a. Arduino IDE
- b. Blynk

3.3.4 Kebutuhan Hardware

Kebutuhan *hardware* dari sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT *home automation* untuk layanan listrik Prabayar adalah sebagai berikut :

- a. ESP32.
- b. PZEM-004T.
- c. LCD 20x4.
- d. Kabel jumper *male to female*.
- e. Breadboard.
- f. Kabel Micro USB.

3.4 Gambaran Sistem

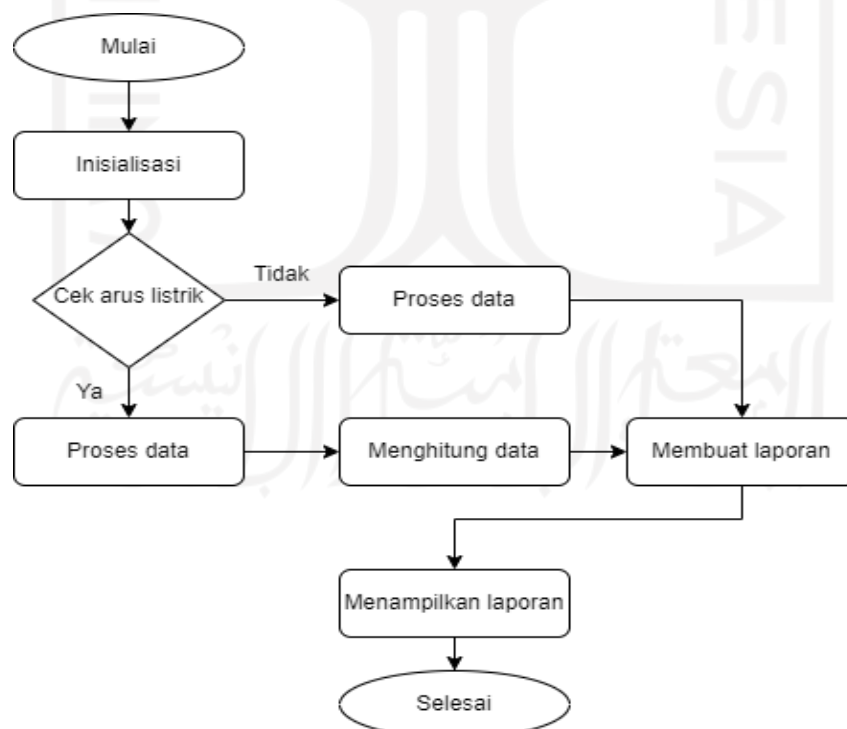
Sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT Home Automation ini dibuat dengan tujuan untuk mengukur dan monitoring penggunaan listrik, kemudian memberikan informasi terkait total harga yang harus dibayar dalam hitungan rupiah. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan listrik yang tidak terkontrol membutuhkan sistem yang dapat menampilkan penggunaan dari listrik Prabayar sekaligus memberikan notifikasi terkait total biaya yang harus dibayar supaya bisa mempermudah pengguna dalam penggunaan listrik Prabayar dengan lebih baik lagi. Gambar di bawah menggambarkan sistem yang akan dibangun, sistem tersebut terdiri dari ESP32 DevKit, LCD Screen 20x4 dan sensor arus PZEM-004T. Sistem ini akan mendeteksi penggunaan listrik secara berkala dalam frekuensi waktu yang ditentukan, kemudian menampilkan angka penggunaan dalam jumlah kWh dan memberikan notifikasi kepada pengguna jika pulsa listrik akan habis.

3.5 Perancangan Sistem

Sistem monitoring meteran listrik berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 akan mendeteksi arus listrik melalui sensor PZEM-004T yang diletakkan pada bagian kabel yang mengandung arus listrik, kemudian data arus listrik yang mengalir akan diolah pada mikrokontroler ESP32 kemudian ditampilkan melalui LCD 20x4 yang dapat dilihat langsung.

3.5.1 Perancangan Alur Kerja Sistem

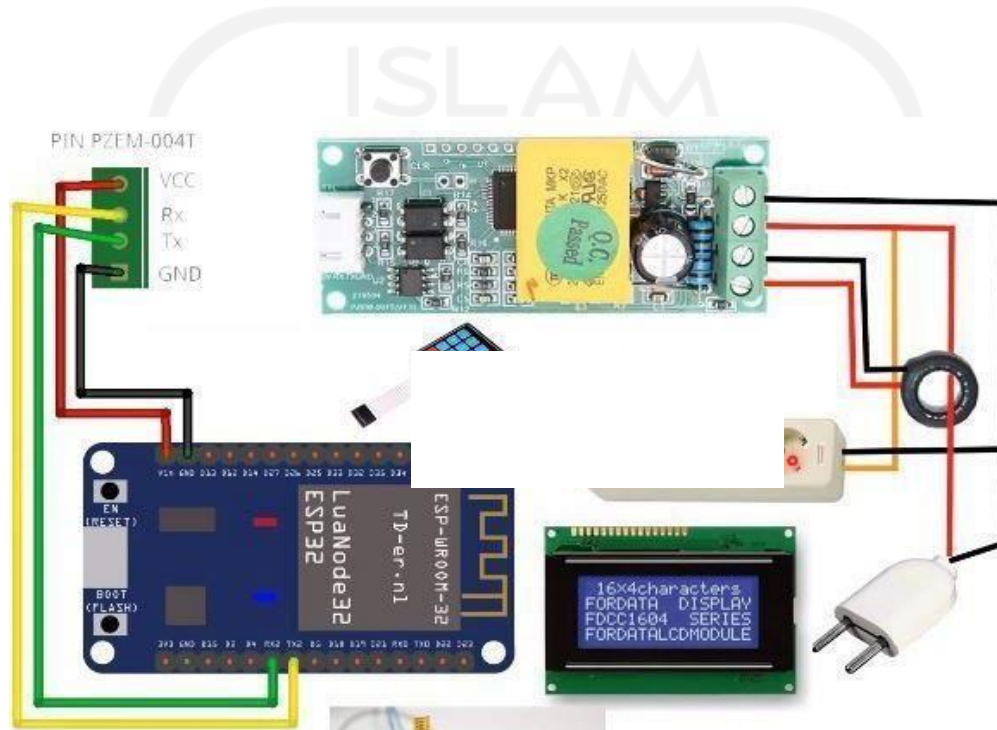
Gambar di bawah menjelaskan terkait alur kerja sistem monitoring meteran listrik berbasis *Internet of Things*. Masing-masing komponen akan memberikan nilai terhadap alat yang digunakan dalam sistem, sensor arus listrik PZEM-004T akan memberikan angka terkait arus listrik yang mengalir pada sistem, nilai yang diberikan oleh PZEM-004T akan ditampilkan pada LCD 20x4, selain nilai yang diberikan dapat ditampilkan pada LCD, nilai tersebut dapat diolah kembali sehingga dapat ditampilkan melalui platform lain yang dapat terhubung dengan mikrokontroler ESP32.



Gambar 3.2 Alur Kerja Sistem

3.5.2 Perancangan Komponen *Hardware*

Setiap komponen akan dihubungkan satu dengan yang lain sehingga ketika seluruh komponen sudah terhubung dan alat sudah dapat berfungsi, pusat pengendalian dari alat ini ialah ESP32, komponen ini akan memberikan perintah terhadap masing-masing komponen yang terhubung. Setelah masing-masing komponen sudah dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dengan baik, maka perancangan komponen *Hardware* ini dapat dikatakan sudah selesai. Gambar 3.3 adalah rancangan komponen *Hardware* yang direncanakan.



