



TUGAS AKHIR – LI1956404

MONITORING BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK RUMAH KOS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

RIZKY ILHAMI

NRP 33112301011

Dosen Pembimbing

Muhammad Furqon, M.T. Pembimbing I

Dimas Panji Eka Jala Putra, S.Kom., M.Kom. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026



TUGAS AKHIR – LI1956404

MONITORING BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK RUMAH KOS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

RIZKY ILHAMI

NRP 33112301011

Dosen Pembimbing

Muhammad Furqon, M. T. Pembimbing I

Dimas Panji Eka Jala Putra, S.Kom., M.Kom. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Ilhami

NRP : 33112201011

Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri

Jurusan : Teknologi Elektro

Tahun Akademik : 2026

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **MONITORING BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK RUMAH KOS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*** adalah **original**, **belum pernah dibuat oleh pihak lain**, dan **bebas dari plagiarisme**.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 15 Juli 2026

Yang menyatakan,



Rizky Ilhami

NRP. 33112201011

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG

TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : MONITORING BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK
RUMAH KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Penulis : Rizky Ilhami

NRP : 33112301011

Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri

Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.

Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



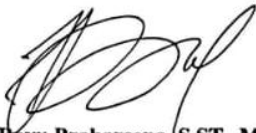
Dimas Panji Eka Jala Putra,
S.Kom., M.Kom.
NIP. 199112102025061003

Dosen Pembimbing I



Muhammad Furqon, M.T.
NIP. 199408102024061001

Koordinator Program Studi
Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan
Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007

LEMBAR PENGESAHAN

Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Rumah Kos Berbasis *Internet Of things*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.)

Pada
Jurusan Teknologi Elektro
Politeknik Negeri Madura

Oleh:
RIZKY ILHAMI
NRP. 33112301011

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal, 28 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Muhammad Furqon. M.T. (Pembimbing I)
2. Dimas Panji Eka Jala Putra S.Kom., M.kom. (Pembimbing II)
3. Achmad Afandi, M.Tr.T. (Penguji I)
4. Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc. (Penguji II)
5. Nurir Rohmah, S.S., Med. (Penguji III)
6. Letkol Laut (E) Bagus Irawan, S.T., M.MT. (Penguji IV)

Sampang
28 Juli 2026

Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Rumah Kos Berbasis *Internet Of Things*

Nama : Rizky ilhami
NRP : 33112301011
Dosen Pembimbing 1 : Muhammad Furqon,M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Dimas Panji Eka Jala
Putra, S.Kom., M.Kom.

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan utama dalam menunjang aktivitas sehari-hari, termasuk pada lingkungan hunian kos-kosan. Namun, sistem pembagian biaya listrik yang masih dilakukan secara merata sering menimbulkan ketidakadilan karena perbedaan tingkat pemakaian listrik setiap penghuni. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring biaya penggunaan listrik rumah kos berbasis *Internet of Things* (IoT) guna memantau pemakaian listrik secara real-time dan transparan.

Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor arus ZMCT103C untuk mengukur arus listrik pada setiap kamar kos.

Data arus tersebut diolah menjadi nilai daya, energi listrik (kWh), serta estimasi biaya listrik berdasarkan tarif PLN yang berlaku. Seluruh data kemudian dikirimkan melalui jaringan WiFi ke server dan ditampilkan dalam bentuk dashboard berbasis web menggunakan *framework* Laravel 12, sehingga dapat diakses oleh pemilik maupun penghuni kos melalui perangkat smartphone atau komputer.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu memantau konsumsi listrik pada setiap kamar secara *real-time* serta menampilkan informasi daya, energi, dan estimasi biaya listrik secara akurat dan mudah dipahami. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan biaya listrik kos-kosan menjadi lebih adil, transparan, serta dapat meningkatkan kesadaran penghuni dalam penggunaan energi listrik secara efisien.

Kata kunci: Monitoring listrik, *Internet of Things* (IoT), ESP32, ZMCT103C, Laravel 12, Rumah kos.

Internet of Things-Based Electricity Consumption Cost Monitoring for Boarding Houses

Name : Rizky ilhami
NRP : 33112301011
Supervisor 1 : Muhammad Furqon, M.T.
Supervisor 2 : Dimas Panji Eka Jala
Putra, S.Kom., M.Kom.

ABSTRACT

Electricity is a primary need in daily activities, including in boarding house environments. However, the common practice of equally distributing electricity costs often leads to unfairness due to differences in electricity usage among residents. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based system for monitoring electricity usage costs in boarding houses to enable real-time and transparent monitoring.

The developed system utilizes an ESP32 microcontroller and ZMCT103C current sensors to measure the electrical current in each boarding room.

The measured current data are processed into power values, electrical energy (kWh), and estimated electricity costs based on applicable PLN tariffs. All data are transmitted via WiFi to a server and displayed on a web-based dashboard developed using the Laravel 12 framework, allowing access by both the boarding house owner and residents through smartphones or computers.

The results show that the system is capable of monitoring electricity consumption in each room in real time and presenting power, energy, and estimated electricity cost information accurately and clearly. With this system, electricity cost management in boarding houses becomes more fair and transparent, while also increasing residents' awareness of efficient electricity usage.

Keywords: Electricity monitoring, Internet of Things (IoT), ESP32, ZMCT103C, Laravel 12, Boarding house.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Listrik Industri jurusan Teknologi Elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul “Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Rumah Kos Berbasis *Internet Of Things*”. Laporan Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Laily Ulfyah, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.

2. Bapak Muhammad Furqon, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak membantu selama masa pembuatan proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dimas Panji Eka Jala Putra, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat membantu penulis dalam selama masa pembuatan Tugas Akhir.
4. Terimakasih banyak juga kepada keluarga saya sendiri terutama pada Ibu, Ayah dan juga Adik adik saya yang sudah banyak memberi support dari segala hal yang selalu membuat penulis semangat dalam mengerjakan proposal tugas akhir ini
5. Terimakasih juga kepada Anime *MY HERO ACADEMIA* yang selalu menemani hari hari penulis dalam pengerjaan proposal tugas akhir ini.
6. Terimakasih juga kepada *BLOOD STRIKE* karena sudah menghibur hari penulis pada saat suntuk dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini.
7. Terimakasih juga kepada *series Breaking Bad, El Camino, & Better Call Saul*. Yang selalu menemani

hari hari penulis dalam pengerjaan proposal tugas akhir ini.

8. Terimakasih juga teman teman terutama kepada M. Aditya Rahman dan Rafli Nurviyansah yang sudah membantu penulis dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 22 Januari 2026,

Yang Menyatakan



Rizky ilhami

NRP. 33112301011

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR – LI1956404	i
TUGAS AKHIR – LI1956404	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Batasan Masalah	3
1.4	Tujuan.....	4
1.5	Manfaat	5
BAB II.....		6
TINJAUAN PUSTAKA		6
2.1	Penelitian Sebelumnya	6
2.1.1	Kategori <i>Internet of Things</i> (IoT).....	6
2.1.2	Kategori <i>Website</i> Monitoring Listrik.....	7
2.1.3	Kategori Monitoring Listrik (Umum)	8
2.2	Landasan Teori.....	11
2.2.1	Konsep Monitoring Energi Listrik	11
2.2.2	Notifikasi WhatsApp	11
2.2.3	Sistem Otomatis Berbasis Waktu	13
2.2.4	Metode Perancangan Sistem	13
2.2.5	<i>Internet of things</i> (IoT).....	14
2.2.6	ESP32	14

2.2.7 ZMCT103C.....	16
2.2.8 MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).....	18
2.2.9 <i>Hilink 5v</i>	20
2.2.10 <i>Duct kabel</i>	21
2.2.11 <i>Din rail</i>	22
2.2.12 Panel Listrik Ukuran 30 × 20 × 12 cm.....	23
2.2.13 LARAVEL 12	24
BAB III	26
METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tahapan Penelitian.....	26
3.2 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat	30
3.3 Blok Diagram Sistem	32
3.4 Rangkaian Skematik.....	33
3.5 Desain Alat.....	35
3.6 Diagram kasus penggunaan.....	36
3.7 Proses dan Prosedur Pengerjaan	37
3.8 Estimasi Harga	38
BAB IV	40

HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Implementasi Sistem.....	41
4.2 Pengujian Akurasi Sensor.....	43
4.3 Pengujian Pengiriman Data ESP32 ke Firebase	48
4.4 Pengujian Sinkronisasi Data Firebase dengan Website	49
4.5 Pengujian Keberhasilan Pengiriman Data.....	52
4.6 Pengujian Waktu Respon Sistem	53
4.7 Pengujian Pengiriman Laporan Tagihan Listrik Via whatsapp	55
BAB V	57
KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	62
BIODATA PENULIS	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya.....	10
Tabel 3. 1 Proses dan Prosedur Pengerjaan	37
Tabel 3. 2 Estimasi Harga	38
Tabel 4. 1 Interpretasi Persentase Error	45
Tabel 4. 2 Pengujian Akurasi Sensor	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pengiriman Data ESP32 ke <i>Firebase</i>	49
Tabel 4. 4 Hasil Sinkronisasi Data	50
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Keberhasilan Pengiriman Data	52
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Waktu Respon.....	54
Tabel 4. 7 Pengujian pengiriman notifikasi via Whatsapp ..	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Esp 32.....	15
Gambar 2. 2 ZMCT103C.....	16
Gambar 2. 3 Miniature Circuit Breaker 4A (MCB)	19
Gambar 2. 4 HILINK 5V	20
Gambar 2. 5 <i>Duct cabel</i>	21
Gambar 2. 6 <i>Din Rail</i>	22
Gambar 2. 7 Panel Listrik.....	24
Gambar 2. 8 <i>LARAVEL 12</i>	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3. 2 Flowchart sistem kerja alat	30
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem	32
Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik.....	33
Gambar 3. 5 Desain Alat.....	35
Gambar 3. 6 Diagram kasus penggunaan	36
Gambar 4. 1 Bagian Dalam Box Panel	41
Gambar 4. 2 Alat secara keseluruhan.....	42
Gambar 4. 3 Tampilan <i>website monitoring</i> rumah kos.....	42
Gambar 4. 4 Pengukuran arus dengan clamp ampere.....	46
Gambar 4. 5 Data arus di firebase	47

Gambar 4. 6 Grafik perbandingan pengukuran arus	47
Gambar 4. 7 Serial monitor	48
Gambar 4. 8 Firebase <i>Realtime Database</i>	48
Gambar 4. 9 Tampilan data pada dashboard admin	51
Gambar 4. 10 Tampilan data pada di firebase	51
Gambar 4. 11 Grafik pengujian waktu respon.....	54
Gambar 4. 12 Notifikasi whatsapp.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan
2. Program Arduino IDE
3. Program Vs code
4. Dokumentasi pengerjaan
5. Video demo alat

DAFTAR SINGKATAN

IoT : Internet of Things

ESP32 : Espressif System 32

ZMCT103C : Zero-phase Current Transformer 103C

MCB : Miniature Circuit Breaker

kWh : kilo Watt hour (kilowatt-jam)

kVA : kilo Volt Ampere

VA : Volt Ampere

PLN : Perusahaan Listrik Negara

PWA : Progressive Web Application

LCD : Liquid Crystal Display

ADC : Analog to Digital Converter

AC : Alternating Current

DC : Direct Current

GND : Ground

VCC : Voltage Common Collector

PHP : Hypertext Preprocessor

CPU : Central Processing Unit

SRAM : Static Random Access Memory

MB : Megabyte

KB : Kilobyte

MHz : Megahertz

WiFi : Wireless Fidelity

BLE : Bluetooth Low Energy

IEC : International Electrotechnical Commission

RISC : Reduced Instruction Set Computer

UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter

SPI : Serial Peripheral Interface

I2C : Inter-Integrated Circuit

DIO : Digital Input Output

CT : Current Transformer

WEB : World Wide Web

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jumlah mahasiswa di perguruan tinggi meningkatkan kebutuhan akan rumah kos di sekitar kampus. Politeknik Negeri Madura (Poltera) yang berlokasi di Kecamatan Camplong, Kabupaten Sampang, memiliki 936 mahasiswa aktif pada tahun akademik penelitian ini. Kondisi tersebut mendorong bertambahnya jumlah rumah kos sebagai tempat tinggal sementara bagi mahasiswa yang berasal dari luar daerah.

Sebagian besar rumah kos masih menggunakan satu kWh meter utama yang dibagi ke beberapa kamar tanpa pemantauan konsumsi listrik setiap penghuni. Akibatnya, pemilik kos kesulitan mengetahui penggunaan listrik per kamar secara akurat, sedangkan penghuni tidak memperoleh informasi mengenai besarnya energi yang telah digunakan. Kondisi ini dapat menyebabkan pemborosan energi,

pembagian biaya listrik yang kurang adil, serta meningkatnya biaya operasional.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan penggunaan listrik secara real-time melalui sensor yang terhubung ke internet. Data hasil pengukuran dapat diolah dan ditampilkan pada dashboard website sehingga memudahkan pemilik maupun penghuni dalam memantau konsumsi energi secara transparan.

Pada penelitian ini, data penggunaan listrik ditampilkan melalui dashboard berbasis Laravel 12, yang mampu menyajikan informasi arus, tegangan, daya, energi, serta estimasi biaya listrik secara real-time. Dashboard juga dapat diakses melalui browser sehingga memudahkan proses pemantauan tanpa memerlukan aplikasi tambahan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan dan pembangunan sistem monitoring biaya penggunaan listrik rumah kos berbasis IoT yang terintegrasi dengan dashboard website Laravel 12. Sistem ini diharapkan mampu memberikan informasi penggunaan listrik yang akurat, transparan, dan real-time sehingga pengelolaan biaya listrik menjadi lebih efisien, adil, dan terkontrol.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang & membangun sistem monitoring pemakaian listrik rumah kos berbasis IoT?
2. Bagaimana sistem dapat menampilkan data arus, tegangan, daya, serta estimasi tagihan listrik secara *real-time* melalui *dashboard website*?
3. Bagaimana integrasi antara perangkat ESP32, server, dan *website* agar data dapat dikirim, disimpan, dan ditampilkan secara akurat dan *real-time*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sistem menggunakan sensor arus (ZMCT103C) yang terhubung dengan ESP32 untuk mengukur pemakaian listrik di 4 kamar tetapi terdapat 4 slot kosong yang siap digunakan apabila perlu.
2. Komunikasi antara perangkat IoT dan server menggunakan jaringan WiFi, dengan asumsi biaya
3. langganan WiFi sebesar Rp200.000–Rp300.000 per bulan untuk melayani kebutuhan 4 kamar kos.

4. Sistem hanya menampilkan data tegangan, arus, daya, dan tagihan listrik.
5. Sistem menggunakan satu kWh meter berdaya 2200 VA untuk 4 kamar.
6. Arus maksimum ± 10 A dibagi ke 4 kamar (± 2 – $2,5$ A per kamar) dengan pengaman MCB 4 A pada setiap kamar.
7. *Dashboard* Monitoring berbasis web dibangun menggunakan *Laravel 12* dan dapat diakses melalui *browser*.
8. Metode pembayaran listrik yang dipakai adalah listrik pascabayar dan dilakukan terpisah dari *website* dan dilakukan oleh pemilik rumah kos.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem monitoring listrik pada kos-kosan menggunakan *Laravel 12*.
2. Mengimplementasikan pembacaan data listrik secara *real-time* melalui perangkat IoT.
3. Menyajikan informasi pemakaian listrik dalam bentuk *dashboard* yang mudah dipahami pengguna.

1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari pembuatan alat ini adalah:

1. Bagi Pemilik Kos

- Mempermudah pengawasan pemakaian listrik setiap kamar.
- Menjadi dasar perhitungan biaya listrik yang lebih adil dan transparan.
- Mengurangi risiko konflik dengan penghuni terkait pembayaran listrik.

2. Bagi Penghuni Kos

- Dapat mengetahui pemakaian listrik secara langsung (*real-time*).
- Meningkatkan kesadaran dan pengelolaan penggunaan listrik.

