

**RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK PENGISISAN PULSA DAN
PEMANTAUAN SISA PULSA LISTRIK JARAK JAUH**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

WAHYU IMANULLAH

2109020183



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN**

2025

**RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK PENGISISAN PULSA DAN
PEMANTAUAN SISA PULSA LISTRIK JARAK JAUH**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

WAHYU IMANULLAH

NPM. 2109020183

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

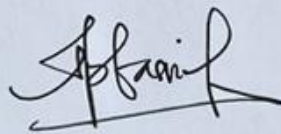
MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

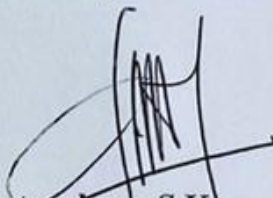
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK
PENGISIAN PULSA DAN PEMANTAUAN SISA
PULSA LISTRIK JARAK JAUH
Nama Mahasiswa : WAHYU IMANULLAH
NPM : 2109020183
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



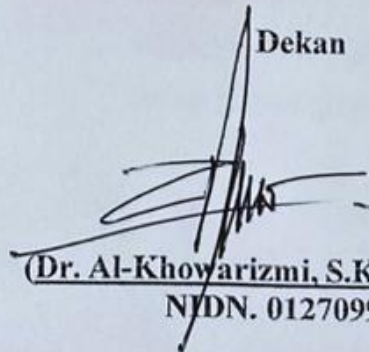
(Mhd. Basri, S.Si, M.kom)
NIDN. 0111078802

Ketua Program Studi



(Fatma Sari hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khoyarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK PENGISISAN PULSA DAN PEMANTAUAN SISA PULSA LISTRIK JARAK JAUH

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juni 2025

Yang membuat pernyataan



WAHYU IMANULLAH

NPM. 2109020183

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Wahyu Imanullah
NPM	2109020183
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK PENGISISAN PULSA DAN
PEMANTAUAN SISA PULSA LISTRIK JARAK JAUH**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2025

Yang membuat pernyataan

Wahyu Imanullah

NPM. 2109020183

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Wahyu imanullah
Tempat dan Tanggal Lahir : Binjai, 27 November 2003
Alamat Rumah : Jl.Sei Deli Kel.Puji Dadi Kec. Binjai Selatan
Telepon/Faks/HP : 085176767389
E-mail : wahyuimanullah271103@gmail.com

DATA PENDIDIKAN

SD	: SDN BINJAI 020256	TAMAT: 2015
SMP	: MTSN BINJAI	TAMAT: 2018
SMA	: MAN BINJAI	TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**(Rancang Bangun Sistem Iot Untuk Pengisian Pulsa Dan Pemantauan Sisa Pulsa Listrik Jarak Jauh)**” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi
4. Bapak/Ibu Mhd. Basri, S.Si., M.Kom., Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi
5. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ayah saya tercinta, yang telah banyak membantu saya terutama dalam membangun alat yang digunakan dalam skripsi ini. Bantuan, dukungan, serta doa beliau menjadi bagian penting dalam keberhasilan penulis.
7. Ibu saya tercinta, yang dengan kasih sayang, ketulusan, serta doa yang tiada henti telah menjadi sumber kekuatan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

RANCANG BANGUN SISTEM IOT UNTUK PENGISIAN PULSA DAN PEMANTAUAN SISA PULSA LISTRIK JARAK JAUH

ABSTRAK

Penggunaan listrik Prabayar semakin meluas, namun proses pengisian pulsa secara manual masih dirasa kurang praktis dan memerlukan kehadiran pengguna di lokasi meteran. Penelitian ini merancang dan membangun sistem Internet of Things (IoT) untuk mempermudah pengisian pulsa listrik secara jarak jauh sekaligus memonitor sisa pulsa secara real-time. Sistem ini memanfaatkan ESP32-CAM untuk membaca dan mengirimkan data sisa pulsa listrik secara visual melalui kamera, sehingga pengguna dapat melihat sisa pulsa listrik secara real-time dari mana saja. Untuk proses pengisian pulsa, digunakan aktuator solenoid yang dikendalikan oleh ESP32 untuk menekan tombol keypad pada meteran listrik secara otomatis, sehingga memungkinkan pengisian pulsa tanpa interaksi langsung pengguna. Seluruh sistem terhubung melalui jaringan Wi-Fi dan dapat diakses menggunakan aplikasi berbasis web. Dengan demikian, sistem ini menawarkan solusi praktis dan efisien untuk pengisian dan pemantauan pulsa listrik jarak jauh.

Kata Kunci: Internet of Things; Pengisian Pulsa listrik; Pemantauan Secara langsung; Solenoid.

IOT SYSTEM DESIGN FOR REMOTE CREDIT RECHARGE AND PEMANTAUAN OF REMAINING ELECTRICITY CREDIT

ABSTRACT

The use of prepaid electricity is increasingly widespread, but the manual credit top-up process is still considered impractical and requires the user to be present at the meter location. This study designs and builds an Internet of Things (IoT) system to facilitate remote electricity top-ups while pemantauan the remaining credit in real-time. This system utilizes ESP32-CAM to read and send remaining electricity credit data visually via a camera, so that users can see the remaining electricity credit in real-time from anywhere. For the credit top-up process, a solenoid actuator controlled by ESP32 is used to automatically press the keypad button on the electricity meter, allowing credit top-ups without direct user interaction. The entire system is connected via a Wi-Fi network and can be accessed using a web-based application. Thus, this system offers a practical and efficient solution for remote electricity top-up and pemantauan.

Keywords: Internet of Things; Electricity top up; Pemantauan Real-Time; Solenoid

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Studi Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1. Internet Of Things	7
2.2.2. Mikrokontroler Esp32	8
2.2.3. Kabel Jumper.....	10
2.2.4. Relay.....	11
2.2.5. Adaptor Power Supply 5v	13
2.2.6. Esp32 Expansion Board	15
2.2.7. Table 2.3. Penjelasan Expansion Board	16
2.2.8. Esp 32 cam	16
2.2.9. Push-pull Solenoid 6V.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Metode Penelitian	19
3.2. Teknik Pengumpulan Data.....	20

3.3.1. Observasi	20
3.3.2. Studi Pustaka	20
3.3. Alat Dan Bahan Perancangan	21
3.4. Tahapan Penelitian.....	22
3.5. Rancangan Alat.....	24
3.6. Jadwal Dan Waktu Penelitian	26
3.7. Perancangan Software.....	27
3.8. Ilustrasi Prototype Alat	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. hasil.....	31
4.1.1. Desain dan Implementasi Sistem	31
4.1.2. Proses kerja sistem	32
4.1.3. Fitur Website.....	32
4.1.4. Hasil pengujian system	33
4.2. Pembahasan	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR TABEL

		HALAMAN
TABEL 2.1.	SPESIFIKASI ESP 32	9
TABEL 2.3.	PENJELASAN EPANSION BOARD	16
TABEL 3.1	ALAT-ALAT PENELITIAN	21
TABEL 3.2	BAHAN-BAHAN ALAT	21
TABEL 3.3	PERANGKAT LUNAK YANG DI GUNAKAN	22
TABEL 3.4	WAKTU PENELITIAN	26
TABEL 4.1	KOMPONEN	32
TABEL 4.1	PENGUJIAN ESP 32	34
TABEL 4.3	PENGUJIAN SELENOID	35
TABEL 4.4	PENGUJIAN MANUAL	36
TABEL 4.5	PENGUJIAN DENGAN ESP 32	37

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
GAMBAR 2.1. ESP 32	8
GAMBAR 2.2. PIN ESP 32	9
GAMBAR 2.3. JUMPER WIRE	11
GAMBAR 2.4. RELAY	13
GAMBAR 2.5. ADAPTOR POWER SUPPLY 5V	14
GAMBAR 2.6. ESP 32 EXPANSION BOARD	15
GAMBAR 2.7. ESP 32 CAM	17
GAMBAR 2.8. SELENOID	18
GAMBAR 3.1. TAHAPAN PENELITIAN	23
GAMBAR 3.2. RANCANGAN ALAT	24
GAMBAR 3.3. BLOK DIAGRAM RANCANGAN ALAT	26
GAMBAR 3.4. DIAGRAM ALIR	27
GAMBAR 3.5. UI WEBSITE	24
GAMBAR 3.6. ILUSTRASI PROTOTYPE ALAT	29
GAMABR 4.1. HASIL	31
GAMBAR 4.2. FITUR WEBISTE	32
GAMBAR 4.3. PENGUJIAN SELENOID	35
GAMBAR 4.4. UJI COBA DENGAN ESP 32	38
GAMBAR 4.5. PENGUJIAN ALAT BERHASIL	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa banyak perubahan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam pengelolaan energi listrik. Listrik dan energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern, mendukung aktivitas rumah tangga, industri, dan teknologi. Kemampuan energi listrik untuk diubah menjadi berbagai bentuk energi lain seperti panas, cahaya, dan gerak menjadikannya sangat fleksibel dan efisien untuk berbagai aplikasi. Dalam era digital saat ini, ketergantungan terhadap energi listrik semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan kebutuhan manusia akan alat-alat elektronik. Pengelolaan sumber daya dan pengembangan energi terbarukan juga menjadi perhatian penting untuk memastikan keberlanjutan pasokan energi listrik di masa depan. Di Indonesia, penggunaan meteran listrik berbasis token pulsa semakin populer karena dianggap lebih praktis dan efisien (Pralingga et al., 2015).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi dan pengelolaan sumber daya yang lebih cerdas di bidang teknologi, saat ini IoT membuat pola pikir manusia semakin kedepan dalam penerapan peralatan elektronika. Teknologi elektronika yang dapat mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga dari jarak jauh salah satunya teknologi *internet of things* (Samsugi, S. 2017). Teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai inovasi yang memungkinkan perangkat-perangkat terhubung untuk memonitor, mengukur, dan mengendalikan penggunaan energi secara real-time. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini IoT bisa

mengawasin dan mengontrol perangkat dari lokasi yang jauh melalui jaringan internet, IoT juga menciptakan sistem yang saling terhubung guna meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kenyamanan. Salah satu teknologi yang berkembang yaitu rumah pintar dan juga pemantauan secara real time, rumah pintar dapat Mengontrol dari jarak jauh sehingga memudahkan penghuni untuk mengontrol keamanan rumah tanpa bantuan petugas keamanan (Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. R. 2020). Pemantauan real time Internet of Things membuat sesuatu permasalahan yang kompleks menjadi simple dengan proses pengotomatisasi dan juga pemantauan secara Real Time yang membuat teknologi IoT ini hanya membutuhkan koneksi internet dengan perangkat ponsel dengan jaringan Wi-Fi. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan energi, tetapi juga memberikan data yang akurat kepada pengguna dan penyedia layanan untuk mengoptimalkan distribusi dan mengurangi pemborosan. Dengan penerapan IoT dalam meteran listrik, konsumen dapat memonitor penggunaan listrik melalui aplikasi, sementara penyedia layanan seperti PLN dapat meminimalkan kesalahan pencatatan dan meningkatkan layanan pelanggan secara digital.