Gambar 3.3 Rencana Rancangan Komponen *Hardware*

Sumber : (electrical-hobby.blogspot.com, 2019)

3.5.3 Konfigurasi Arduino ke ESP32

Pada tahap konfigurasi ini, mikrokontroler ESP32 memerlukan asupan daya yang dapat dialirkan melalui kabel USB yang sudah dihubungkan dengan komputer, kemudian memastikan kesiapan mikrokontroler melalui aplikasi Arduino IDE, setelah itu Arduino IDE perlu menambahkan jenis mikrokontroler khusus untuk ESP32 melalui preferensi yang sudah disediakan . Gambar di bawah menjelaskan proses konfigurasi dari Arduino ke ESP32.



Gambar 3.4 Konfigurasi ESP32

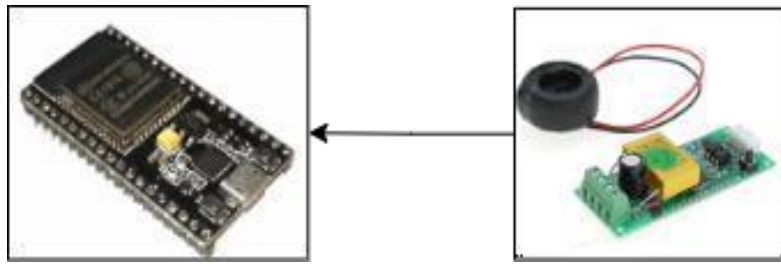
Gambar 3.4 merupakan proses untuk menghubungkan mikrokontroler ESP32 dengan perangkat komputer, proses ini menggunakan kabel Micro USB sebagai penghubung antara mikrokontroler ESP32 dengan komputer.

Gambar 3.5 Arduino IDE

Gambar 3.5 adalah tampilan dasar dari Arduino IDE yang berperan sebagai wadah atau tempat untuk melakukan pemrograman, kemudian memberikan perintah untuk mikrokontroler ESP32, setiap perintah yang diinginkan dapat ditulis dan diunggah dalam platform tersebut dan dapat diteruskan kepada komponen lain yang saling terhubung.

3.5.4 Konfigurasi Sensor Arus Listrik PZEM-004T dan ESP32

Pada tahap konfigurasi ini, komponen sensor arus listrik PZEM-004T akan dihubungkan dengan dua pihak, yaitu dengan ESP32 dan dengan stop kontak yang nantinya akan digunakan sebagai pengujian untuk mengetahui secara rinci terkait data arus listrik yang digunakan oleh setiap alat elektronik.

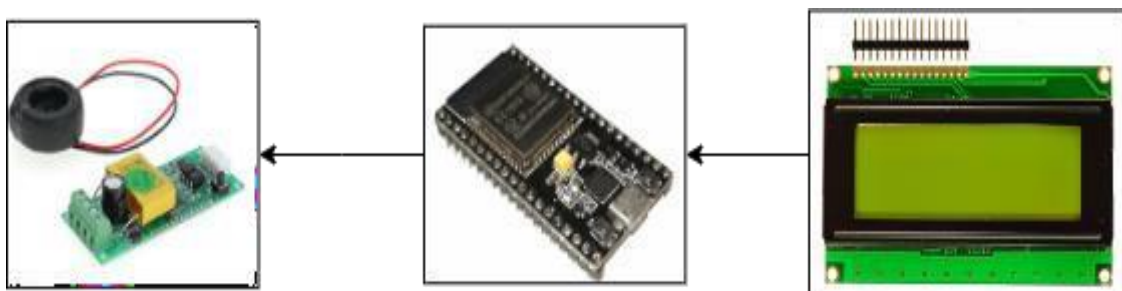


Gambar 3.6 Konfigurasi PZEM-004T dengan ESP32

Pada gambar 3.6, komponen PZEM-004T menjadi penghubung antara arus listrik dengan mikrokontroler ESP32, dimana komponen PZEM-004T mengambil arus negatif yang mengalir pada stop kontak supaya kemudian dapat diolah pada komponen PZEM-004T. Data yang diambil oleh komponen PZEM-004T bersifat *real-time* dimana setiap perubahan yang terjadi pada arus listrik makan akan memberikan perubahan pada data yang akan dikelola oleh mikrokontroler ESP32

3.5.5 Konfigurasi LCD 20x4

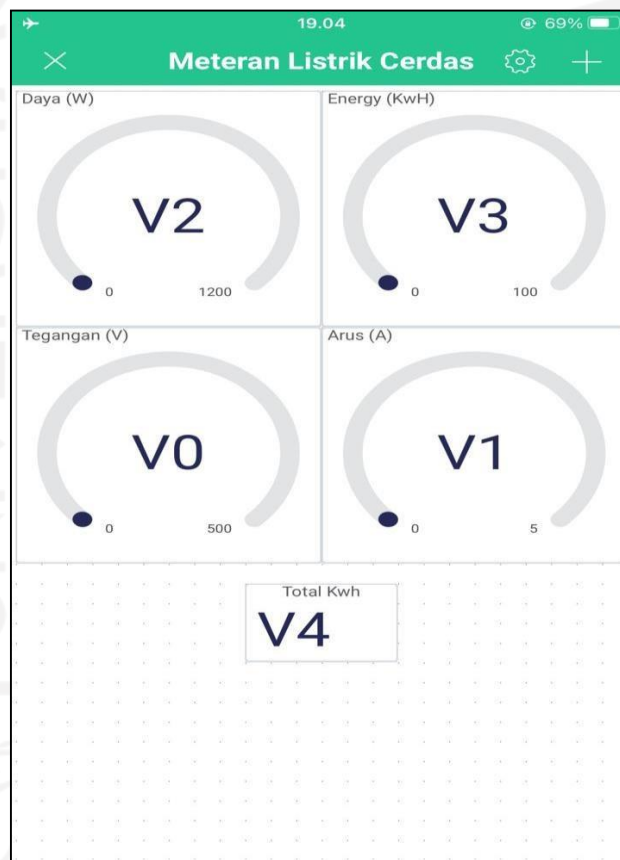
Pada tahap konfigurasi ini, komponen LCD 20x4 memerlukan sumber daya dari mikrokontroler ESP32 yang nantinya dapat menentukan data yang akan ditampilkan pada LCD 20x4, data yang sudah ditampilkan memiliki sifat mutlak, yang artinya hanya akan bisa berubah jika pengguna melakukan perubahan data dari ESP32, data yang ditampilkan pada LCD 20x4 dapat diambil dari komponen-komponen yang sudah terhubung dengan ESP32 selain LCD 20x4 itu sendiri, oleh karena itu data dari PZEM-004T yang sudah diolah pada ESP32 tentunya dapat ditampilkan pada LCD 20x4, data yang tertampil pada LCD 20x4 akan berubah secara *real-time* menyesuaikan dengan data yang tertampil pada mikrokontroler ESP32. Gambar 3.7 merupakan konfigurasi dari LCD 20x4.



Gambar 3.7 Konfigurasi LCD 20x4

3.5.6 Konfigurasi Blynk

Pada tahap konfigurasi ini, data yang sudah diolah oleh seluruh komponen maupun mikrokontroler akan ditampilkan pada platform Blynk, perubahan data yang terjadi pada sistem secara otomatis akan menyesuaikan dengan platform Blynk sehingga data yang berjalan akan selalu memiliki nilai yang serupa. Setelah sistem dapat memberikan nilai dari penggunaan listrik, platform Blynk akan membuat kode unik yang akan disesuaikan dengan pemrograman sistem, kemudian membuat variabel khusus untuk platform Blynk yang nantinya akan menampilkan data dengan variabel yang sejenis dengan sistem. Gambar 3.8 adalah tampilan dari platform Blynk yang akan melakukan pembuatan variabel sejenis dengan sistem.