3. Bagi Pengembangan Teknologi

- Menjadi referensi dalam pengembangan aplikasi IoT untuk monitoring energi listrik.
- Mendorong pemanfaatan teknologi berbasis *Laravel 12* dalam sistem monitoring.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

2.1.1 Kategori *Internet of Things* (IoT)

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem berbasis *Internet of Things* dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pengolah data, sensor arus dan tegangan sebagai input, serta *platform* IoT untuk pengiriman data *secara real-time*. Data konsumsi listrik dikirim ke server untuk dihitung dan dibagi sesuai pemakaian tiap kamar .

Sistem mampu melakukan monitoring konsumsi listrik setiap kamar secara otomatis dan menghitung pembagian biaya secara adil berdasarkan pemakaian masing-masing penghuni, namun koneksi internet yang tidak stabil mempengaruhi proses pengiriman data *secara real-time*. Tetapi sistem masih bergantung pada jaringan internet dan belum dilengkapi sistem *backup* data saat koneksi terputus[1].

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pengembangan sistem (*Research and Development*). Sistem terdiri dari sensor arus dan tegangan, mikrokontroler, serta integrasi dengan *Progressive Web Apps (PWA)*. Data dikirim ke *database* dan ditampilkan melalui aplikasi berbasis web.

Sistem dapat menampilkan data konsumsi listrik secara *real-time* melalui perangkat *mobile* maupun *desktop* tanpa perlu instalasi aplikasi khusus. Sinkronisasi data terkadang mengalami *delay* saat banyak pengguna mengakses secara bersamaan, tetapi belum tersedia fitur notifikasi otomatis ketika pemakaian listrik melebihi batas tertentu[2].

2.1.2 Kategori *Website* Monitoring Listrik

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem dengan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B. Data dikirim melalui *WiFi* dan ditampilkan pada *website* monitoring berbasis *server* lokal. Sistem mampu menampilkan tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara *real-time* melalui *website*, akurasi pengukuran cukup baik dengan tingkat error kecil.

Namun pada saat kalibrasi sensor membutuhkan penyesuaian berulang agar hasil pembacaan stabil. Akan tetapi sistem hanya dapat diakses pada jaringan lokal dan belum berbasis *cloud*[3].

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem kontrol dan monitoring berbasis web dengan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem dirancang untuk mengontrol sekaligus memantau konsumsi daya listrik secara *online*.

Website mampu menampilkan data monitoring serta menyediakan fitur kontrol perangkat listrik dari jarak jauh. Namun terdapat keterbatasan dalam keamanan sistem (*security*) karena belum menggunakan enkripsi data tingkat lanjut, dan juga belum tersedia sistem notifikasi otomatis melalui email atau SMS saat terjadi lonjakan daya[4].

2.1.3 Kategori Monitoring Listrik (Umum)

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengujian sistem monitoring energi listrik dengan sensor arus dan tegangan yang dihubungkan ke mikrokontroler untuk mengukur konsumsi energi. Alat ini mampu mengukur daya

listrik dan energi yang digunakan secara kontinu dengan hasil yang cukup akurat.

Namun terdapat Gangguan *noise* pada pembacaan sensor menyebabkan fluktuasi data. Tetapi belum dilengkapi sistem visualisasi data berbasis web atau IoT sehingga monitoring hanya dapat dilakukan secara langsung pada perangkat[5].

Penelitian ini menggunakan metode *Simple Additive Weighting (SAW)* untuk sistem pendukung keputusan berbasis *website*. Penelitian ini berfokus pada pemilihan rumah kos berdasarkan beberapa kriteria, Sistem ini dapat membantu pengguna dalam menentukan pilihan rumah kos terbaik berdasarkan bobot dan kriteria yang telah ditentukan.

Namun sayangnya data kriteria masih diinput secara manual oleh admin. Kekurangan alat ini tidak terintegrasi dengan sistem monitoring listrik, sehingga hanya berfungsi sebagai sistem informasi dan pendukung keputusan[6].

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya

No.	<i>Related Work</i>	<i>Protection</i>	<i>Monitoring Parameter</i>	<i>Control</i>	<i>Cost</i>
1.	Hazmi Hawari Bahar (2022)	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>High</i>
2.	Muhamad Daffa Thareq Arrizky & Muhammad Raihan Alfarij (2024)	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>High</i>
3.	Ponciano Hipolito Soares Da Silva dkk. (2024)	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>High</i>
4.	Wisnu Widodo dkk. (2025)	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>High</i>
5.	Imam Adi Prasetyo (2025)	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>High</i>
6.	Tresna Umar Syamsuri *a),Rahma Nur Amaliaa), Mudjiono a),Aly Imrona) (2022)	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>High</i>

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep Monitoring Energi Listrik

Monitoring energi listrik merupakan proses pengukuran, pencatatan, dan pengawasan konsumsi energi listrik secara berkala maupun *real-time*, untuk mengetahui besarnya energi listrik yang digunakan serta menghitung biaya pemakaian berdasarkan tarif listrik yang berlaku.

Pada penelitian ini, monitoring dilakukan pada beberapa kamar kos secara terpisah menggunakan sensor arus, data yang diperoleh akan diolah menjadi informasi daya (Watt), energi (kWh), dan biaya listrik (Rp) yang kemudian ditampilkan pada *website* dan dikirim melalui notifikasi WhatsApp.

2.2.2 Notifikasi WhatsApp

Notifikasi WhatsApp digunakan sebagai media pemberitahuan otomatis kepada pemilik kos mengenai total tagihan listrik setiap kamar. Proses pengiriman notifikasi dilakukan melalui layanan Fonnte yang terintegrasi dengan website Laravel 12. Adapun alur kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Nomor WhatsApp didaftarkan terlebih dahulu pada Fonnte untuk memperoleh API Token sebagai autentikasi pengiriman pesan.
2. API Token yang diperoleh dari Fonnte kemudian dikonfigurasi pada file. Env di *website* Laravel 12 agar sistem dapat terhubung dengan layanan Fonnte.
3. Pada akhir setiap bulan, *website* Laravel 12 mengambil data pemakaian energi yang telah tersimpan, kemudian menghitung total biaya tagihan listrik untuk masing-masing kamar.
4. Setelah proses perhitungan selesai, sistem mengirimkan pesan notifikasi tagihan secara otomatis ke nomor WhatsApp pemilik kos melalui layanan Fonnte.
5. Setelah notifikasi berhasil dikirim, data pemakaian energi direset untuk memulai perhitungan pada periode berikutnya.
6. Dengan adanya fitur ini, proses penyampaian informasi tagihan menjadi lebih cepat, otomatis, dan mengurangi kesalahan pencatatan secara manual.

2.2.3 Sistem Otomatis Berbasis Waktu

Sistem menggunakan logika berbasis waktu untuk menentukan akhir periode perhitungan. Jika belum mencapai akhir bulan, sistem akan terus melakukan monitoring dan akumulasi energi.

Jika sudah akhir bulan, maka sistem akan:

1. Menghitung total biaya
2. Mengirim notifikasi
3. Mereset data energi
4. Memulai kembali proses monitoring

Proses ini berjalan secara berulang (*looping*) sesuai algoritma pada *flowchart*.

2.2.4 Metode Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem (*Research and Development*), yaitu metode yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem agar dapat berfungsi sesuai kebutuhan.

Tahapan metode yang digunakan meliputi:

1. Analisis kebutuhan sistem
2. Perancangan sistem (*flowchart* dan arsitektur)
3. Perancangan perangkat keras

4. Perancangan perangkat lunak
5. Implementasi sistem
6. Pengujian dan evaluasi

2.2.5 *Internet of things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah perkembangan teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung melalui internet secara terus-menerus. Dengan teknologi ini, perangkat dapat berkomunikasi dan bekerja otomatis berdasarkan program yang diberikan, bahkan dari jarak jauh tanpa perlu intervensi langsung dari pengguna.

Dalam kehidupan sehari-hari, IoT banyak dimanfaatkan untuk berbagai hal seperti melakukan kontrol perangkat, memantau kondisi tertentu, dan berbagai fungsi lainnya yang bertujuan untuk mempermudah aktivitas dan pekerjaan manusia.

2.2.6 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang memiliki fitur WiFi dan Bluetooth, sehingga dapat terhubung ke internet dan perangkat lain, ESP32 digunakan untuk membaca data

dari sensor, mengolah data, kemudian mengirimkannya ke server atau website secara real-time.