Di Indonesia, terdapat dua jenis listrik yang umum dikenal berdasarkan sistem dan penggunaannya, yaitu listrik Prabayar di Terapkan pada tahun 2008 dan listrik pascabayar di terapkan tahun 1970. Jenis listrik Prabayar memungkinkan pelanggan membayar di muka dengan membeli token, memberikan kelebihan seperti kontrol biaya, transparansi pemakaian, dan bebas denda keterlambatan, namun Sistem pengisian pulsa listrik digital Prabayar yang ada saat ini mempunyai kelemahan seperti halnya jika kuota energi listrik habis hanya dapat diketahui jika pemilik sedang berada di rumah dengan aktifnya buzzer sebagai alarm. Sedangkan

bila pemilik sedang di luar rumah tidak dapat mengetahui karena berada di luar jangkauan suara buzzer (Giarniasih and Kadarina, 2019). Sehingga bila rumah sedang ditinggal penghuninya dalam waktu lama, maka listrik akan kehabisan sampai dengan penghuni rumah datang untuk mengisi ulang dan lokasi meteran listrik yang sulit dijangkau pengguna harus memanjat atau menggunakan alat bantu untuk mengisi token. Hal ini tidak hanya merepotkan, tetapi juga berisiko terhadap keselamatan. Selain itu, proses pengisian token yang dilakukan secara manual juga kurang praktis, terutama bagi orang yang sibuk atau tinggal di daerah terpencil dengan akses terbatas. Listrik pascabayar memudahkan pelanggan menggunakan listrik tanpa batasan langsung dan membayar di akhir bulan, namun seringkali sulit mengontrol pemakaian, rentan terhadap denda keterlambatan, dan membutuhkan pengelolaan tagihan yang baik. Kedua sistem memiliki keunggulan dan kelemahan tergantung kebutuhan dan preferensi pengguna.

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, diperlukan inovasi untuk rancang bangun alat pengisian pulsa listrik jarak jauh dan Salah satu solusi yang diterapkan adalah dengan rancang bangun sistem iot pengisian pulsa jarak jauh menggunakan selenoit untuk menekan keypad dan pemantauan sisa pulsa meteran listrik jarak jauh dengan menggunakan esp 32 cam. Dengan sistem ini, pengguna tidak perlu lagi mendatangi meteran listrik secara fisik, pengguna hanya penginput kode Stroom yang sudah di beli lalu membuka website untuk mengisi kode stroom tersebut, token listrik akan langsung terisi secara otomatis. Diharapkan alat ini membuat proses pengisian token menjadi lebih cepat, aman, dan nyaman.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada penggunaan dua modul mikrokontroler ESP32 untuk logika kontrol dan aktuasi solenoid serta ESP32-CAM hanya untuk video streaming real time area lcd meteran Prabayar. Dengan proses pengisian token dilakukan sepenuhnya melalui solenoid yang menekan tombol keypad, komunikasi data hanya melalui jaringan Wi-Fi lokal menggunakan protokol HTTP. Catu daya mengandalkan adaptor eksternal tanpa baterai cadangan atau manajemen daya. Pengujian dilakukan di lingkungan Wi-Fi standar tanpa hambatan fisik berat, tanpa mempertimbangkan aspek keamanan data atau proteksi terhadap serangan siber.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Rumah atau lokasi penggunaan alat ini harus memiliki jaringan WiFi untuk menghubungkan meteran listrik ke internet.
2. Apabila token pulsa sudah abis maka kita harus menginput kode stroom secara manual.
3. Akurasi pembacaan kamera bergantung pada pencahayaan dan posisi alat.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yaitu :

1. Pengisian Pulsa Listrik Dari Jarak Jauh.
2. Pemantauan Jarak Jauh Sisa pulsa Listrik.
3. Memudahkan Pengisian Pulsa Dan Pemantauan Sisa Pulsa Dari Luar Kota.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, baik secara praktis maupun teoritis, antara lain:

1. Memungkinkan pengisian token listrik dari jarak jauh tanpa harus mendatangi lokasi meteran, sejalan dengan gaya hidup digital.
2. Dengan hanya memanfaatkan jaringan Wi-Fi lokal, implementasi menjadi lebih murah dan lebih cepat dibandingkan perluasan jaringan baru.
3. Streaming video dari ESP32-CAM untuk melihat sisa pulsa meteran pengguna dari manapun pengguna berada.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi praktis bagi pengguna, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan teknologi dan kebijakan energi di Indonesia.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Studi Pustaka

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mempelajari dan merefrensikan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang masalah pada skripsi ini. Adapun penelitian yang berhubungan dengan skripsi ini adalah sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Kurnianto et al. (2015) mengidentifikasi bahwa sistem pengisian token listrik pada meteran prabayar masih dilakukan secara manual melalui keypad pada perangkat meter. Hal ini menjadi masalah ketika pengguna berada di luar rumah, karena mereka tidak dapat memasukkan token dari jarak jauh.

Novriandry et al. (2020) menjelaskan bahwa meskipun metode prabayar dengan sistem kWh meter digital semakin populer di Indonesia, metode ini memiliki kelemahan karena pelanggan tidak dapat mengisi atau memantau sisa token listrik dari jarak jauh.

Penelitian Pralingga et al. (2015) mencoba mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan simulasi sistem pengisian token listrik menggunakan layanan pesan singkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas sistem ini bergantung pada kondisi perangkat yang digunakan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang lebih praktis, khususnya sistem pengisian token listrik prabayar yang dapat diakses dari jarak jauh secara efisien dan andal.

2.2. Dasar Teori

Landasan teori adalah seperangkat defisi, konsep, dan proposisi yang telah disusun rapi dan sistematis tentang variable-variable dalam sebuah penelitian. Landasan teori akan menjadi dasar yang kuat dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian landasan teori perlu ditegaskan agar penelitian ini memiliki dasar yang kokoh, dan bukan sekedar perbuatan coba-coba (*trial and error*).

2.2.1. Internet Of Things

Teknologi yang dirancang untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet dengan

menghubungkan berbagai objek di sekitar kita secara terusmenerus. Tujuan utamanya adalah untuk membuat aktivitas sehari-hari lebih mudah dan efisien melalui keterhubungan antar perangkat. Penerapan IoT semakin penting seiring meningkatnya penggunaannya dalam berbagai aspek kehidupan saat ini. IoT mencakup berbagai teknologi komunikasi, termasuk RFID (Radio Frequency Identification) dan teknologi sensor serta nirkabel lainnya. Istilah "Internet of Things" menunjukkan bahwa objek atau perangkat dapat terhubung dan berkomunikasi melalui internet (Selay et al., 2022).

Secara sederhana, IoT memungkinkan objek atau perangkat untuk terhubung, mengumpulkan data, dan mengirimkannya ke internet, sehingga memungkinkan perangkat lain mengakses data tanpa interaksi langsung dari manusia. Dengan demikian, data dapat dikirim melalui jaringan tanpa perlu campur tangan manusia,

baik dalam komunikasi antar manusia maupun antara manusia dan perangkat computer (Selay et al., 2022).

2.2.2. Mikrokontroler Esp32

Sistem terintegrasi (SoC) yang menyediakan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth, dan berbagai periferal lainnya. ESP32 dilengkapi dengan prosesor, penyimpanan, dan akses GPIO (General Purpose Input Output). Chip ESP32 menawarkan kemampuan yang lengkap, menjadikannya sebagai alternatif untuk Arduino, dengan kemampuan untuk terhubung langsung ke WiFi

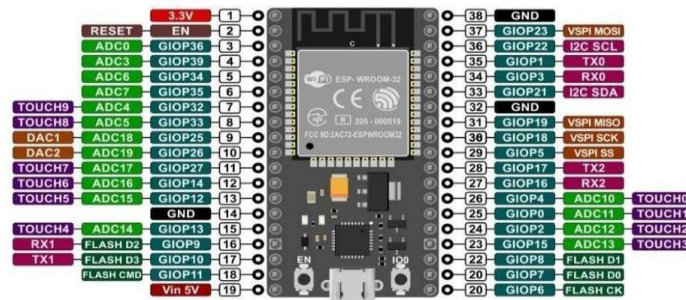
(Muliadi et al., 2020)

Ada dua versi board ESP32, yaitu yang memiliki 30 GPIO dan 36 GPIO. Meskipun kedua versi ini memiliki fungsi yang sama, versi dengan 30 GPIO lebih sering dipilih karena dilengkapi dengan dua pin GND tambahan. Setiap pin pada board ESP32 telah diberi label dengan jelas untuk memudahkan pengguna dalam mengenali fungsinya. Board ini juga dilengkapi dengan antarmuka USB to UART, yang memudahkan proses pemrograman menggunakan aplikasi pengembangan seperti Arduino IDE. Sumber daya untuk board ini dapat dihubungkan melalui konektor microUSB.