Gambar 3.8 Konfigurasi Blynk

3.6 Perencanaan Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT *home automation* untuk layanan listrik Prabayar memiliki fungsi untuk memastikan nilai yang dihasilkan dari sensor arus listrik adalah hasil yang valid, dalam membuktikan pernyataan tersebut tentu memerlukan pengujian yang mencakup keseluruhan kinerja dari sistem yang dibangun, dengan kata lain sistem perlu dipastikan bahwa sensor yang membaca arus dapat memberikan nilai yang dapat memberikan hasil yang akurat.

Tabel 3.1 Perencanaan Pengujian Sensor

Sensor	Pengujian	Hasil yang diharapkan
Tegangan	Menghubungkan alat elektronik dengan alat	Sensor dapat memberikan hasil tegangan dalam sistem
Daya	Menghubungkan alat elektronik dengan alat	Sensor dapat memberikan hasil daya dalam sistem
Arus	Menghubungkan alat elektronik dengan alat	Sensor dapat memberikan hasil daya dalam sistem
Energi	Menghubungkan alat elektronik dengan alat	Sensor dapat memberikan hasil energi dalam sistem



BAB IV

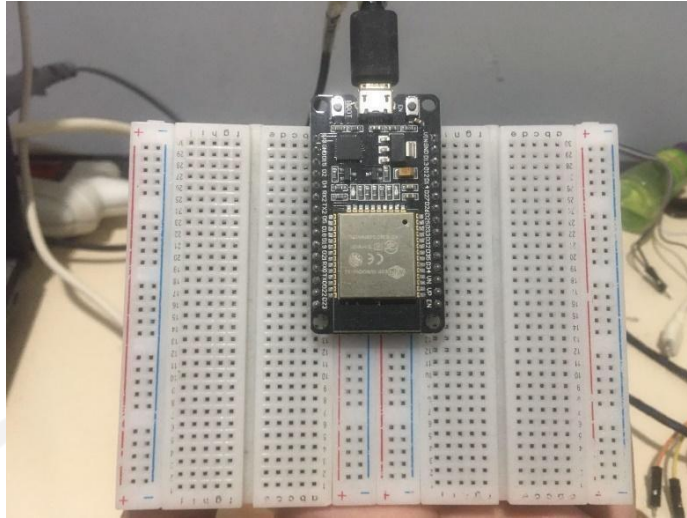
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Pada bagian ini akan membahas terkait implementasi dari sistem monitoring listrik berbasis *Internet of Things* (IoT), kemudian akan membahas terkait penulisan program melalui *script* atau *source code* yang akan digunakan pada sistem monitoring listrik, kemudian yang terakhir adalah pengujian dari sistem monitoring listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan Arduino IDE, ESP32, PZEM-004T dan LCD 20x4 serta dengan membahas kelebihan dan kekurangan dari sistem monitoring listrik berbasis *Internet of Things* (IoT).

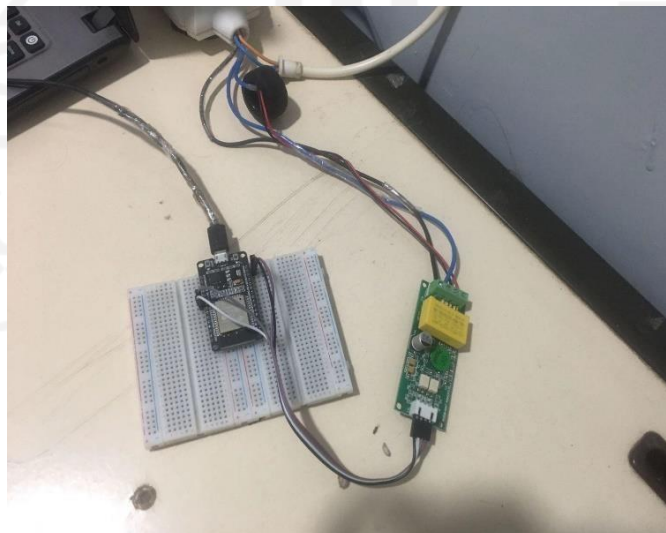
4.1.1 Implementasi Hardware

Pada pembuatan sistem monitoring listrik berbasis *Internet of Things* (IoT), terdapat beberapa komponen yang digunakan diantaranya adalah mikrokontroler ESP32, Arduino IDE, PZEM-004T dan LCD 20x4. Masing-masing komponen memiliki posisi yang berbeda, Arduino IDE sebagai wadah untuk memberikan perintah, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian, PZEM-004T sebagai komponen yang berhubungan langsung dengan arus listrik dan LCD 20x4 yang memiliki peran sebagai tempat visualisasi data. Sistem akan bekerja dengan tahapan awal yaitu pada mikrokontroler ESP32 untuk melakukan proses inisialisasi sistem, kemudian komponen PZEM-004T yang nantinya akan memberikan data terkait penggunaan arus listrik secara *real-time*, kemudian data yang diberikan oleh komponen PZEM-004T akan diolah pada mikrokontroler ESP32, setelah itu mikrokontroler ESP32 akan memberikan perintah kepada komponen LCD 20x4 untuk menampilkan data yang sudah diterima dari komponen PZEM-004T. Selain itu, data yang ditampilkan oleh LCD 20x4 dapat diolah kembali atau dikembangkan dengan platform lain yang memiliki tujuan yang sama, platform lain yang bersangkutan dapat berupa aplikasi mobile ataupun web.



Gambar 4.1 Inisialisasi ESP32 dengan Komputer

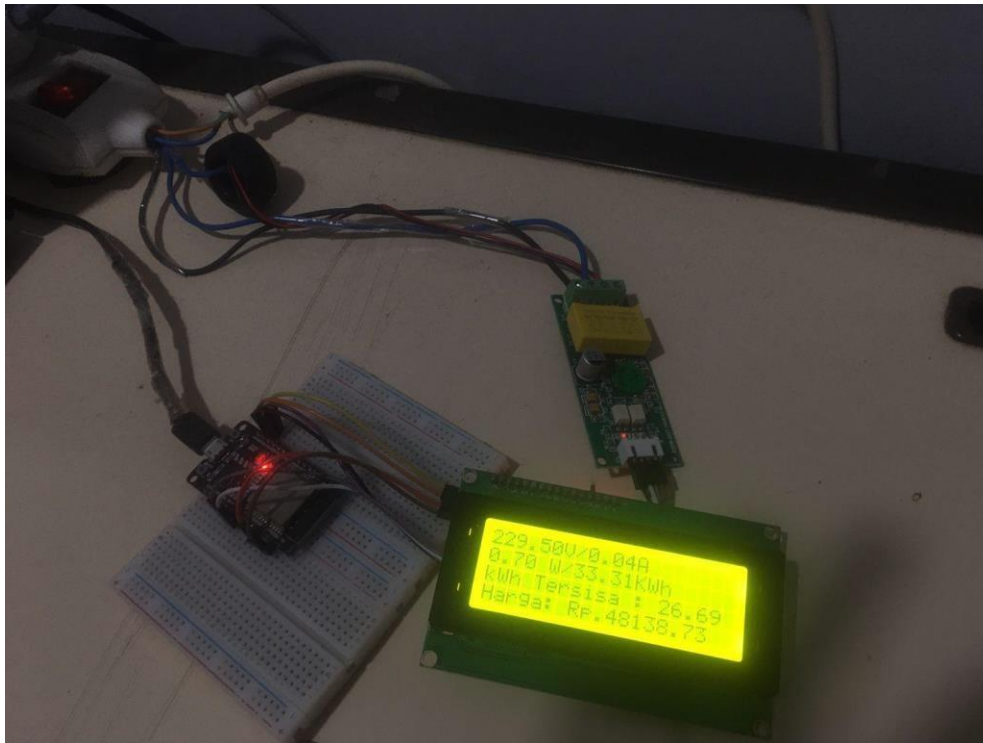
Gambar 4.1 menjelaskan terkait pemasangan mikrokontroler ESP32 yang akan berperan sebagai inti dalam sistem, kemudian setelah mikrokontroler ESP32 terhubung dengan komputer, diperlukan instalasi atau pemasangan *library* dari komponen-komponen lain seperti PZEM-004T dan LCD 20x4. Tujuan dari instalasi atau pemasangan *library* tersebut adalah untuk memungkinkan sistem dalam memanggil dan juga mengoperasikan komponen lain melalui mikrokontroler ESP32 dan Arduino IDE.