Karena mudah diprogram, murah, dan memiliki banyak fitur, ESP32 banyak digunakan dalam berbagai proyek *Internet of Things* (IoT).



Gambar 2. 1 Esp 32

Arsitektur dan Fitur ESP32 – Edukasi Elektronika

Mikrokontroler : Tensilica 32-bit RISC

I/O (DIO) : 34

CPU : Xtensa LX6

UARTs : 3

Clock Speed : 80 – 240 MHz

SPIs : 4

Flash Memory : 4 MB

I2Cs : 2

SRAM : 520 KB

Wi-Fi : 802.11 b/g/n

Tegangan Masukan : 5 – 12 V

Antenna : PCB Antenna

Pin Analog Input (ADC) : 18 channel (12-bit)

Tegangan Operasi : 3.3 V

Bluetooth : Bluetooth v4.2 (Classic & BLE)

2.2.7 ZMCT103C

adalah sensor arus AC tipe *Current Transformer* (CT) yang digunakan untuk mengukur arus listrik tanpa memotong kabel. Sensor ini menghasilkan sinyal analog yang dibaca oleh mikrokontroler seperti ESP32 / Arduino. ZMCT103C banyak digunakan pada sistem monitoring konsumsi listrik karena ukurannya kecil, aman, dan akurat.



Gambar 2. 2 ZMCT103C

<https://americanprime.com.br/promocoes/?o=zmct103c-current-sensor-arduino-u-5Oj1RbCY>

Jenis sensor : Current Transformer (CT)

Arus input maksimum : 5 A AC

Frekuensi kerja : 50/60 Hz

Tegangan keluaran : ≤ 1 V AC (bergantung rangkaian beban/burden resistor)

Tipe sinyal keluaran : Analog (arus/tegangan AC proporsional)

Tegangan kerja : 3,3 V atau 5 V (disesuaikan dengan mikrokontroler)

Jumlah pin : 2 pin output sensor

Pin yang digunakan :

- Pin 1 → Output sensor (ke pin ADC mikrokontroler)
- Pin 2 → Ground (GND)
- Pn 3 → 5V (VCC)

Isolasi listrik : Ya (isolasi antara sisi arus AC dan rangkaian kontrol)

Metode pemasangan : Melilitkan penghantar fasa melalui lubang CT

Aplikasi : Monitoring arus dan konsumsi energi listrik AC

2.2.8 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah perangkat pengaman listrik yang berfungsi memutus aliran listrik secara otomatis saat terjadi arus berlebih (*overcurrent*) atau hubungan singkat (*short circuit*). Berbeda dengan sekering, MCB dapat digunakan kembali setelah gangguan diatasi.

MCB bekerja menggunakan dua mekanisme, yaitu *thermal trip* (*bimetal*) untuk melindungi dari arus berlebih dan *magnetic trip* untuk memutus arus secara cepat saat terjadi hubungan singkat. MCB tersedia dalam berbagai rating arus, seperti 2A, 4A, 6A, 10A, hingga 40A, dan banyak digunakan pada instalasi listrik rumah maupun industri untuk mencegah kerusakan peralatan serta mengurangi risiko kebakaran akibat gangguan listrik.



Gambar 2. 3 Miniature Circuit Breaker 4A (MCB)

[mcb schneider 4 ampere satu fasa - Search Images](#)

Arus Nominal : 4 A

Tegangan Kerja : 220 – 240 VAC

Frekuensi : 50 / 60 Hz

Jumlah Pole : 1 Pole (1P)

Kapasitas Pemutusan : 4.5 kA

Karakteristik Trip : Tipe C

Fungsi Proteksi : Arus lebih dan hubung singkat

Standar : IEC 60898

Suhu Operasi : -5 °C hingga 40 °C

Pemasangan : DIN Rail

Bahan Casing : Plastik tahan panas

2.2.9 Hilink 5v

Hi-Link 5V adalah modul *power supply* yang mengubah tegangan AC 220V menjadi DC 5V untuk perangkat seperti Arduino dan ESP32. Keunggulannya adalah ukuran kecil, pemasangan mudah, serta memiliki isolasi antara sisi AC dan DC sehingga lebih aman dibandingkan *power supply* rakitan biasa.



Gambar 2. 4 HILINK 5V

https://zbotic.in/wp-content/uploads/2025/02/IMG_3630.jpg

Input: 100–240V AC, 50/60 Hz

Output: 5V DC

Arus output: maksimal 600 mA

Daya: ± 3 Watt

Tipe: AC to DC isolated module

Proteksi: short circuit dan overcurrent protection

2.2.10 Duct kabel

Duct kabel adalah saluran atau wadah khusus untuk merapikan kabel di dalam panel listrik. Biasanya terbuat dari plastik dan memiliki penutup di bagian atas. Fungsi utama Cabel duct adalah:

1. Menjaga kabel agar tersusun rapi dan tidak semrawut
2. Melindungi kabel dari gesekan, tekukan, dan kerusakan
3. Memudahkan proses perawatan dan perbaikan jika terjadi gangguan

Dengan adanya *Cabel duct*, pemasangan kabel menjadi lebih aman, terlihat lebih rapi, dan mengurangi risiko korsleting akibat kabel yang saling bertumpuk.



Gambar 2. 5 Duct kabel

<https://th.bing.com/th/id/OIP.LbS11v3NtPEDDXUKO4uTAghaEj?w=280&h=180&c=7&r=0&o=7&pid=1.7&rm=3>

2.2.11 *Din rail*

Din rail adalah rel logam yang digunakan sebagai tempat memasang komponen listrik di dalam panel, seperti *MCB*, *relay*, dan *terminal block*.

Fungsi *DIN rail* antara lain:

1. Menjadiudukan komponen listrik agar terpasang kuat
2. Memudahkan pemasangan dan pelepasan komponen
3. Membuat susunan komponen lebih teratur dan standar



Gambar 2. 6 *Din Rail*

<https://image.made-in-china.com/2f0j00vfCqypZISmbk/Steel-DIN-Rail-35mm-Standard-Width-Mounting-Rail-MCB-Mounting-Rail-Electrical-Rail.jpg>

2.2.12 Panel Listrik Ukuran $30 \times 20 \times 12$ cm

Panel dengan ukuran ini umumnya digunakan untuk panel kontrol sederhana, seperti monitoring listrik, kontrol pompa, atau sistem berbasis mikrokontroler.

Selain sebagai pelindung, panel listrik juga dirancang agar tidak menghantarkan listrik. Hal ini karena panel listrik umumnya dibuat dari bahan isolator, dapat mencegah aliran listrik keluar dari panel dan mengurangi risiko sengatan listrik bagi pengguna.

Fungsi panel listrik:

1. Melindungi komponen dari debu, air, dan sentuhan langsung
2. Menjaga sistem listrik tetap aman dan tertata
3. Memusatkan kontrol dan distribusi listrik dalam satu tempat



Gambar 2. 7 Panel Listrik

https://www.staticsrc.com/wcsstore/Indraprastha/images/catalog/full/80/MTA-1423500/oem_box-panel-standard-20x12x30_full01.jpg

2.2.13 LARAVEL 12

Pada sistem monitoring penggunaan listrik rumah kos berbasis *Internet of Things* (IoT), diperlukan sebuah website untuk menampilkan dan mengelola data yang dikirim oleh ESP32 secara real-time. *Website* ini menampilkan informasi arus, tegangan, daya, energi listrik, serta estimasi biaya penggunaan listrik pada setiap kamar.

Website pada penelitian ini dibangun menggunakan Laravel 12, yaitu framework berbasis PHP yang memudahkan pengembangan *website* agar lebih terstruktur, aman, dan mudah dikembangkan. Laravel dipilih karena

mampu mendukung pengelolaan data dan penyajian informasi monitoring listrik secara *real-time*.