Gambar 2.1 Esp 32
Sumber : <https://Raharja.Ac.Id/>

Berikut ilustrasi *pinout* dari ESP32 yang dapat kita lihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pin Esp 32

Sumber : <https://Student-Activity.Binus.Ac.Id/>

Table 2.1. Spesifikasi Esp32

Komponen	Spesifikasi
Mikroprosesor	LX6 Single Atau Dual-Core 32-Bit Dengan Frekuensi Clock Hingga 240 Mhz
Memori	- SRAM 520 KB - ROM 448 KB - SRAM RTC 16 KB
Konektivitas wi-fi	- standar wi-fi 802.11 b/g/n - kecepatan hingga 150 mbps
Konektivitas bluetooth	- bluetooth klasik v4.2 - bluetooth low energy (ble)
Gpio	34 General Purpose Input/Output (Gpio) Yang Dapat Diprogram
Adc dan dac	- hingga 18 saluran sar adc 12-bit - 2 saluran dac 8-bit
Konektivitas serial	- 4 x spi - 2 x i²c - 2 x i²s - 3 x uart

Komponen	Spesifikasi
Konektivitas ethernet	Ethernet mac untuk komunikasi lan fisik (memerlukan phy eksternal)
Sd/sdio/mmc	- 1 pengontrol host untuk sd/sdio/mmc - 1 pengontrol cadangan untuk sdio/spi
Pwm	- Motor Pwm - Hingga 16 Saluran Led Pwm
Keamanan	- Enkripsi Boot Dan Flash Aman - Akselerasi Perangkat Keras Kriptografi (Aes, Hash (Sha-2), Rsa, Ecc, Dan Rn)
Fitur tambahan	- ultra-low power (ulp) co-processor - konsumsi daya rendah - kompatibel dengan berbagai modul iot

2.2.3. Kabel Jumper

Jenis kabel listrik yang digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen di dalam breadboard atau papan Arduino tanpa memerlukan proses penyolderan. Biasanya, kabel jumper dilengkapi dengan pin di kedua ujungnya, yang membuatnya lebih praktis untuk digunakan (Kalengkongan et al., 2018).

Inti dari kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (male connector) dan konektor

betina (female connector). Konektor jantan fungsinya untuk menusuk dan konektor betina fungsinya untuk ditusuk.



Gambar 2.3. Jumper Wire
Sumber : <https://www.daraz.com.bd/>

Macam-macam jenis kabel jumper arduino :

1. Kabel Jumper Male to male jenis yang pertama adalah male to male. Penggunaan kabel jenis ini sangat cocok untuk penggunaan pada rangkaian elektronik di breadboard.
2. Kabel jumper male to female 32 Jenis kabel ini memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu male dan female. Komponen ini biasanya untuk menghubungkan komponen elektronika ke breadboard maupun ke arduino itu sendiri
3. Kabel jumper female to female Jenis kabel ini biasanya digunakan untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki header male. Contohnya sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT, dan banyak lainnya.

2.2.4. Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi seperti saklar logika, yaitu on dan off. Relay bekerja dengan memanfaatkan gaya elektromagnetik untuk

membuka atau menutup kontak saklar yang digerakkan secara mekanis oleh energi listrik. Bagian Studi Pustaka merupakan bagian optional. Dengan demikian, secara sederhana, relay dapat dianggap sebagai saklar elektronik yang dioperasikan oleh arus listrik. (Dachi & Nainggolan, 2025).

Relay memiliki fungsi penting dalam rangkaian elektronika, terutama sebagai penghubung antara sistem kendali elektronik dan beban yang memiliki sumber daya berbeda. Dengan sifatnya yang memisahkan secara fisik antara bagian saklar dan elektromagnet, relay memberikan keamanan tambahan dalam mengendalikan perangkat berdaya tinggi dari sistem kendali yang berdaya rendah. Selain itu, relay sering digunakan untuk mengendalikan perangkat seperti motor listrik, lampu, atau elemen pemanas yang memerlukan arus besar, sementara sistem kendalinya hanya membutuhkan arus kecil.

Keunggulan lain dari relay adalah fleksibilitasnya dalam berbagai aplikasi elektronika, termasuk otomasi rumah, sistem keamanan, dan aplikasi industri. Relay dapat diandalkan untuk memberikan isolasi listrik antara input dan output, melindungi komponen sensitif dari gangguan arus tinggi atau lonjakan tegangan. Dengan desain yang sederhana namun fungsional, relay tetap menjadi komponen utama dalam pengembangan perangkat elektronik modern.

Relay Jenis saklar yang dikendalikan oleh arus listrik. Komponen ini terdiri dari kumparan bertegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Ketika arus mengalir melalui kumparan, armatur besi akan tertarik menuju inti. Armatur ini terhubung dengan tuas berpegas, dan saat armatur tertarik, posisi kontak jalur bersama akan berubah dari kontak normal-tertutup menjadi kontak normalterbuka.

Relay berfungsi dalam rangkaian elektronika sebagai pengendali sekaligus antarmuka antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sumber daya. Secara fisik, saklar atau kontaktor terpisah dari elektromagnet relay, sehingga beban dan sistem kontrol juga terpisah. (Alexander & Turang, 2015).

Penulis menggunakan tiga modul relay 8 channel, 2 channel, dan 1 channel. Sehingga total terdapat 11 channel relay. Setiap channel secara khusus terhubung dengan satu solenoid (1 channel relay = 1 solenoid), memungkinkan kontrol individual dan presisi pada setiap aktuator. Konfigurasi ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengaturan dan pengoperasian solenoid, serta memudahkan integrasi sistem otomasi secara keseluruhan.



Gambar 2.4. Relay

Sumber : <https://www.kmtech.id/>

2.2.5. Adaptor Power Supply 5v

Adaptor power supply adalah adaptor yang dapat merubah tegangan listrik AC yang besar menjadi tegangan DC. Misalnya : dari 14 tegangan 220v AC menjadi tegangan 5v DC, 9V DC, atau 12v DC. Adaptor power supply dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5. Adaptor Power Supply 5 V
Sumber : <https://www.aksesoriskomputerlampung.com>

Adaptor power supply dirancang sebagai pengganti baterai atau ACCU dalam rangkaian elektronik, sehingga lebih ekonomis dan praktis. Fungsinya adalah menyediakan sumber daya listrik yang stabil untuk perangkat elektronik dengan mengubah tegangan listrik dari sumber AC (arus bolak-balik) menjadi DC (arus searah) yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Dalam penggunaannya, adaptor ini mampu memberikan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan baterai, terutama untuk perangkat yang memerlukan daya secara terus-menerus.

Adaptor power supply dapat dibuat secara khusus atau diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya, tergantung pada kebutuhan aplikasi. Desain yang terintegrasi sering ditemukan pada perangkat elektronik modern untuk menghemat ruang dan biaya. Selain itu, adaptor ini juga dilengkapi dengan fitur pengaman seperti pengatur tegangan dan perlindungan terhadap arus berlebih, sehingga mampu menjaga perangkat elektronik tetap aman dan bekerja dengan optimal. Adaptor power supply dibuat untuk menggantikan fungsi baterai atau ACCU agar lebih ekonomis. Adaptor power supply ada yang dibuat sendiri, tetapi ada yang dibuat dijadikan satu dengan rangkaian lain (Mohan et al., 2004).

2.2.6. Esp32 Expansion Board

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan proyek Internet of Things (IoT) karena kemampuan dual-core, serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. Meskipun ESP32 menawarkan berbagai fitur canggih, modul ini memiliki sejumlah pin input/output (GPIO) dan fungsi terbatas, yang dapat membatasi fleksibilitas dalam beberapa aplikasi yang lebih kompleks.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, digunakanlah ESP32 Expansion Board. Expansion board ini merupakan papan sirkuit tambahan yang dirancang untuk memperluas fungsionalitas ESP32 dengan menyediakan lebih banyak port input/output, sumber daya, dan antarmuka komunikasi. Board ini memungkinkan integrasi berbagai perangkat eksternal seperti sensor, aktuator, serta modul komunikasi lainnya. Dengan demikian, pengembang dapat membuat sistem yang lebih kompleks dengan berbagai komponen yang saling berinteraksi (Harcog et al., 2023).



Gambar 2.6. Esp32 Expansion Board
Sumber : <https://Raharja.Ac.Id>

Table 2.2. Penjelasan Expansion Board

Fitur	Penjelasan
Penambahan Port GPIO	Menyediakan tambahan pin GPIO untuk menghubungkan perangkat eksternal seperti sensor, relay, atau motor.
Port Komunikasi	Mendukung komunikasi melalui I ² C, SPI, atau UART, sehingga dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai modul seperti LCD, modul RF, atau perangkat lain.
Kemudahan Pemrograman	Dilengkapi dengan port pemrograman dan debugging untuk mempermudah pengembangan, pengujian, dan pemeliharaan sistem.
Sumber Daya Listrik yang Stabil	Beberapa board memiliki regulator daya untuk memastikan distribusi daya yang stabil ke semua komponen yang terhubung, melindungi komponen dari kerusakan akibat lonjakan tegangan.
Kompatibilitas Platform	Mendukung berbagai platform pengembangan perangkat lunak seperti Arduino IDE, PlatformIO, ESP-IDF, dan MicroPython.
Dukungan Wi-Fi dan Bluetooth	Memperluas kemampuan komunikasi nirkabel ESP32 melalui pengaturan antena atau modul tambahan.
Slot Modul Ekstra	Beberapa expansion board dilengkapi dengan slot untuk memasang modul tambahan, seperti microSD card, modul GSM, atau GPS.
Antarmuka Daya USB	Menyediakan port USB untuk suplai daya dan transfer data, memungkinkan pengoperasian lebih fleksibel.
Desain Kompak	Ukuran yang ringkas membuatnya mudah digunakan dalam proyek IoT dan integrasi dengan perangkat lain.
Keamanan Tambahan	Beberapa board memiliki fitur tambahan seperti proteksi arus pendek atau overvoltage untuk meningkatkan keamanan perangkat.