Gambar 4.2 Pemasangan Komponen PZEM-004T

Gambar 4.2 menjelaskan terkait pemasangan komponen PZEM-004T yang memiliki fungsi untuk mendeteksi arus listrik yang mengalir, sebelum komponen PZEM-004T

dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32, komponen PZEM-004T perlu dihubungkan dengan arus listrik yang mengalir, pada penelitian ini digunakan stop kontak untuk dihubungkan dengan komponen PZEM-004T yang nantinya ketika terdapat beberapa alat elektronik yang digunakan melalui stop kontak tersebut maka data penggunaan arus listrik dari alat-alat elektronik yang digunakan dapat ditampilkan melalui sistem.



Gambar 4.3 Pemasangan Komponen LCD 20x4

Pada gambar 4.3 terdapat proses pemasangan Komponen LCD 20x4 yang di mana nantinya Komponen LCD 20x4 akan memiliki peran sebagai media visual yang menampilkan data yang telah diambil oleh komponen PZEM-004T kemudian diolah melalui mikrokontroler ESP32.

4.2 Pembahasan *Script* atau *Source Code* Program

Penulisan program dengan menggunakan *script* atau *source code* akan dijelaskan secara khusus untuk memberikan informasi terkait bagaimana sistem berjalan secara detail, masing-masing *script* atau *source code* tentunya memiliki fungsi yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan informasi yang menjelaskan terkait fungsi dari *script* atau *source code* yang sudah ditulis.

4.2.1 *Script* atau *Source Code* Program Arduino

Penulisan *script* atau *source code* untuk melakukan pemrograman tentu memerlukan adanya data terkait kebutuhan yang harus dibuat, setelah itu proses penulisan *script* atau *source code* bisa dilakukan dengan mengikuti rencana. Pada proses penulisan *script* atau *source code* dilakukan pada platform Arduino IDE yang sudah terpasang pada komputer, kemudian pada platform Arduino IDE akan memerlukan berbagai jenis *library* yang nantinya akan digunakan untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang akan digunakan, setelah itu pemasangan komponen-komponen dan proses penulisan *script* atau *source code* dapat dilakukan. Berikut adalah *script* atau *source code* dari sistem yang berisi perintah kepada mikrokontroler untuk melakukan monitoring listrik.

```

1. #include <PZEM004Tv30.h>
2. #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
3. #include <WiFi.h>
4. #include <WiFiClient.h>
5.
6. LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 20, 4); //
   Change to (0x27,20,4) for 20x4 LCD.
7.
8. #if defined(ESP32)
9. PZEM004Tv30 pzem(Serial2, 16, 17);
10. #else
11. PZEM004Tv30 pzem(Serial2);
12. #endif
13.
14. void setup() {
15.     Serial.begin(9600);
16.     lcd.begin();
17.     lcd.backlight();
18.
19. }
```

Gambar 4.4 Inisialisasi Program Arduino IDE

Gambar 4.4 menjelaskan terkait proses inisialisasi sistem melalui Arduino IDE, dimana terdapat beberapa baris yang memiliki tujuan atau fungsi yang berbeda. Pada baris 1 - 4 merupakan tahapan pemanggilan komponen yang digunakan pada mikrokontroler ESP32, yaitu PZEM-004T dan LCD 20x4, kemudian pada baris 5 – 12 menjelaskan terkait posisi pin yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32. Pada baris 14-19 merupakan tahapan untuk inisialisasi dari serial monitor pada Arduino IDE dan LCD 20x4.

```

21. void loop() {
22.
23.     Serial.print("Custom Address:");
24.     Serial.println(pzem.readAddress(), HEX);
25.
26.     // Read the data from the sensor
27.     float voltage = pzem.voltage();
28.     float current = pzem.current();
29.     float power = pzem.power();
30.     float energy = pzem.energy();
31.     float frequency = pzem.frequency();
32.     float pf = pzem.pf();
33.     float SaldokWh;
34.     float TotalkWh;
35.     float harga;
36.
37.     if(energy > 50.000){
38.     pzem.resetEnergy();
39.     }
40.
41.     SaldokWh = 60;
42.
43.     for(int i=0; i<=2000; i++){
44.     TotalkWh = SaldokWh - energy;
45.     }
46.
47.     harga = energy * 1445;

```

Gambar 4.5 Penjabaran Variabel dan Pembuatan Algoritma

Pada penjelasan gambar 4.5 terdapat penjabaran dari sintaks yang sudah ditulis, pada baris 21-24 terdapat bagian proses inialisasi komponen PZEM-004T, pada baris 27-35 terdapat deklarasi variabel yang digunakan pada sistem, pada baris 37-45 terdapat penjelasan terkait algoritma yang digunakan untuk melakukan penghitungan ulang ketika kWh telah mencapai angka 50.000 kWh dan perulangan untuk menghitung nilai variabel TotalkWh, kemudian menetapkan saldo sementara yang akan tertampil pada sistem dengan nilai 60 kWh, pada baris 47 terdapat pembuatan variabel harga dengan nilai yang sudah dibulatkan menjadi Rp.1.445,-