Gambar 2. 8 LARAVEL 12

<https://cdn.jsdelivr.net/gh/gungunpriatna/test-repositori@master/header/post-laravel-12.png>

BAB III

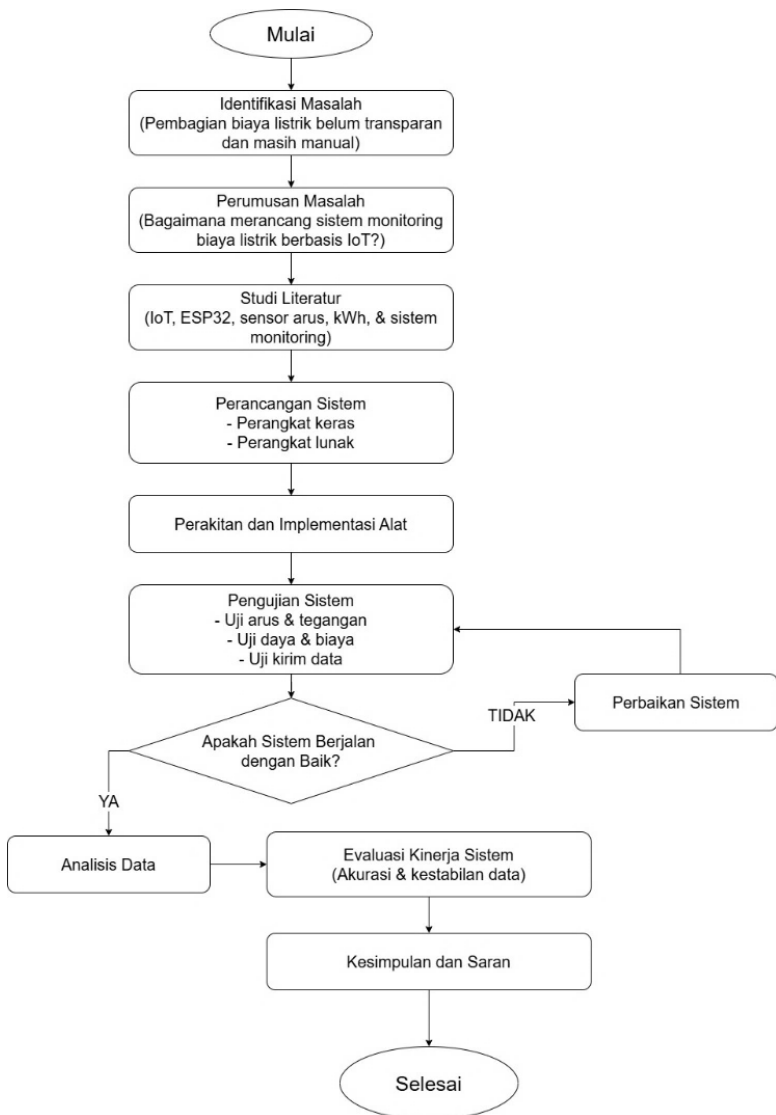
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah dengan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring konsumsi energi listrik pada kamar rumah kos berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan website menggunakan framework Laravel 12. Sistem ini bertujuan untuk memantau penggunaan energi listrik pada setiap kamar kos secara real-time, menyajikan informasi konsumsi energi serta estimasi biaya listrik, dan membantu pengelola maupun penghuni kos dalam mengontrol penggunaan listrik agar lebih efisien.

Proses perancangan dan pengembangan sistem dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem monitoring berbasis mikrokontroler dan sensor arus, pengembangan *website* menggunakan Laravel 12 sebagai media tampilan dan pengelolaan data, serta pengujian sistem secara menyeluruh.

3.1.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan menentukan topik dan tujuan penelitian, yaitu merancang sistem monitoring biaya penggunaan listrik rumah kos berbasis *Internet of Things* (IoT). Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah untuk mengetahui kendala pada sistem pembagian biaya listrik yang masih dilakukan secara manual sehingga kurang efektif dan transparan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan perumusan masalah sebagai dasar penelitian. Tahap berikutnya adalah studi literatur dengan mempelajari berbagai referensi mengenai *Internet of Things* (IoT), ESP32, sensor arus, perhitungan daya dan energi listrik, serta sistem monitoring berbasis web.

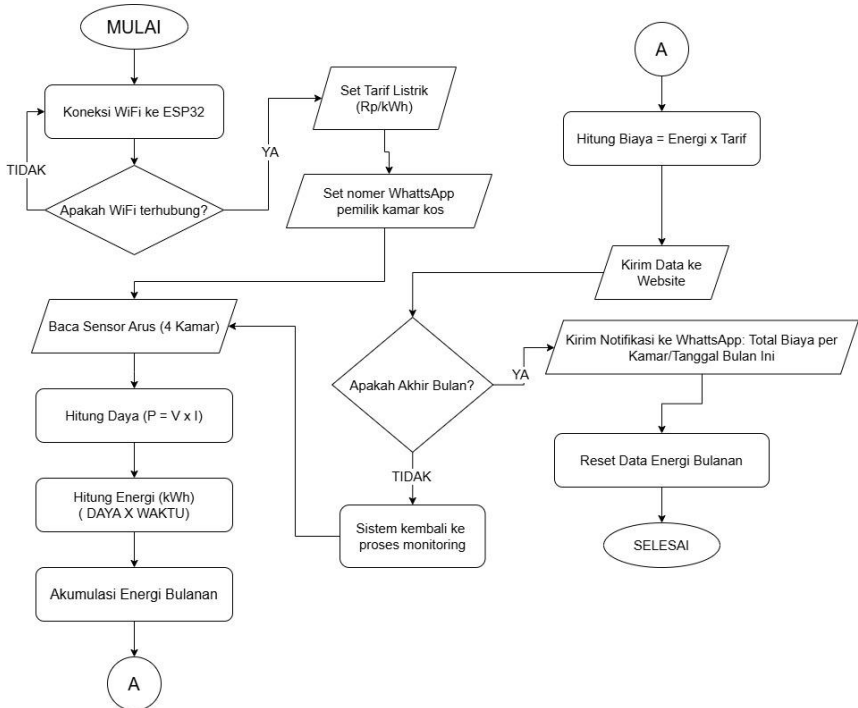
Setelah itu dilakukan perancangan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dirancang menggunakan ESP32 dan sensor arus, sedangkan perangkat lunak dirancang untuk membaca data sensor, menghitung konsumsi energi dan biaya listrik, serta mengirimkan data ke *website*.

Tahap selanjutnya adalah perakitan dan implementasi alat, kemudian dilakukan pengujian sistem untuk memastikan pembacaan sensor, perhitungan daya dan biaya listrik, serta

pengiriman data ke *website* berjalan dengan baik. Hasil pengujian kemudian dievaluasi. Apabila sistem belum bekerja sesuai yang diharapkan, dilakukan perbaikan dan pengujian kembali. Jika sistem telah bekerja dengan baik, proses dilanjutkan ke tahap analisis data.

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dan kinerja sistem. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap performa sistem secara keseluruhan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian penelitian dinyatakan selesai.

3.2 Flowchart sistem kerja alat



Gambar 3. 2 Flowchart sistem kerja alat

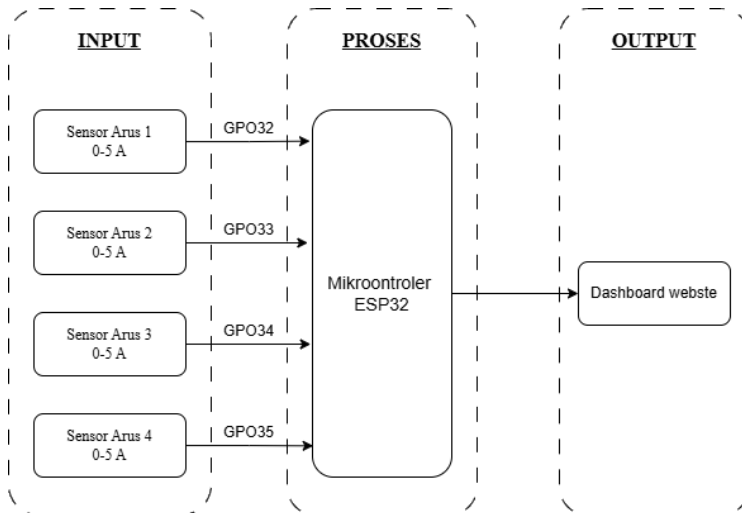
Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem monitoring konsumsi dan biaya listrik menggunakan ESP32 yang terhubung ke server dan dilengkapi notifikasi otomatis melalui WhatsApp setiap akhir bulan.