2.2.7. ESP 32 CAM

ESP32 CAM merupakan modul mikrokontroller yang memiliki kemampuan untuk menangkap gambar secara real-time dan mendeteksi wajah yang harus terhubung ke jaringan WI-FI (Maulana et al., 2024).



Gambar 2.7. Esp 32 cam

ESP32-CAM dapat berfungsi untuk memantau sisa pulsa listrik dengan cara dipasang berhadapan dengan LCD meteran listrik, sehingga dapat melihat sisa pulsa atau membaca informasi yang ditampilkan pada layar LCD tersebut. Data yang diperoleh dari kamera ini kemudian dapat dikirim melalui koneksi Wi-Fi ke website yang telah di buat, memungkinkan pengguna untuk melihat sisa pulsa listrik secara real-time tanpa harus memeriksa meteran secara langsung.

2.2.8. Push-pull Solenoid 6V

Solenoid adalah kumparan kawat berbentuk silinder yang dialiri arus listrik untuk menghasilkan medan magnetik. Di dalam kumparan terdapat inti logam (biasanya besi) yang dapat bergerak secara linear ketika medan magnetik terbentuk. Gerakan ini terjadi karena adanya gaya tarik atau tolak magnetik antara inti logam dan kumparan—sehingga solenoid berfungsi sebagai aktuator elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Prinsip kerja solenoid didasarkan pada hukum elektromagnetik: ketika arus listrik mengalir melalui lilitan kawat, akan tercipta medan magnet di sekitar kumparan. Medan magnet tersebut menarik inti besi ke dalam pusat kumparan (atau mendorongnya keluar, tergantung konfigurasi), menghasilkan gerak maju–mundur. Setelah arus diputus, pegas atau gaya gravitasi akan mengembalikan inti ke posisi semula, sehingga siklus tarik–lepas dapat terulang sesuai kebutuhan (Yuan, 2004).



Gambar 2.8. Solenoid

Solenoid pada alat ini berperan sebagai “jari mekanik” yang mampu menekan tombol-tombol di meteran listrik secara presisi, menggantikan sentuhan manusia. Setiap solenoid diposisikan tepat di depan tombol yang sesuai, sehingga saat diberikan sinyal listrik, batang inti solenoid akan maju dan menekan tombol meteran dengan kekuatan cukup untuk memasukkan angka atau kode pulsa.

Melalui antarmuka website yang telah dikembangkan, pengguna cukup mengetik kode pulsa dan menekan tombol virtual di layar, lalu sistem akan menerjemahkannya menjadi perintah listrik untuk mengaktifkan solenoid terkait. Dengan begitu, pengisian ulang pulsa listrik dapat dilakukan dari jarak jauh kapan saja tanpa harus mendatangi meteran secara fisik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Prototipe model merupakan suatu metode dalam pengembangan perangkat lunak di mana pengembang diwajibkan membuat mockup berupa model aplikasi. Metode ini sangat sesuai ketika pengguna tidak mampu memberikan informasi yang jelas mengenai kebutuhan mereka. Metode pengembangan sistem model prototipe merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan. Dalam proses prototyping, sering kali pelanggan dapat menentukan sasaran perangkat lunak secara umum, namun mereka seringkali kesulitan mengidentifikasi spesifikasi kebutuhan yang lebih rinci terkait dengan fungsi-fungsi dan fitur-fitur yang akan dimiliki oleh perangkat lunak yang sedang dikembangkan. Prototipe merupakan cara yang efektif untuk mendapatkan umpan balik terhadap sistem yang diajukan, menjelaskan bagaimana sistem tersebut dapat memenuhi kebutuhan informasi pengguna (Meisak et al., 2022).

Dalam pengembangan Teknologi informasi, prototipe sering kali diwujudkan dalam bentuk antarmuka pengguna program aplikasi dan contoh-contoh laporan yang akan dihasilkan, memberikan pengguna sistem gambaran tentang bagaimana sistem tersebut akan digunakan. Penerapan prototyping dapat dilakukan baik pada pengembangan sistem kecil maupun besar, dengan harapan bahwa proses pengembangan dapat berjalan dengan baik, terorganisir, dan dapat diselesaikan tepat waktu. Keterlibatan penuh pengguna ketika prototipe terbentuk

akan memberikan keuntungan bagi semua pihak yang terlibat, termasuk pimpinan, pengguna, dan pengembang sistem.

Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, penggunaan metode prototyping tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan pengguna, tetapi juga berfungsi sebagai alat komunikasi yang efektif antara pengembang dan pengguna. Dengan adanya prototipe, pengguna dapat melihat dan merasakan bagaimana sistem yang diusulkan akan berfungsi, sehingga mereka dapat memberikan umpan balik yang lebih konkret dan spesifik. Hal ini mengurangi risiko kesalahpahaman yang sering terjadi ketika spesifikasi kebutuhan hanya disampaikan secara verbal atau tertulis.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

3.3.1. Observasi

penelitian ini muncul dari hasil pengamatan langsung di lingkungan sekitar, khususnya di perumahan daerah penulis yang mengalami kesulitan dalam mengisi token listrik karena posisi meteran listrik yang terlalu tinggi dan sulit dijangkau.

3.3.2. Studi Pustaka

Studi Pustaka, yaitu dengan mempelajari buku-buku, referensi-referensi yang ada kaitannya dengan masalah yang dibahas untuk mendapatkan teori-teori dari permasalahan.

3.3. Alat Dan Bahan Perancangan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam merancang sistem alat meteran listrik jarak jauh ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Alat-Alat Penelitian

No	Nama alat	Fungsi
1	Laptop	Program dikembangkan menggunakan aplikasi Arduino IDE, sementara tambilan di buat melalui platform Xampp dan VSC
2	Bor	Untuk melubangin kotak proyek
3	Peralatan lainnya	Alat bantu yang diperlukan termasuk obeng, kabel USB, tang potong, gunting dan peralatan lainnya

Tabel 3.2. Bahan-Bahan Alat

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Esp 32	Untuk Mengubungkan Ke Wifi
2	Jumper	Untuk Mengubungkan Rangkaian
3	Adaptor	Memberikan Tegangan DC Pada Esp 32
4	Relay	Untuk Mnggerakan Selenoid
5	Solenoid 10V 20NM	Menekan Tombol-Tombol Di Meteran Listrik
6	Esp32 Cam	Memantau Sisa Pulsa Listrik

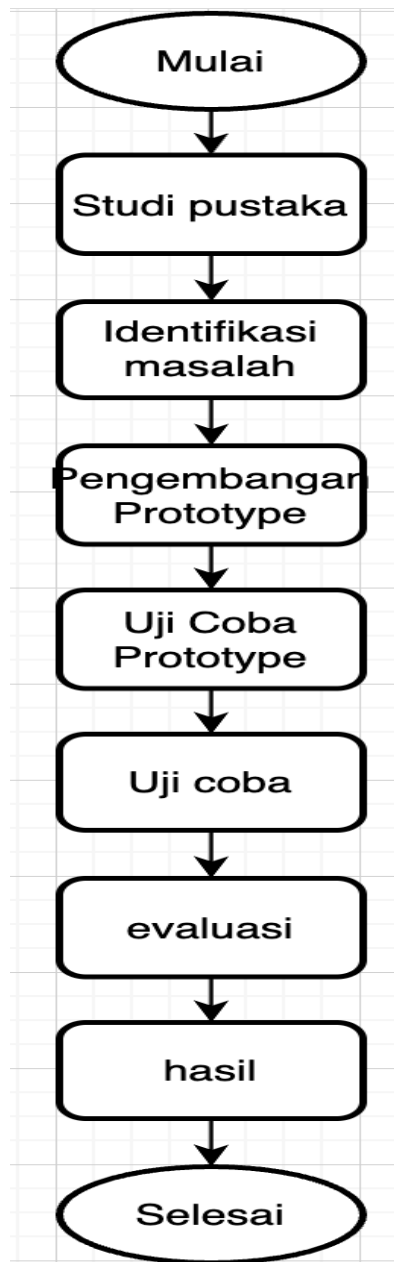
Tabel 3.3. Perangkat Lunak Yang Di Gunakan

No	Nama perangkat	Fungsi
1	Arduino IDE	Mengupload program ke Esp 32 dan Esp 32 cam
2	Microsoft	Menulis laporan penelitian
3	Draw.io	Membuat digram
4	Wokwi	Membuat gambar rangkain