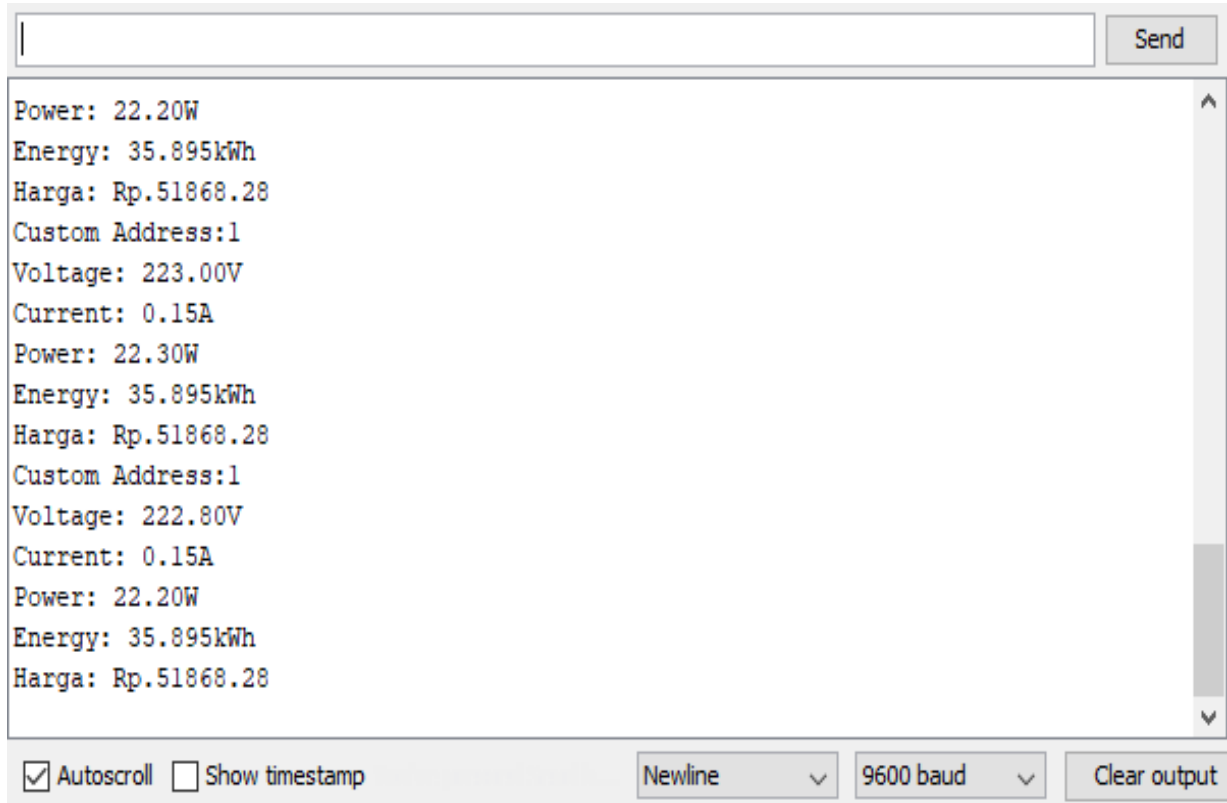
```

52.     if(isnan(voltage)){
53.         Serial.println("Error reading voltage");
54.     } else if (isnan(current)) {
55.         Serial.println("Error reading current");
56.     } else if (isnan(power)) {
57.         Serial.println("Error reading power");
58.     } else if (isnan(energy)) {
59.         Serial.println("Error reading power factor");
60.     } else {
61.
62.         // Print the values to the Serial console
63.         Serial.print("Voltage: ");
Serial.print(voltage);         Serial.println("V");
64.         Serial.print("Current: ");
Serial.print(current);         Serial.println("A");
65.         Serial.print("Power: ");
Serial.print(power);         Serial.println("W");
66.         Serial.print("Energy: ");
Serial.print(energy,3);         Serial.println("kWh");
67.         Serial.print("Harga: ");
Serial.print("Rp.");         Serial.print(harga);
68.     }

```

Gambar 4.6 Sintaks Tampilan Serial Monitor Arduino

Pada gambar 4.6 terdapat beberapa penjelasan terkait bagian tampilan dari sistem yang nantinya akan mengambil data dari berbagai variabel yang sudah dibuat sebelumnya, pada baris 52-60 terdapat tampilan jika maka terkait data yang tidak memiliki nilai sehingga tidak dapat ditampilkan nilainya, pada baris 63-67 terdapat bagian untuk menampilkan data melalui serial monitor arduino berdasarkan variabel dan jenis satuan yang digunakan. Serial monitor pada Arduino memiliki fungsi yang serupa dengan komponen ICD 20x4, dimana dapat menampilkan data secara *real-time*, namun serial monitor pada Arduino memerlukan sistem yang terhubung dengan komputer untuk menampilkan data, tidak seperti komponen LCD 20x4 yang hanya perlu asupan daya dari arus listrik untuk menampilkan data. Gambar 4.7 di bawah ini adalah tampilan dari sintaks tersebut.



Gambar 4.7 Tampilan dari Sintaks Serial Monitor Arduino

Tampilan dari serial monitor Arduino memiliki nilai yang sama dengan komponen LCD 20x4, dimana yang membedakan antara serial monitor Arduino dan LCD 20x4 adalah cara menampilkannya. Pada serial monitor Arduino, sistem harus dihubungkan terlebih dahulu dengan komputer untuk dapat menampilkan serial monitor Arduino dan data hanya dapat ditampilkan pada layar komputer, namun untuk LCD 20x4 sistem hanya perlu dihubungkan dengan arus listrik untuk menampilkan data, dengan kata lain penggunaan dari komponen LCD 20x4 lebih mudah dibandingkan menggunakan serial monitor pada platform Arduino.

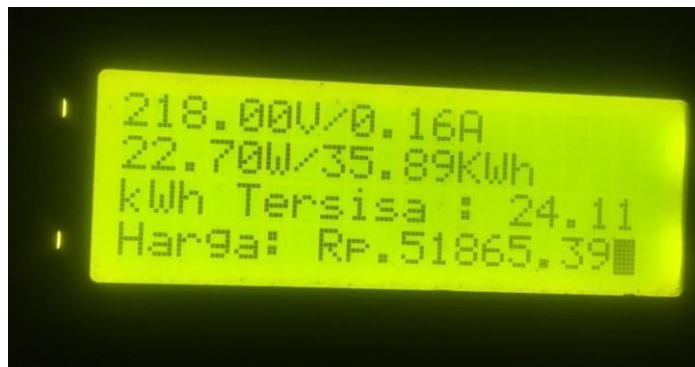
```

73     lcd.clear();
74     lcd.setCursor(0,0);
75     lcd.print(voltage);
76.    lcd.setCursor(6,0);
77.    lcd.print("V");
78.    lcd.setCursor(7,0);
79.    lcd.print("/");
80.    lcd.setCursor(8,0);
81.    lcd.print(current);
82.    lcd.setCursor(12,0);
83.    lcd.print("A");
84.
85.    lcd.setCursor(0,1);
86.    lcd.print(power);
87.    lcd.setCursor(5,1);
88.    lcd.print("W");
89.    lcd.setCursor(6,1);
90.    lcd.print("/");
91.    lcd.setCursor(7,1);
92.    lcd.print(energy,3);
93.    lcd.setCursor(12,1);
94.    lcd.print("KWh");
95.
96.    lcd.setCursor(0,2);
97.    lcd.print("kWh Tersisa :");
98.    lcd.setCursor(14, 2);
99.    lcd.print(TotalkWh);
100.
101.
102.    lcd.setCursor(0,3);
103.    lcd.print("Harga: Rp.");
104.    lcd.setCursor(10, 3);
105.    lcd.print(harga);
106.
107.    Serial.println();
108.    delay(2000);
109.
110. }

```

Gambar 4.8 Sintaks Tampilan LCD 20x4

Pada gambar 4.8 terdapat penjelasan terkait proses menampilkan data pada LCD 20x4, baris 73-83 menjelaskan terkait posisi menampilkan data tegangan dan arus yang memiliki posisi pada baris pertama dari LCD 20x4, baris 85-94 menjelaskan terkait posisi menampilkan data daya dan energi yang memiliki posisi pada baris kedua dari LCD 20x4, baris 96-105 menjelaskan terkait posisi menampilkan data kWh tersisa dan total harga dari kWh yang digunakan pada baris ketiga dan keempat dari LCD 20x4. Gambar 4.9 di bawah ini adalah tampilan dari sintaks tersebut.