Sistem dimulai dengan menginisialisasi ESP32, sensor arus, sensor tegangan, serta parameter tarif listrik. Selanjutnya, ESP32 menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi. Jika koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan proses, sedangkan jika gagal, ESP32 akan mencoba menghubungkan kembali hingga berhasil.

Setelah terhubung, sistem mengatur tarif listrik dan nomor WhatsApp pemilik kos. ESP32 kemudian membaca nilai arus dan tegangan dari setiap kamar, kemudian menghitung daya, energi listrik (kWh), serta biaya penggunaan listrik berdasarkan tarif yang telah ditentukan.

Data hasil pengukuran dikirim ke server untuk disimpan pada database dan ditampilkan secara *real-time* pada *dashboard website*. Sistem selanjutnya memeriksa apakah telah memasuki akhir bulan. Jika belum, proses monitoring akan terus berulang. Jika sudah akhir bulan, server menghitung total penggunaan energi dan biaya listrik setiap kamar, kemudian mengirimkan laporan tagihan kepada pemilik kos melalui WhatsApp, setelah notifikasi berhasil dikirim, data penggunaan listrik bulan sebelumnya diarsipkan, nilai akumulasi energi direset, dan sistem kembali memulai proses monitoring untuk periode bulan berikutnya.

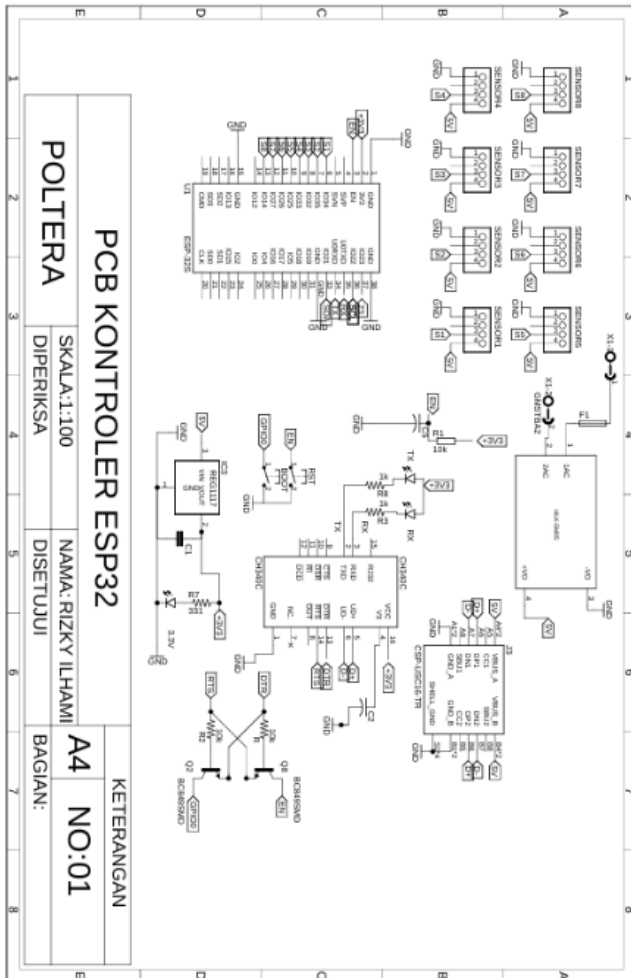
3.3 Blok Diagram Sistem



Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem

Dengan blok diagram sistem yang ada pada Gambar 3.3 diketahui bahwa 4 sensor arus ZMCT103C sebagai input membaca arus listrik tiap kamar kos, data tersebut diproses oleh ESP32 dengan mengonversi sinyal analog menjadi arus, menghitung daya dan energi listrik (kWh), hasilnya dikirim & ditampilkan pada dashboard *website* berupa tegangan, arus, daya & tagihan listrik tiap kamar.

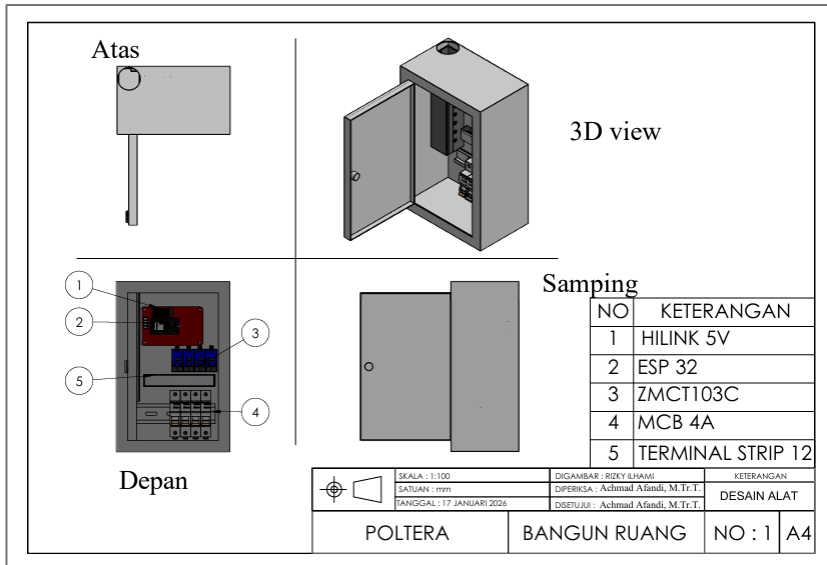
3.4 Rangkaian Skematik



Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik

Pada sistem yang terdapat pada Gambar 3.4 menjelaskan bahwa ada 4 sensor arus ZMCT103C yang berfungsi untuk mengukur arus pada 4 kamar tersebut dimana masing masing kamar terhubung dengan sensor arus , 4 sensor arus tersebut terubung pada pin ADC ESP32 yaitu pin 32,33,34 & 35,pada ESP32 juga memiliki modul *wifi* tambahan sehingga dapat terhubung ke *internet* hal ini memungkinkan data dari alat dikirimkan ke *dashboard website* secara *real-time* untuk dihitung sebagai tagihan listrik dan ditampilkan pada *dashboard*.

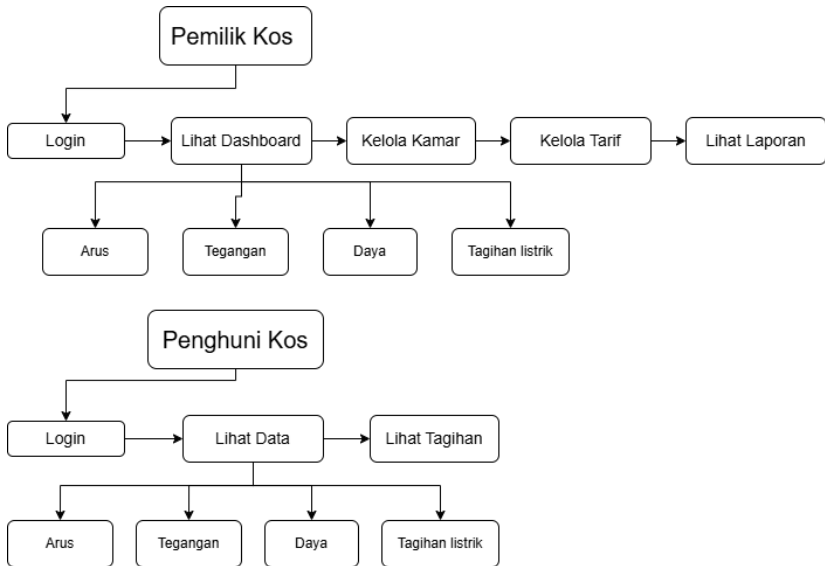
3.5 Desain Alat



Gambar 3. 5 Desain Alat

Pada desain terlihat panel Listrik yang saya gunakan untuk tempat komponen. Dimana terdapat komponen seperti esp32 yang berfungsi sebagai otak atau mikrokontroler ada juga sensor zmct103c yang berfungsi untuk mengukur arus dari listrik PLN, terdapat juga mcb 4a untuk proteksi apabila ada lonjakan arus yang di akibatkan oleh short circuit, untuk peletakan dan penataan kabelnya supaya rapi saya pakai *cabel duct* dan terminal strip 12 pin.