3.4. Tahapan Penelitian

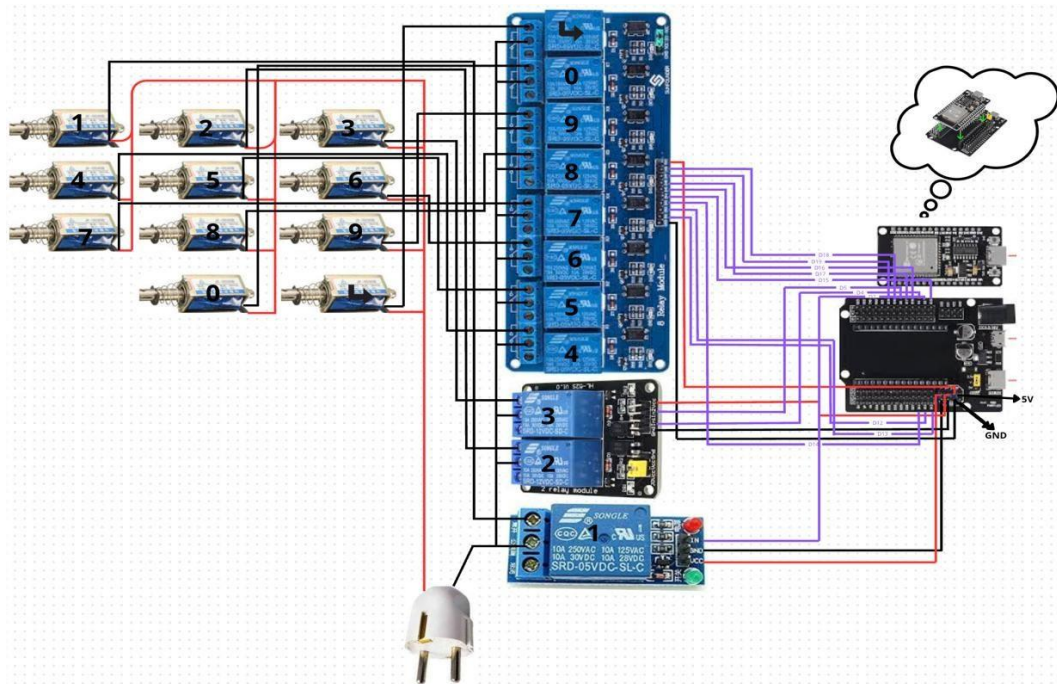
Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah terkait kesulitan pengisian token listrik manual. Tujuan utama penelitian adalah rancang bangun sistem iot untuk pengisian pulsa dan pemantauan sisa pulsa listrik jarak jauh yang memungkinkan pengisian token listrik secara otomatis melalui aplikasi website. Setelah studi pustaka mengenai teknologi terkait, prototipe alat dikembangkan dan diuji untuk mengukur kinerja serta efektivitasnya dalam kemudahan penggunaan. Hasil coba dievaluasi untuk memperbaiki dan menyempurnakan sistem, kemudian disusun dalam laporan yang memberikan kesimpulan dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, dengan tujuan diseminasi kepada pihak terkait untuk meningkatkan penerapan teknologi dalam pengelolaan energi.

Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat menjawab berbagai tantangan yang dihadapi pengguna, seperti keterbatasan akses fisik ke meteran listrik dan potensi gangguan operasional akibat metode manual. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan dan kenyamanan pengguna dalam mengelola kebutuhan listrik secara lebih efisien.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

3.5. Rancangan Alat



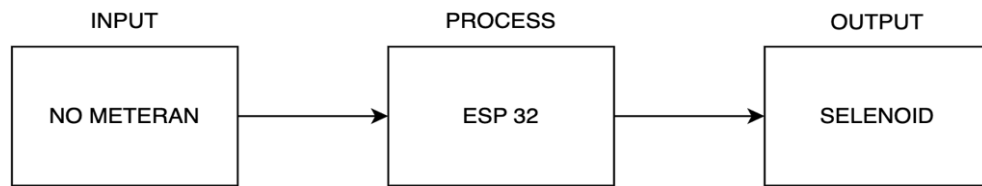
Gambar 3.2. Rancangan Alat

Cara kerja alat dan bahan di atas untuk merancang sistem alat meteran listrik menggunakan **ESP32** sebagai mikrokontroler utama. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi yang efektif dalam mengukur, memonitor, dan mengontrol konsumsi daya listrik secara real-time. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi **LCD 16x2** untuk menampilkan informasi penting, seperti tegangan, arus, daya, dan energi yang diukur oleh **sensor PZEM-004T**. Selain itu, sistem ini juga memanfaatkan **modul relay** untuk memutuskan aliran listrik secara otomatis apabila pulsa listrik sudah habis, sehingga pengguna dapat lebih mudah mengelola penggunaan listrik mereka.

Dalam implementasinya, komunikasi antara komponen dilakukan melalui protokol yang sesuai dengan spesifikasinya, yaitu **I2C** untuk LCD dan **UART**

untuk sensor PZEM-004T. Pemrograman ESP32 dirancang untuk membaca data dari sensor, memprosesnya, dan menampilkan hasilnya pada layar LCD. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi logika kontrol untuk memantau sisa pulsa listrik yang tersimpan dalam sistem. Jika pulsa listrik terdeteksi habis, modul relay akan diaktifkan untuk memutuskan aliran listrik secara otomatis. Fitur ini memberikan keamanan tambahan, sekaligus mendorong pengguna untuk memastikan pulsa listrik terisi agar aliran daya tetap tersedia.

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen bekerja secara optimal dan hasil pembacaan data akurat. Parameter seperti tegangan, arus, daya, dan sisa pulsa yang ditampilkan pada LCD dibandingkan dengan alat ukur standar untuk memverifikasi keakuratan sistem. Selain itu, skenario di mana pulsa listrik habis diuji untuk memastikan respons sistem terhadap kondisi tersebut, termasuk pemutusan aliran daya melalui relay. Dengan pengujian yang mendalam, diharapkan sistem ini dapat memberikan solusi yang efisien dan aman untuk pemantauan, pengelolaan daya listrik, dan pengendalian konsumsi listrik berbasis pulsa.



Gambar 3.3 Blok Diagram Rancangan Alat

3.6. Jadwal Dan Waktu Penelitian

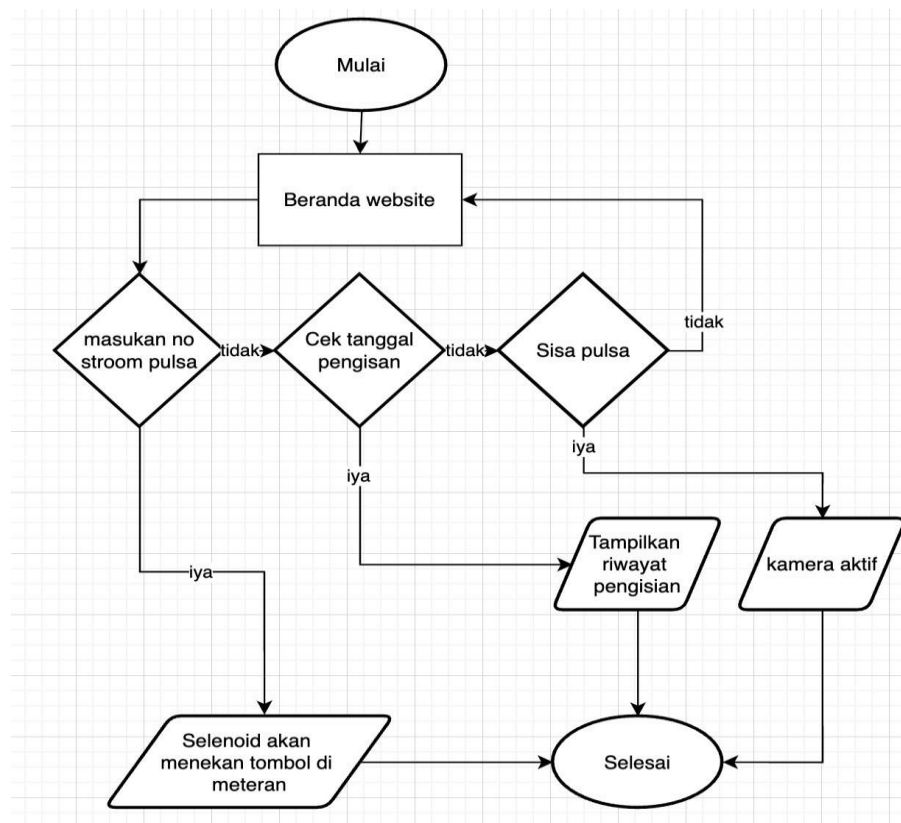
Penelitian ini dilakukan di Perumahan. Adapun lokasi dan tempat penelitian, sebagai berikut :

Alamat : Jl.sei deli Kel.Puji dadi Kec.Binjai selatan Kota Binjai

Table 3.4 Waktu Penelitian

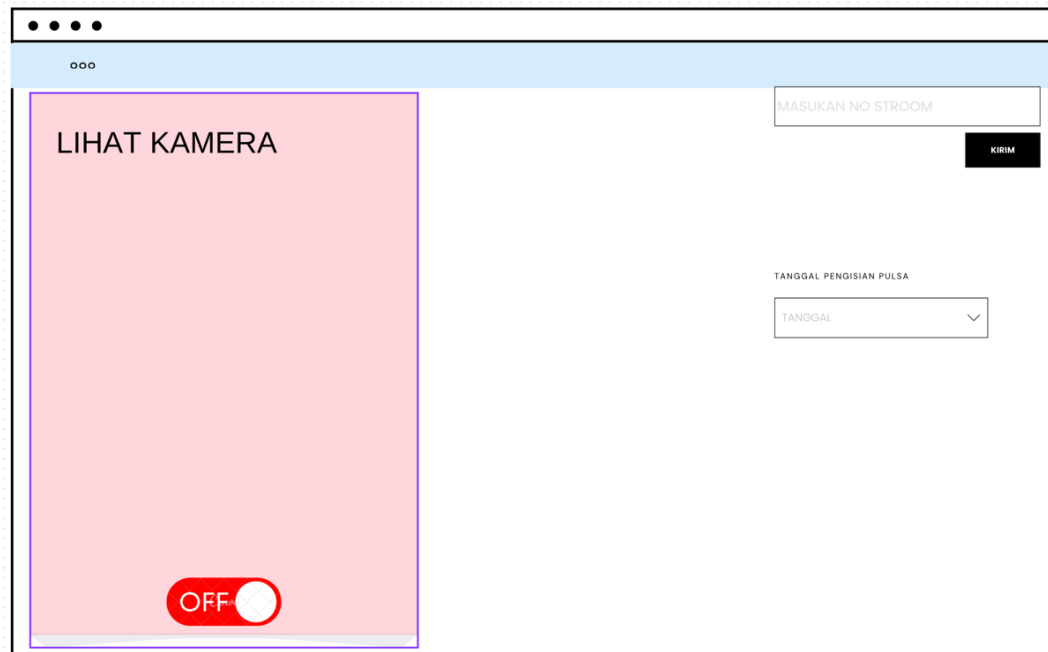
No	Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian					
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	Observasi dan Analsis						
2	Pengumpulan data						
3	Pembuatan proposal						
4	Bimbingan Proposal						
5	Seminar Proposal						
6	Riset						
7	Penyusunan Skripsi						

3.7. Perancangan Software



Gambar 3.4. Diagram Alir

Flowchart diatas menjelaskan alur sistem yang dimulai dari halaman utama website. Dari halaman tersebut, pengguna memiliki tiga opsi utama, yaitu melakukan pengisian no stroom token listrik, mengecek tanggal pengisian pulsa listrik dan melihat sisa pulsa menggunakan Esp 32 Cam yang di letakan di depan lcd meteran. Setiap fitur dirancang untuk memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola kebutuhan listrik mereka dengan akses melalui koneksi WiFi yang sama dengan perangkat sistem meteran.