Gambar 4.9 Tampilan dari Sintaks LCD 20x4

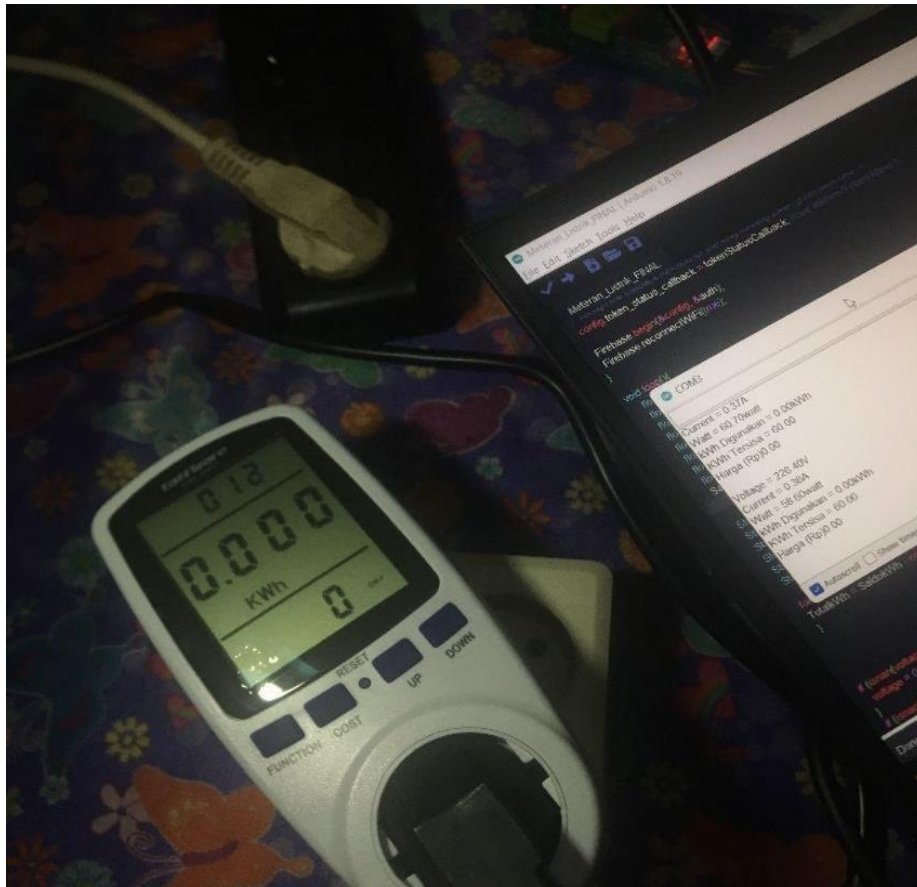
4.3 Pengujian Hardware

Pada bagian ini terdapat pengujian terkait *hardware* yang sudah dibuat, kemudian akan terdapat beberapa poin untuk diuji yang nantinya akan menjadi bahan perkembangan dari penelitian terdahulu. Pada pengujian sistem akan memerlukan alat komersial sebagai tolak ukur tingkat akurasi sistem dengan tujuan untuk mengurangi nilai *error* pada sistem. Hal tersebut diperlukan untuk memastikan kelayakan dari alat monitoring listrik yang sudah dibangun, ketika nilai *error* yang muncul pada hasil pengujian dari dua alat tersebut memiliki angka yang rendah, maka alat monitoring listrik yang dibangun dapat diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan dari pengguna.

4.3.1 Pengujian Alat Monitoring Listrik PZEM-004T

Pengujian alat monitoring listrik akan mengarah secara khusus pada fungsi utama sistem, yaitu untuk memantau arus listrik yang digunakan kemudian pada penggunaan energi akan dikalkulasikan menjadi mata uang Rupiah. Pada tahap ini, terdapat alat komersial *power meter* yang secara fungsi memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai standar fungsional sistem untuk pengukuran tegangan, daya, arus dan energi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat komersial *power meter* kemudian menggunakan alat monitoring listrik yang dibangun pada penelitian ini, masing-masing alat akan diberikan sampel alat elektronik yang sama dan juga waktu pengujian yang sama, dengan demikian hasil yang diberikan dapat dijadikan tolak ukur untuk menentukan kesesuaian dari dua alat yang berbeda. Setelah hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat, nilai yang dihasilkan dari dua alat tersebut akan diolah dan ditentukan nilai *error* yang muncul dari kedua alat tersebut, semakin kecil nilai *error* dari kedua alat tersebut maka semakin akan baik tingkat kelayakan dari alat yang sudah dibangun pada penelitian ini. Berikut ini adalah bagian dari pengujian sistem

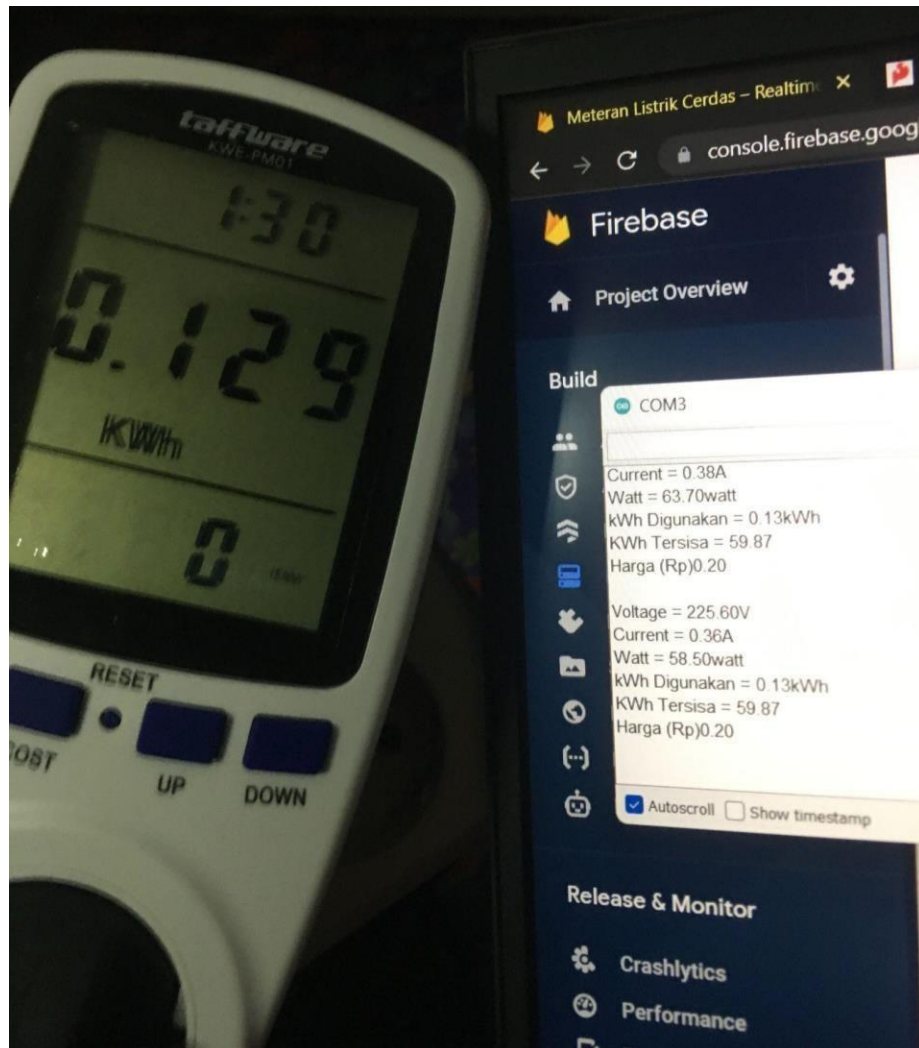
dengan membandingkan hasil dari alat komersial *power meter* dan hasil dari alat yang dibangun pada penelitian ini.