3.6 Diagram kasus penggunaan

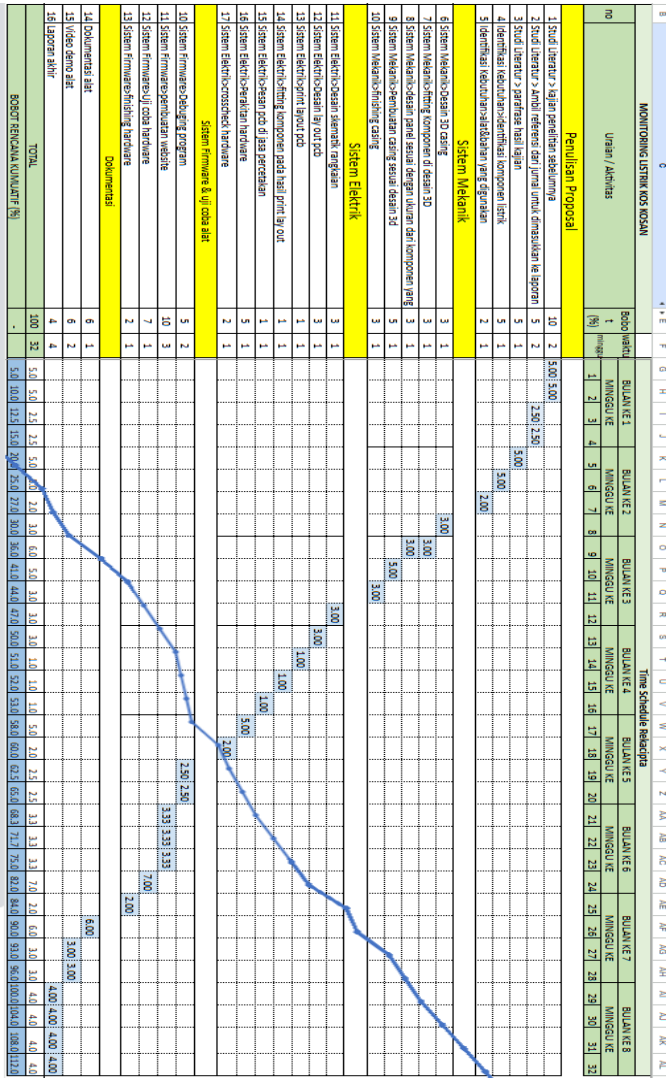


Gambar 3. 6 Diagram kasus penggunaan

Diagram ini menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem monitoring listrik rumah kos berbasis *website Laravel 12*. Pemilik kos berperan sebagai admin yang memiliki akses penuh terhadap data dan pengelolaan sistem, sedangkan penghuni kos hanya dapat melihat data konsumsi listrik dan tagihan dari kamar masing-masing secara *real-time* melalui *dashboard* web.

3.7 Proses dan Prosedur Pengerjaan

Tabel 3. 1 Proses dan Prosedur Pengerjaan



3.8 Estimasi Harga

Tabel 3. 2 Estimasi Harga

No	Komponen	Jml	Harga Satuan (Rp)	Jml Harga (Rp)	Link Tokopedia
1	Sensor ZMCT103C	4	15.000	60.000	https://tk.tokopedia.com/ZSaSkM8uP/
2	HiLink 5V HLK-5M05	1	79.300	79.300	https://tk.tokopedia.com/ZSaSkNh9h/
3	ESP32 Dev Board	1	55.500	55.500	https://tk.tokopedia.com/ZSaSkULAJ/
4	Kabel Duct	1	12.999	12.999	https://tk.tokopedia.com/ZSaSkWt85/
5	Din Rail	1	2.800	2.800	https://tk.tokopedia.com/ZSaSBYXok/
6	Panel Listrik 12x30x20	1	150.000	150.000	https://tk.tokopedia.com/ZSaSkonAX/

7	Terminal Strip 12 Pin	1	18.000	18.000	https://tk.tokopedia.com/ZSaSBF6V6/
8	Skun Y	1	15.000	15.000	https://tk.tokopedia.com/ZSaSBPXsK/
9	MCB	4	47.810	191.240	https://tk.tokopedia.com/ZSaDGSTJn/
TOTAL					Rp584.839

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

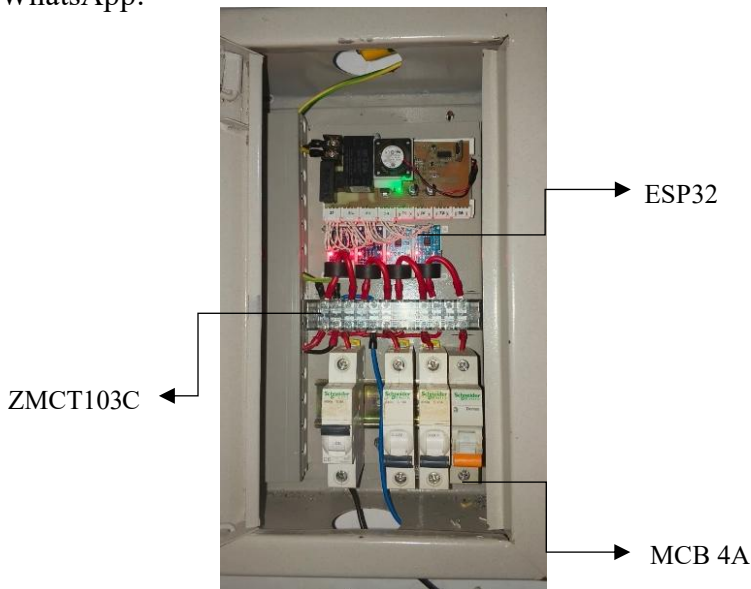
Pada bab ini dijelaskan hasil implementasi dan pembahasan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada sistem monitoring biaya tagihan listrik rumah kos. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja, keakuratan, dan keandalan sistem dalam melakukan monitoring serta pengiriman data. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian Akurasi Sensor
2. Pengujian Pengiriman Data ESP32 ke Firebase
3. Pengujian Sinkronisasi Data Firebase dengan *Website*
4. Pengujian Pengiriman Laporan Tagihan Listrik Via whatsapp
5. Pengujian Keberhasilan Pengiriman Data
6. Pengujian Waktu Respon Sistem

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memonitor biaya tagihan listrik pada empat kamar kos, mengirimkan data ke *Firebase*, menampilkan data pada *website*, serta mengirimkan laporan tagihan listrik melalui WhatsApp dengan baik.

4.1 Implementasi Sistem

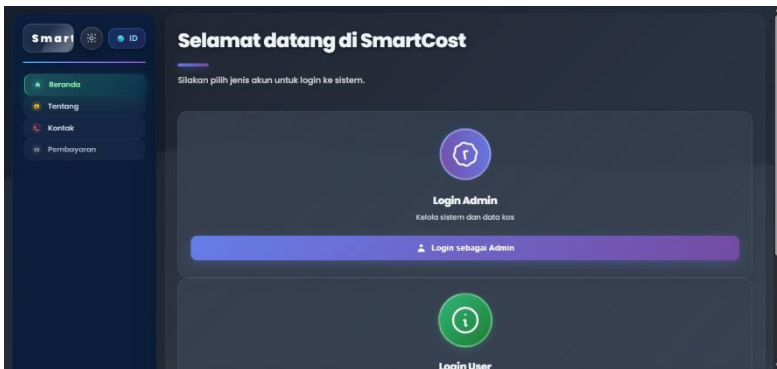
Pada tahap implementasi, sistem Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Kos Berbasis *INTERNET OF THINGS* berhasil direalisasikan menggunakan sensor arus ZMCT103C, ESP32, Firebase, dan *website* berbasis Laravel 12. Sistem membaca arus listrik, menghitung konsumsi dan biaya, kemudian mengirimkan data ke Firebase untuk ditampilkan secara *real-time* pada *website*. Selain itu, sistem juga dapat mengirimkan laporan tagihan listrik melalui WhatsApp.



Gambar 4. 1 Bagian Dalam Box Panel



Gambar 4. 2 Alat secara keseluruhan



Gambar 4. 3 Tampilan *website monitoring* rumah kos

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan, seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak berhasil terhubung dan dapat berfungsi sesuai dengan perancangan, setelah proses implementasi selesai, tahap berikutnya adalah melakukan serangkaian pengujian untuk mengetahui kinerja, keakuratan, serta keandalan sistem yang telah dikembangkan.