Gambar 3.5. UI Website

Fitur ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam proses pengisian token listrik. Pengguna cukup memasukkan nomor token listrik (stroom) melalui aplikasi atau perangkat yang disediakan. Setelah nomor token berhasil dimasukkan, modul ESP32 secara otomatis akan mengirimkan perintah ke relay untuk mengaktifkan solenoid. Solenoid ini berfungsi untuk menekan tombol pada keypad meteran listrik secara presisi, memastikan input token dilakukan dengan benar tanpa kesalahan manusia.

Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dan kenyamanan maksimal kepada pengguna, memungkinkan proses pengisian pulsa listrik dilakukan dengan cara yang sangat praktis dan efisien. Selain itu, sistem ini meminimalkan kebutuhan intervensi manual, sehingga menghemat waktu dan tenaga.

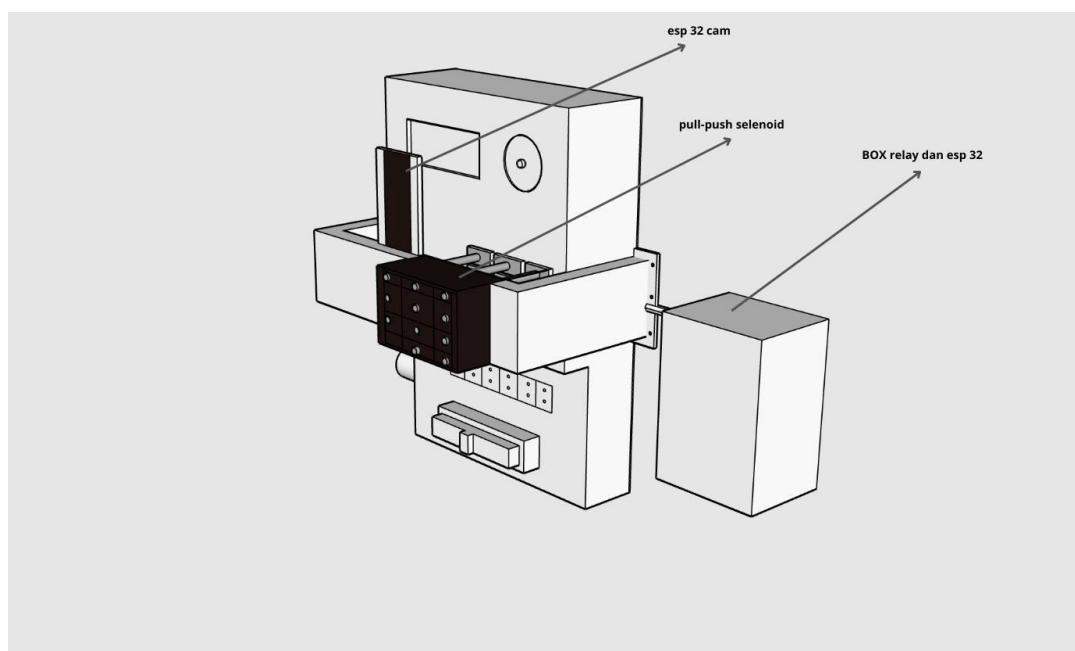
Setelah proses pengisian pulsa berhasil, sistem secara otomatis akan mengaktifkan solenoid untuk menekan tombol pada keypad meteran listrik dengan

akurasi tinggi. Dan pengguna dapat langsung melihat pembaruan tanggal pengisian pulsa listrik di halaman utama aplikasi.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur tambahan yang memungkinkan pengguna untuk memantau sisa pulsa listrik menggunakan ESP32 CAM. Fitur ini dirancang untuk memberikan kenyamanan lebih dalam memantau listrik secara real-time.

Dengan integrasi perangkat yang terhubung melalui WiFi dan antarmuka website yang intuitif, sistem ini memberikan solusi modern untuk pengelolaan listrik. Semua proses mulai dari pengisian hingga pemantauan dirancang untuk efisiensi, kenyamanan, dan keamanan pengguna.

3.8. Ilustrasi Prototype Alat



Gambar 3.6. Prototype Alat

Pada prototype ini, inti pengendali adalah modul ESP32 yang bertugas mengirimkan sinyal kendali ke beberapa modul relay dan solenoid. Terdapat satu

unit relay 8-chanel, satu unit relay 2-chanel, dan satu unit relay 1-chanel, yang masing-masing dihubungkan ke 11 solenoid. Setiap solenoid diposisikan tepat di atas tombol keypad pada meteran listrik, sehingga ketika diberi perintah, solenoid akan menekan tombol sesuai urutan digit token atau instruksi pengecekan.

ESP32 berperan sebagai otak utama yang menerima input token listrik dari pengguna (melalui antarmuka aplikasi atau tombol) lalu menentukan urutan tombol yang harus ditekan. Setelah menerima data token, ESP32 mengaktifkan kanal-kanal relay secara bergantian, sehingga solenoid menekan digit token pada keypad meteran. Mekanisme ini memastikan setiap angka terinput dengan akurat dan meminimalkan kesalahan manual.

Selain itu, prototipe dilengkapi dengan modul ESP32-CAM yang dipasang menghadap layar LCD meteran listrik. ESP32-CAM secara langsung mengaktifkan kameranya untuk melihat sisa pulsa yang tertera di lcd meteran.

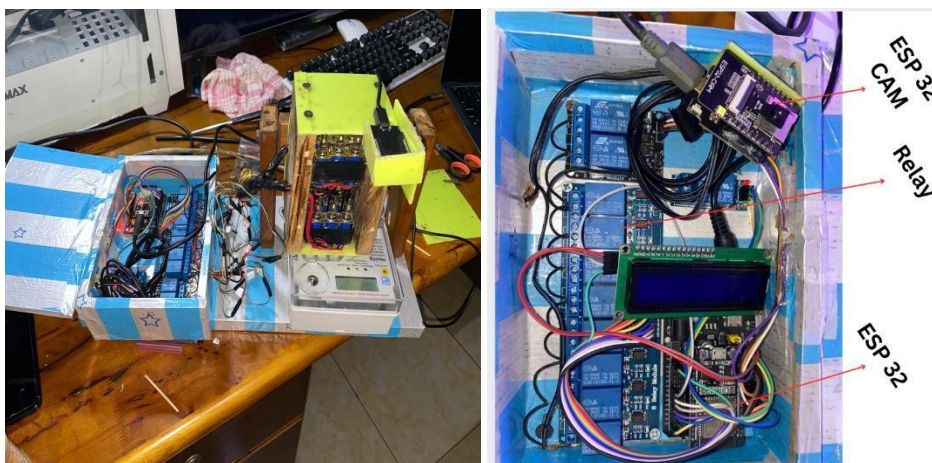
Dengan kombinasi kendali otomatis dan pemantauan visual, alat ini berfungsi untuk mengotomatisasi proses pengisian token listrik sekaligus memonitor konsumsi energi secara real-time. Pengguna cukup memasukkan nomor token dan memilih nominal, kemudian alat secara mandiri menekan tombol meteran dan menampilkan hasil pengisian serta sisa pulsa tanpa perlu intervensi manual berulang. Alat ini ideal untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kenyamanan dalam pengelolaan pulsa listrik prabayar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. hasil

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil alat pengisian token pulsa listrik dari jarak jauh menggunakan ESP32, relay, dan solenoid. Fokus pembahasan ini melalui tahap penelitian yang meliputi perancangan sistem yang akan melalui beberapa tahapan yang meliputi perancangan system yang akan dibangun, pembuatan rangkaian elektronika, pembuatan mekanik dan rangkaian penyusun sistem serta pembuatan perangkat lunak maka telah dihasilkan tujuan yang sebelumnya ingin dicapai.



Gambar 4.1. Hasil

4.1.1. Desain dan Implementasi Sistem

Alat ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengisi token listrik tanpa perlu berinteraksi langsung dengan meteran listrik. Perangkat keras yang digunakan dalam sistem pengisian token listrik jarak jauh berbasis internet of things. Hasil implementasi dari perangkat keras yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, perangkat keras terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

Table 4.1 Komponen

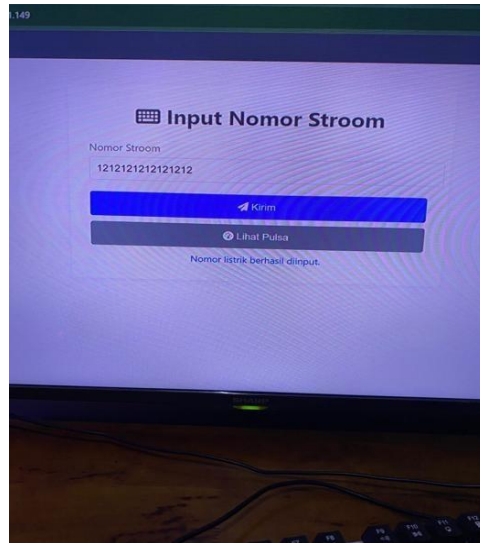
Komponen	Fungsi
Relay	Relay berfungsi sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan.
Solenoid	Menekan tombol fisik pada meteran listrik untuk memasukkan token.
Esp32-cam	berfungsi mempunyai kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth yang membolehkannya untuk berkomunikasi secara wireless dengan peranti lain.