Gambar 4.10 Pengujian Awal Sistem

Pada bagian awal pengujian diatas, masing-masing dari alat komersial dan alat yang dibuat pada penelitian ini memiliki nilai yang sama, dengan angka yang diawali 0, nantinya akan dapat dibandingkan seiring berjalannya waktu, kemudian dalam hitungan waktu tertentu akan diketahui nilai perbandingannya. Alat elektronik yang digunakan sebagai uji coba sistem kali ini adalah adaptor laptop, pengisi daya ponsel, kipas angin dan monitor. Masing-masing dari alat elektronik tersebut dihubungkan dengan stop kontak yang sudah terintegrasi dengan alat komersial *power meter* dan juga alat monitoring listrik yang dibangun pada penelitian ini, dimana alat komersial *power meter* dihubungkan dengan stop kontak yang data penggunaan listriknya sudah dapat dilihat melalui serial monitor dari Arduino dan juga komponen LCD 20x4, dengan demikian secara tidak langsung kedua alat tersebut memiliki beban yang sama. Waktu yang ditentukan pada pengujian ini bersifat fleksibel, karena selama beban yang diukur

dikurangi ataupun ditambah, hasil yang diberikan pada alat komersial *power meter* ataupun alat monitoring listrik yang dibangun pada penelitian ini akan memberikan nilai yang sama.

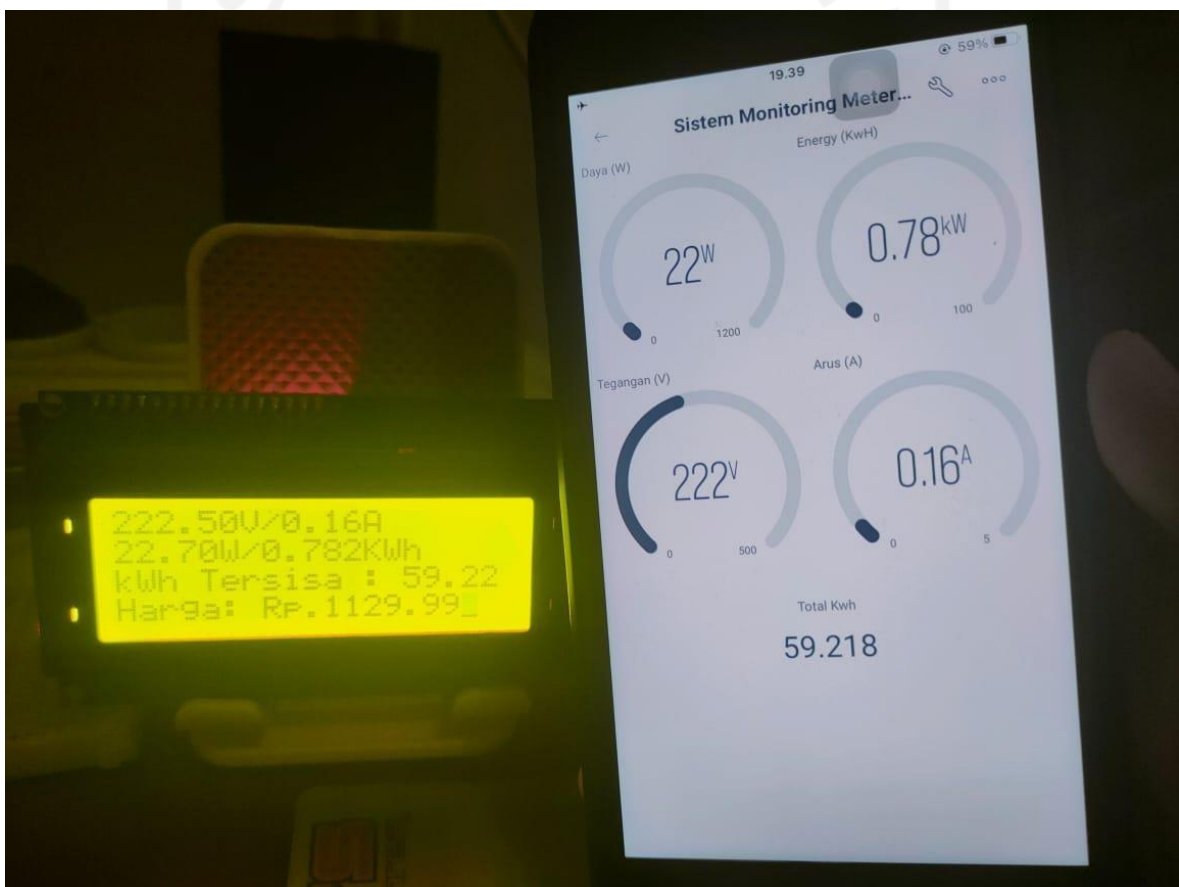


Gambar 4.11 Pengujian Akhir Sistem

Pada bagian akhir penelitian terdapat perkembangan nilai seiring berjalannya waktu yang sudah lebih dari satu jam, dengan energi yang memberikan nilai 0.129 pada alat komersial dan 0.130 pada sistem monitoring meteran listrik berbasis IoT. Nilai yang diberikan dari kedua pihak memiliki nilai error yang sangat kecil yaitu kurang dari 1%, begitupun dengan hasil pengujian dari tegangan, daya dan juga arus yang digunakan dari kedua alat yang diuji. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai yang diberikan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan sistem yang dibangun dapat melakukan monitoring listrik.

4.3.2 Pengujian Kalibrasi Sistem dengan Blynk

Pengujian kalibrasi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan nilai atau data yang dihasilkan ketika pengguna melakukan pemantauan dari jarak jauh, dimana pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan kedua sistem secara bersamaan, nilai yang dihasilkan oleh komponen LCD 20x4 akan dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh platform Blynk, jika hasil yang diberikan oleh kedua sistem memiliki nilai yang serupa, maka dapat dipastikan jika sistem dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh. Gambar 4.12 akan menjelaskan hasil dari pengujian kalibrasi sistem dengan platform Blynk.



Gambar 4.12 Pengujian Kalibrasi Sistem dengan Blynk

4.3.3 Pengujian Sistem dengan Alat-alat Elektronik

Setelah sistem memiliki nilai error yang rendah ketika dibandingkan dengan alat komersial *Power Meter* dan hasil yang diberikan oleh platform Blynk sesuai dengan sistem, maka sistem dapat melakukan pengujian dengan menggunakan alat-alat elektronik yang biasa digunakan. Sehingga nantinya masing-masing dari alat elektronik dapat diketahui total konsumsi atau penggunaan daya yang digunakan. Terdapat beberapa alat elektronik yang digunakan pada pengujian sistem ini, diantaranya adalah adaptor laptop, monitor, dispenser, kipas angin

dan pengisi daya ponsel. Berikut adalah hasil pengukuran dari alat-alat elektronik dengan menggunakan sistem sistem monitoring meteran listrik yang sudah dibangun.

Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Adaptor Laptop

No	Waktu Pengukuran	Data Pengukuran Arus	Data Pengukuran Daya	Data Pengukuran Tegangan	Data Pengukuran Energi
1	60 Menit	0,17 A	18,70 W	222,90 V	0,019 kWh
2	120 Menit				0,033 kWh
3	180 Menit				0,045 kWh

Tabel 4.2 Tabel Pengukuran Monitor

No	Waktu Pengukuran	Data Pengukuran Arus	Data Pengukuran Daya	Data Pengukuran Tegangan	Data Pengukuran Energi
1	60 Menit	0,16 A	21,80 W	221,40 V	0,022 kWh
2	120 Menit				0,040 kWh
3	180 Menit				0,058 kWh

Tabel 4.3 Tabel Pengukuran Dispenser

No	Waktu Pengukuran	Data Pengukuran Arus	Data Pengukuran Daya	Data Pengukuran Tegangan	Data Pengukuran Energi
1	60 Menit	1,519 A	330,0 W	222.3 V	0,329 kWh
2	120 Menit				0,593 kWh
3	180 Menit				0,886 kWh

Tabel 4.4 Tabel Pengukuran Kipas Angin

No	Waktu Pengukuran	Data Pengukuran Arus	Data Pengukuran Daya	Data Pengukuran Tegangan	Data Pengukuran Energi
1	60 Menit	0,224 A	24,60 W	224,2 V	0,024 kWh
2	120 Menit				0,053 kWh
3	180 Menit				0,078 kWh

Tabel 4.5 Tabel Pengukuran Pengisi Daya Ponsel

No	Waktu Pengukuran	Data Pengukuran Arus	Data Pengukuran Daya	Data Pengukuran Tegangan	Data Pengukuran Energi
1	60 Menit	0,7 A	7,50 W	221,90 V	0,006 kWh
2	120 Menit				0,012 kWh
3	180 Menit				0,017 kWh

4.4 Kelebihan Sistem

- a. Sistem dapat menampilkan data dari penggunaan listrik pada LCD 20x4 yang dapat dilihat secara langsung, data yang tertampil pada LCD 20x4 merupakan data yang bersifat tetap atau data yang sebelumnya dihasilkan oleh mikrokontroler ESP32, sehingga data yang muncul pada LCD 20x4 akan memiliki nilai yang sama pada mikrokontroler ESP32.
- b. Nilai yang dihasilkan dari sensor merupakan nilai yang sesuai dan perubahannya secara *real-time*, dengan kata lain setiap perubahan yang terjadi pada mikrokontroler ESP32 akan memicu perubahan yang sama pada komponen LCD 20x4, sehingga hasil yang diberikan pada mikrokontroler ESP32 ataupun komponen LCD 20x4 memiliki dasar nilai yang sama.
- c. Variabel yang digunakan dalam sistem merupakan variabel yang fleksibel, sehingga dapat diimplementasikan pada pihak ketiga dari sistem, pihak ketiga dari sistem memiliki berbagai jenis implementasi, yaitu pada platform web, aplikasi mobile dan beberapa platform sejenis lainnya.
- d. Tahapan yang dilakukan untuk perancangan sistem cukup sederhana, dimana cukup memerlukan arus negatif dari aliran listrik yang terhubung untuk melakukan pemantauan data.

4.5 Kekurangan Sistem

- a. Data dari penggunaan kWh yang tertampil pada meteran listrik rumah belum bisa memiliki nilai yang sinkron dengan sistem, sehingga pada alat yang dibangun terdapat nilai yang dibuat secara tidak langsung dengan menggunakan variabel khusus untuk menentukan nilai dari total kWh.
- b. Sistem tidak dapat melakukan input kWh pada meteran listrik rumah dikarenakan keterbatasan sistem yang hanya mampu mengelola data dari pihak mikrokontroler ESP32 dan juga komputer.
- c. Alat memiliki daya tahan sistem yang kurang stabil, sehingga sistem yang berjalan memiliki keterbatasan pada waktu tertentu dimana sistem tidak memberikan atau menampilkan hasil dari pemantauan arus listrik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan terdapat beberapa kesimpulan yang disampaikan diantaranya terkait dengan proses membangun sistem monitoring listrik berbasis IoT *Home Automation* untuk layanan listrik Prabayar yang dimana menggunakan konsep *Internet of Things* untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini sekaligus mengetahui bagaimana *Internet of Things* menjalani perannya, peran dari *Internet of Things* sendiri memiliki nilai yang sangat membantu dalam penyelesaian masalah, salah satunya dengan ranah yang luas sehingga memungkinkan *Internet of Things* memiliki peran yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang, kemudian setelah melakukan pengujian sistem dapat melakukan pemantauan arus listrik dan juga dapat memberikan laporan terkait alat elektronik yang digunakan, setelah itu sistem dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh dengan menggunakan platform Blynk. Dengan demikian pengguna akan mudah untuk mengetahui bagaimana seharusnya dalam penggunaan listrik untuk kehidupan sehari-hari, dimulai dari pemahaman terkait konsumsi daya dari alat-alat elektronik yang biasa digunakan dapat membantu untuk menyelesaikan masalah terkait penggunaan listrik berlebih.

5.2 Saran

Setelah berjalannya proses penelitian dengan judul Sistem monitoring meteran listrik Berbasis IoT Home Automation untuk Layanan Listrik Prabayar, terdapat beberapa saran yang perlu disampaikan dengan tujuan untuk memberikan peningkatan terhadap penelitian sejenis yang akan dilakukan, saran yang akan disampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem dapat dikembangkan sehingga memungkinkan untuk menampilkan data penggunaan listrik yang ada di meteran listrik.
- b. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengisian token listrik melalui sistem.
- c. Untuk pengolahan data penggunaan listrik dapat dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan platform lain.
- d. Sistem dapat dikembangkan untuk meningkatkan kinerja yang stabil dalam jangka waktu yang panjang.
- e. Sistem yang dibangun dapat melakukan rekapitulasi penggunaan listrik selama waktu yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi dan Penerapannya. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 14(2), 92-99.
- Alipudin, A. M. (2018). Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis *Internet of Things* (IOT). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Annisa, T. T. (2022). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT)* (Doctoral dissertation, Andalas University).
- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, N., Dasrul, D., & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 3, No. 1, p. 272).
- Dinata, Y. M. (2016). *Arduino Itu Pintar*. Elex Media Komputindo.
- Djuandi, F. (2011). Pengenalan arduino. *E-book*. [www. tobuku,](http://www.tobuku.com)
24.
- Docplayer.info. (2018). Pengenalan Tentang Disiplin Ilmu Internet of Things
- Durani, H., Sheth, M., Vaghasia, M., & Kotech, S. (2018, April). Smart automated home application using IoT with Blynk app. In 2018 Second international conference on inventive communication and computational technologies (ICICCT) (pp. 393-397). IEEE.
- <https://docplayer.info/88824095-1-pengenalan-tentang-disiplin-ilmu-internet-of-things-iot.html>
- Hajar, I., Hafizd, M., Dani, A. W., & Miharno, S. (2018). Monitoring of electrical system using internet of things with smart current electric sensors. *Sinergi*, 22(3), 211-218.

mikroavr.com, Jimmi Sitepu. (2020). Membaca Sensor PZEM-004T dengan Nodemcu Arduino

Pressman, R. S. (2012). Rekayasa perangkat lunak.

Randomnerdtutorials. (2016) Getting Started with the ESP32 Development Board

<https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/>

Rustandi, A. (2020). *Monitoring Arus Dan Daya Listrik Dengan Sistem Notifikasi Dari Smartphone Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (Iot)* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).

Santoso, H. B., Prajogo, S., & Mursid, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 357.

Sari, M., & Prasetyo, D. E. (2002). Sistem Simulasi Meteran Listrik Prabayar Berdasarkan Penggunaan Token Terhadap Daya Listrik Berbasis Multimedia.

Tukadi, T., Widodo, W., Ruswiensari, M., & Qomar, A. (2019, September). Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis *Internet of Things*. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 581-586).

Wahid, A. A. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi. *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, no. November, 1-5.

Yudhanto, Y. (2007). Apa itu IoT (*Internet of Things*). *Universitas Sebelas Maret*.

LAMPIRAN