4.1.2. Proses kerja sistem

Pengguna memasukkan kode token listrik melalui aplikasi atau website yang kemudian mengirimkan data ke ESP32 melalui koneksi WiFi. ESP32 memproses data tersebut dan mengaktifkan relay untuk mengendalikan solenoid, yang bertugas menekan tombol-tombol sesuai dengan digit token yang dimasukkan. Selanjutnya, ESP32-CAM secara langsung akan menampilkan sisa pulsa dari meteran, sehingga pengguna dapat memantau jumlah pulsa secara real-time.

4.1.3. Fitur Website

Fitur-fitur pada website mencakup kemampuan untuk memantau jumlah pulsa listrik yang tersisa pada meteran melalui integrasi dengan ESP32-CAM, memberikan informasi tentang riwayat pengisian pulsa untuk referensi pengguna, serta memungkinkan pengguna memasukkan nomor stroom meteran untuk proses pengisian pulsa secara otomatis.



Gambar 4.2. Fitur website

4.1.4. Hasil pengujian system

Uji coba dilakukan penulis untuk mengukur efektivitas alat dalam berbagai kondisi, untuk mengetahui apakah seluruh sistem bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan pada masing- masing blok dalam perancangan hardware serta pengujian keseluruhan untuk mengetahui software dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Esp 32.

Ketika koneksi WiFi stabil, System berhasil menerima dan memproses perintah dalam waktu rata-rata 2 detik dengan tingkat keberhasilan penekanan tombol mencapai 98%.

b. Pengujian esp 32 cam.

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui apakah ESP32-CAM menampilkan video streaming dengan resolusi yang memadai melalui website. Namun, pada kondisi

koneksi wifi yang tidak stabil, waktu respons meningkat menjadi rata-rata 5–7 detik, tingkat keberhasilan streaming menurun hingga 85% akibat keterlambatan pengiriman data, dan terkadang video dari ESP32-CAM tidak terhubung atau kualitasnya menurun.

Tabel 4.2. Pengujian esp32 cam

Uji	Website	Jaringan	Keterangan
1	Tampil	Normal	3 detik
2	Tampil	Cepat	1 detik
3	Tampil	Lambat	Error

Deskripsi proses pengujian sistem ESP32 CAM sebagai berikut.

1. ESP32-CAM berhasil beralih ke server kamera dalam waktu rata-rata 3 detik.
Proses ini berjalan lancar tanpa gangguan, meskipun terjadi sedikit jeda akibat latensi jaringan.
2. ESP32-CAM menunjukkan peningkatan kinerja dengan berhasil beralih ke server kamera hanya dalam waktu 1 detik. Koneksi jaringan dalam kondisi stabil sehingga waktu respons lebih cepat dibandingkan pengujian pertama.
3. Pada kondisi jaringan yang lambat, ESP32-CAM tidak dapat beralih ke server kamera. Proses hanya menampilkan loading yang terus menerus tanpa berhasil menghubungkan ke server. Hal ini menunjukkan ketergantungan yang signifikan terhadap kestabilan koneksi jaringan untuk pengoperasian yang optimal.

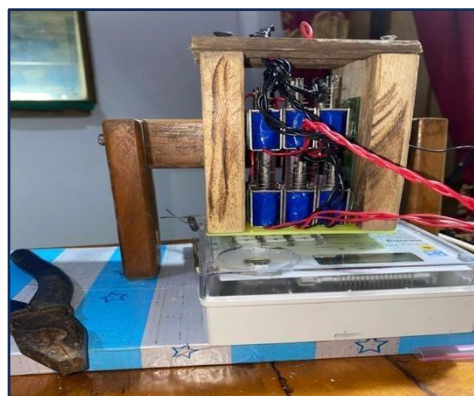
d. Pengujian push Selenoid

Tujuan pengujian solenoid ini adalah untuk mengetahui apakah solenoid ini sudah menekan angka sesuai dengan apa yang di masukan dari aplikasi.

Tabel 4.3. pengujian selenoid

Uji tombol	Hasil menekan	Keterangan
0	10 kali menekan	9 kali tertekan
1	10 kali menekan	10 kali tertekan
2	10 kali menekan	10 kali tertekan
3	10 kali menekan	10 kali tertekan
4	10 kali menekan	9 kali tertekan
5	10 kali menekan	7 kali tertekan
6	10 kali menekan	10 kali tertekan
7	10 kali menekan	10kali tertekan
8	10 kali menekan	10 kali tertekan
9	10 kali menekan	10 kali tertekan
Enter	10 kali menekan	10 kali tertekan

Berdasarkan hasil pengujian selenoid beberap kali masing- masing tombol di kwh meteran listrik, keberhasilan menekan tombol keypad sangat bergantung pada posisi dan sudut solenoid. Posisi yang kurang tepat dapat mengurangi akurasi tekanan, seperti yang terlihat pada tombol 0, 4, dan 5. Ketidaktepatan ini bisa menyebabkan solenoid tidak mengenai area tombol secara optimal, sehingga tekanan tidak cukup untuk mengaktifkan tombol tersebut.

**Gambar 4.3.** Pengujian selenoid

Selain posisi, kekuatan tekanan solenoid juga menjadi faktor penting. Pada beberapa pengujian, seperti tombol 5, tekanan yang diberikan solenoid tidak cukup kuat untuk menekan tombol secara konsisten. Hal ini mungkin disebabkan oleh

daya yang tidak stabil atau jarak solenoid dengan tombol yang kurang optimal. Penyesuaian lebih lanjut pada mekanisme tekanan diperlukan untuk memastikan hasil yang lebih akurat.

Sebaliknya, tombol yang menerima tekanan sempurna, seperti tombol 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, dan Enter, menunjukkan bahwa keypad mampu merespons dengan baik ketika solenoid memberikan tekanan yang cukup dan tepat. Hal ini menunjukkan bahwa ketika posisi dan kekuatan solenoid sudah sesuai, sistem dapat berfungsi secara optimal tanpa kendala berarti.

e. Pengujian system secara keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menggabungkan semua peralatan ke dalam sebuah sistem tujuannya untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan.

Tabel 4.4. Pengujian manual

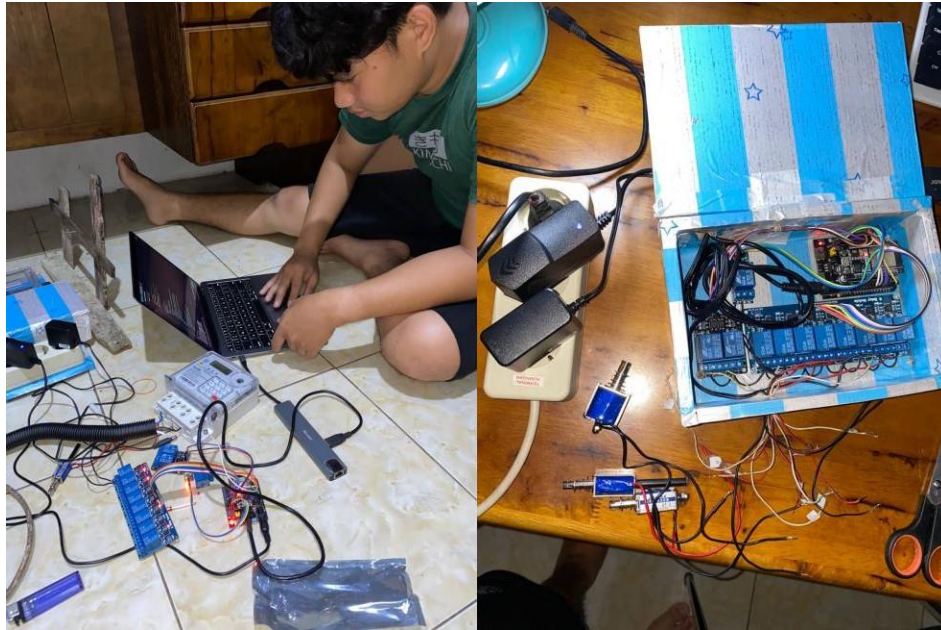
Pengujian manual			
Uji	Nama	Nomor token	Waktu proses
1	User 1	25514470665876621899	28 detik
2	User 2	89046348012963423456	30 detik
3	User 3	73640587245865228984	29.8 detik
4	User 4	73640587245865228984	29 detik
5	User 5	35879589235817586528	28.2 detik

Pengujian ini sebatas untuk mengetahui waktu digunakan selama proses memasukan angka di kwh meteran, dimana pengujian kita bisa bandingkan dengan pengujian sistem yang dibuat.

Tabel.4.5. pengujian kecepatan dengan Esp 32

Pengujian menggunakan esp 32			
Uji	Nomor token	Waktu proses	Keterangan
1	25514470665876621899	25 detik	sukses
2	89046348012963423456	25 detik	Sukses
3	73640587245865228984	25 detik	Sukses
4	73640587245865228984	25 detik	Sukses
5	35879589235817586528	25 detik	sukses

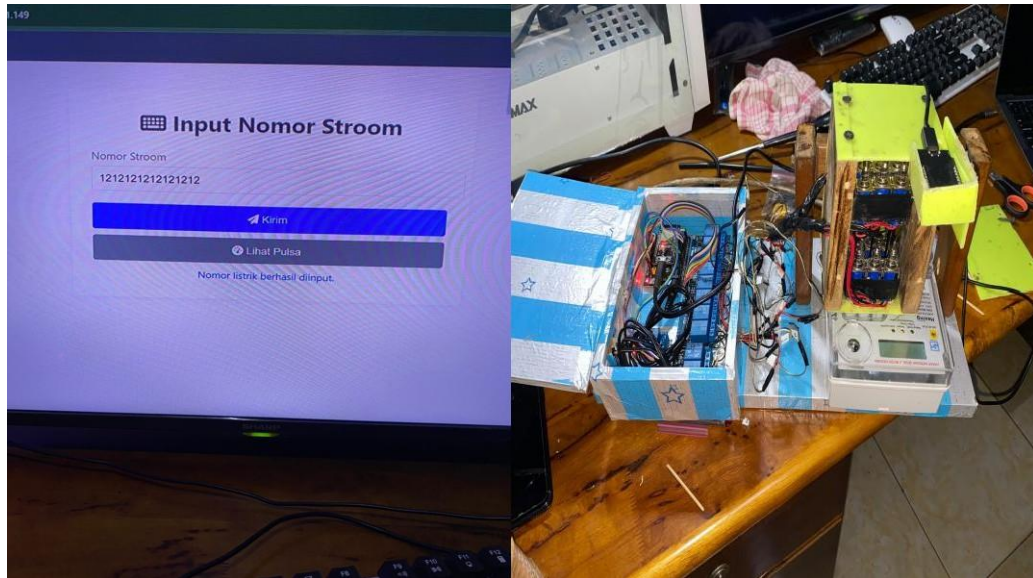
Hasil pengujian dengan system yang sudah di perbaiki telah diperoleh menjadi hasil perhitungan pengujian menggunakan ESP32, setiap nomor token yaitu 25514470665876621899, 89046348012963423456, 73640587245865228984 (dua kali berturut-turut), dan 35879589235817586528 memiliki waktu proses yang identik, yakni 25 detik. Hal ini menunjukkan bahwa latensi jaringan dan beban komputasi pada ESP32 relatif stabil, terlepas dari variasi isi token yang dikirim.



Gambar 4.4. Uji coba dengan esp32

Semua percobaan berhasil (“Sukses”), menandakan bahwa ESP32 mampu menyelesaikan rangkaian proses pengiriman token, verifikasi, dan penerimaan respons back-end tanpa kegagalan. Dengan tingkat keberhasilan 100% dalam lima kali pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem ini sangat andal dalam kondisi yang diuji.

Menariknya, token 73640587245865228984 yang sama diuji dua kali berturut-turut dan kedua kali diproses dalam durasi yang sama, tanpa gangguan atau cache effect. Ini membuktikan bahwa setiap permintaan diperlakukan secara independen oleh ESP32, memastikan konsistensi performa meskipun data yang dikirim identik.



Gambar 4.5. Pengujian alat berhasil

4.2. Pembahasan

Sistem pengisian token listrik jarak jauh berbasis Internet of Things ini memanfaatkan dua modul mikrokontroler ESP32 dan ESP32-CAM sebagai “otak” utama. ESP32 berperan penuh dalam logika kontrol, komunikasi data token, verifikasi, dan pengaktifan solenoid actuator untuk menekan tombol keypad meter. Sementara itu, ESP32-CAM hanya menampilkan streaming video real-time dari area keypad atau layar meter prabayar, sehingga pengguna dapat memantau proses pengisian secara visual melalui aplikasi mobile Android/iOS tanpa membebani ESP32 dengan pemrosesan gambar.

Catu daya sistem menggunakan adaptor eksternal sehingga kedua modul (ESP32 dan ESP32-CAM), solenoid, dan modul Wi-Fi tetap aktif selama pasokan listrik PLN tersedia. Setelah pengguna memasukkan nomor token di aplikasi, ESP32 mengirimkan perintah melalui jaringan Wi-Fi ke solenoid untuk menekan setiap digit token. Secara bersamaan, ESP32-CAM menyiarkan video streaming

pendek ke aplikasi, memberikan umpan balik visual bahwa solenoid telah menekan tombol dengan benar. ESP32 mencatat hasil setiap penekanan (sukses/gagal) dalam log dan mengirimkan status kembali ke aplikasi sebagai notifikasi.

Keunggulan utama sistem ini terletak pada pemisahan tugas yang jelas antara ESP32 dan ESP32-CAM. ESP32 memfokuskan diri pada komunikasi dan aktuasi, sedangkan ESP32-CAM hanya bertugas untuk streaming video sehingga beban komputasi menjadi lebih ringan dan stabil. Pemanfaatan jaringan Wi-Fi yang sudah luas jangkauannya di rumah serta antarmuka aplikasi mobile cross-platform memudahkan pengguna dalam memasukkan token dan memantau proses. Tantangan yang perlu diatasi meliputi potensi error saat ESP32-CAM mengirim video yang bisa diminimalkan dengan peningkatan antena atau kamera eksternal serta panas berlebih pada solenoid jika bekerja terus menerus, sehingga perlu mekanisme pendinginan atau aktuator berdaya tahan tinggi untuk keandalan jangka panjang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada pembuatan sistem pengisian token listrik jarak jauh berbasis internet of things (IoT) yang telah dilakukan, maka dengan demikian dapat ditarik kesimpulan yakni sebagai berikut :

1. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama dan ESP32 CAM untuk livestreaming guna memantau sisa pulsa. Solenoid mini sebanyak 11 buah digerakkan melalui sebuah website, di mana pengguna dapat memasukkan nomor stroom, dan solenoid akan bergerak satu per satu sesuai dengan nomor yang dimasukkan.
2. Berdasarkan jumlah pengujian sebanyak 5 kali disistem waktu total yang dihasilkan selama 125 detik maka rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengisian token yaitu 25 detik sedangkan pengujian manual dihasilkan 145 detik maka rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengisian token 29 detik.
3. Berdasarkan hasil pengujian solenoid masing-masing tombol di kwh meteran listrik, jika solenoid menekan terlalu sering maka solenoid akan panas sehingga tidak menekan sampai tombol angka dikwh.
4. Berdasarkan hasil pengujian ESP32 CAM, setelah beberapa kali percobaan, sistem berjalan dengan baik tanpa error, dan livestreaming tetap lancar jika menggunakan jaringan yang bagus.

5.2. Saran

Untuk meningkatkan kemampuan dan fungsi dari sistem ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang bisa dilakukan yaitu:

1. Hosting Website untuk Kemudahan Penggunaan agar mempermudah pengguna dalam mengatur koneksi perangkat ke WiFi rumah, disarankan untuk meng-hosting website pengaturan WiFi.
2. Mencari Alternatif Alat Selain Solenoid 5V untuk meningkatkan kinerja sistem, disarankan untuk mengganti solenoid 5V dengan perangkat yang memiliki daya torsi lebih besar.
3. Implementasi Buzzer untuk Peringatan Meteran tambahkan, buzzer sebagai perangkat pendeteksi bunyi alarm meteran listrik. Dengan adanya buzzer ini, sistem dapat memberikan notifikasi melalui aplikasi ketika meteran listrik mengeluarkan peringatan suara bahwa pulsa listrik hampir habis

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, D., & Turang, O. (2015). Pengembangan Sisrem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu. Seminar Nasional Informatika, 2015(November), 75–85.
- Amalia, S., Andari, R., & Nofrizal, Y. (2021). Sistem Pemantauan Penggunaan Beban Pada Proses Pengosongan Baterai 100WP Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Amplifier*, 11(1).
- Dachi, R., & Nainggolan, W. P. (2025). Prototype Sistem Otomatis Pada Tempat Tidur Pasien Menggunakan Mekanisme Rack and Pinion Gear dan Motor DC Berbasis Arduino. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 274-279.
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and implementation of ESP32-based IoT devices. *Sensors*, 23(15), 6739.
- Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. R. (2020). Sistem Rekayasa Internet Pada Implementasi Rumah Pintar Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 6(1), 45-51.
- Kalengkongan, T. S., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. (2018). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 183-188.
- Kurnianto, D., Wijaya, A., & Amanaf, M. A. (2022). Sistem Pengisian Token Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT pada Alat Ukur Listrik Rumah. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 8(1), 14-23.
- Mohan, N., Jain, A. K., Jose, P., & Ayyanar, R. (2004). Teaching utility applications of power electronics in a first course on power systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 19(1), 40-47.
- Muliadi, Al Imran, and Muh Rasul. "Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32." *Jurnal Media Elektrik* 17.2 (2020): 73-79.
- naufal Giarniasih, H., & Kadarina, T. M. (2019). Smart Sistem Untuk Pemantauan Dan Pengisian Pulsa Listrik Pra Bayar Via Smartphone. *Jurnal Teknologi Elektro*, 10(2), 97-102.
- Novriandry, Y., & Dedi Triyanto, S. (2020). Prototype Sistem Pemantauan dan Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 8(3), 61-72.
- Pralingga, C. A., Susanto, E., & Sunarya, U. (2015). Perancangan Simulasi Sistem Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Komunikasi Berbasis Layanan Pesan Singkat (Lps). *eProceedings of*
- Pralingga, C. A., Susanto, E., & Sunarya, U. (2015). Perancangan Simulasi Sistem Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Komunikasi Berbasis Layanan Pesan Singkat (Lps). *eProceedings of Engineering*, 2(3).
- Prianto Ardi. 2021. Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3.
- Priyambodo, A., Novamizanti, L., & Usman, K. (2020). Implementasi QR Code Berbasis Android pada Sistem Presensi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 1011–1020. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020722337>

- Putra, G. S. A., Nabila, A., & Pulungan, A. B. (2020). Power Supply Variabel Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 139–143. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.53>
- Samsugi, S. (2017). Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266. *ReTII*.
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963- 590X. *Karimah Tauhid*, 1(2963-590X), 861–862.
- Suhardi, Y. N., & Dedi, T. (2020). Prototype Sistem Pemantauan Dan Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 8(3), 61.
- Tanjung, M. I., & Maulana, H. (2024). Rancang Bangun Keamanan Pintu Ruangan Menggunakan ESP 32 CAM dan Blynk Berbasis Internet of Things. *sud Journal Teknik Informatika*, 3(3), 151-159.
- Tiwari, S. (2016, December). An introduction to QR code technology. In *2016 international conference on information technology (ICIT)* (pp. 39-44). IEEE.
- Yuan, Q. H., & Li, P. Y. (2004, January). Self-calibration of push-pull solenoid actuators in electrohydraulic valves. In *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition* (Vol. 47101, pp. 269-275).