4.2 Pengujian Akurasi Sensor

Dalam pengujian sistem monitoring listrik, diperlukan proses evaluasi untuk mengetahui tingkat ketelitian sensor ZMCT103C dalam mengukur arus listrik. Salah satu metode yang umum digunakan adalah menghitung persentase error (percentage error), yaitu membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap nilai acuan yang diperoleh dari alat ukur standar, dalam penelitian ini menggunakan clamp meter.

Persentase error menunjukkan seberapa besar penyimpangan hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Semakin kecil nilai error yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat akurasi sensor dalam melakukan pengukuran.

Rumus persentase error yang digunakan adalah:

$$\text{Error (\%)} = \frac{|I_{\text{sensor}} - I_{\text{referensi}}|}{I_{\text{referensi}}} \times 100\%$$

dengan keterangan:

- Error (%) = Persentase kesalahan pengukuran (%)
- I_{sensor} = Nilai arus yang diukur sensor ZMCT103C (A)
- $I_{\text{referensi}}$ = Nilai arus hasil pengukuran clamp meter (A)

Nilai mutlak (| |) digunakan agar selisih pengukuran selalu bernilai positif, sehingga hanya menunjukkan besar penyimpangan tanpa memperhatikan arah perbedaannya.

Contoh Perhitungan

Misalkan hasil pengujian diperoleh:

- Clamp Meter = 0,18 A
- Sensor ZMCT103C = 0,19 A

Maka:

Selisih pengukuran

$$|0,19 - 0,18| = 0,01 \text{ A}$$

Persentase error

$$\text{Error} = \frac{0,01}{0,18} \times 100\% = 5,56\%$$

Sehingga persentase error pada pengujian tersebut adalah 5,56%

Tabel 4. 1 Interpretasi Persentase Error

Persentase Error	Interpretasi
0 – 2 %	Sangat akurat
>2 – 5 %	Akurat
>5 – 10 %	Cukup akurat
>10 %	Kurang akurat, perlu kalibrasi

Tabel 4. 2 Pengujian Akurasi Sensor

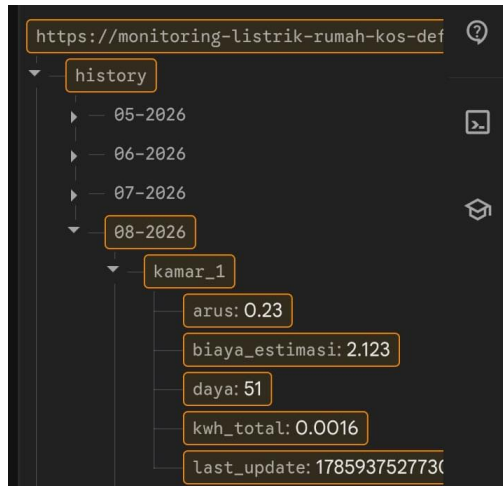
No	Tgl	Jam	Beban Uji	Clamp (A)	Sensor (A)	Selisih	Error
1	08-05-2026	10.15	Lampu	0,18 A	0,18 A	0,00	0,00%
2	08-05-2026	10.15	Kipas	0,16 A	0,16 A	0,00	0,00%
3	08-05-2026	10.40	Rice Cooker	0,36 A	0,36 A	0,00	0,00%
4	08-05-2026	10.15	Charger	0,17 A	0,17 A	0,00	0,00%
5	08-05-2026	10.32	TV	0,50 A	0,50 A	0,00	0,00%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa sensor mampu membaca arus listrik dengan (sangat akurat), dengan beban yang digunakan seperti lampu, kipas, rice cooker, charger, tv, lampu led adalah identik atau sama pada seluruh variable pengujian untuk menjaga konsistensi data.

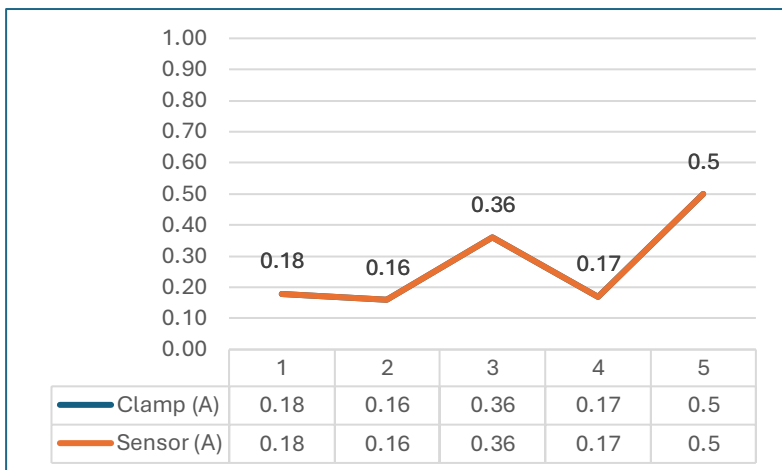
Jika ada selisih pembacaan yang terjadi itu karena dipengaruhi oleh toleransi sensor, proses kalibrasi, serta fluktuasi beban listrik selama pengujian berlangsung.



Gambar 4. 4 Pengukuran arus dengan clamp ampere



Gambar 4. 5 Data arus di firebase



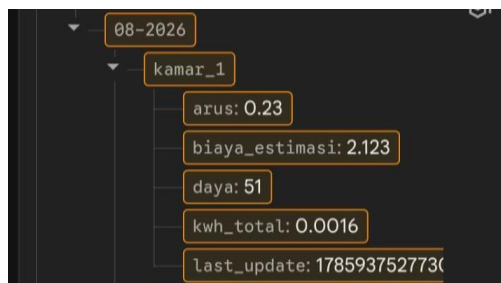
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan pengukuran arus

4.3 Pengujian Pengiriman Data ESP32 ke Firebase

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor yang dikirim oleh ESP32 dapat diterima dan disimpan di Firebase Realtime Database tanpa mengalami perubahan nilai. Data berupa arus, tegangan, daya, dan biaya listrik dikirim melalui jaringan WiFi, kemudian proses pengiriman dipantau melalui Serial Monitor Arduino IDE dan hasil penyimpanannya diverifikasi pada Firebase.

```
->
->
-> === [PULSE] MENGIRIM DATA PER 10 DETIK KE FIREBASE ===
-> Kamar 1: Sukses Kirim -> Arus: 0.23 A | Daya: 51 W | 0.0018 kWh
-> Kamar 2: Sukses Kirim -> Arus: 0.00 A | Daya: 0 W | 0.5943 kWh
-> Kamar 3: Sukses Kirim -> Arus: 0.00 A | Daya: 0 W | 0.0001 kWh
-> Kamar 4: Sukses Kirim -> Arus: 0.00 A | Daya: 0 W | 0.0112 kWh
-> =====
->
```

Gambar 4. 7 Serial monitor



Gambar 4. 8 Firebase *Realtime Database*

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pengiriman Data ESP32 ke *Firebase*

No	Nilai Sensor pada ESP32	Data pada <i>Firebase</i>	Status
1	0,18 A	0,18 A	Berhasil
2	0,16 A	0,16 A	Berhasil
3	0,36 A	0,36 A	Berhasil
4	0,17 A	0,17 A	Berhasil
5	0,73 A	0,73 A	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dengan beban yang digunakan seperti lampu, kipas, rice cooker, charger, tv, lampu led adalah identik atau sama pada seluruh variable pengujian untuk menjaga konsistensi data yang dikirimkan oleh ESP32 kemudian diterima oleh Firebase dengan nilai yang sama.

Hal ini menunjukkan bahwa proses komunikasi data antara ESP32 dan Firebase berjalan dengan baik tanpa mengalami perubahan nilai selama proses transmisi.

4.4 Pengujian Sinkronisasi Data Firebase dengan Website

Pengujian sinkronisasi dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah tersimpan pada Firebase dapat ditampilkan pada website monitoring secara *real-time* tanpa

mengalami perubahan nilai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai yang dibaca oleh ESP32, data yang tersimpan pada Firebase, dan data yang ditampilkan pada dashboard website.

Tabel 4. 4 Hasil Sinkronisasi Data

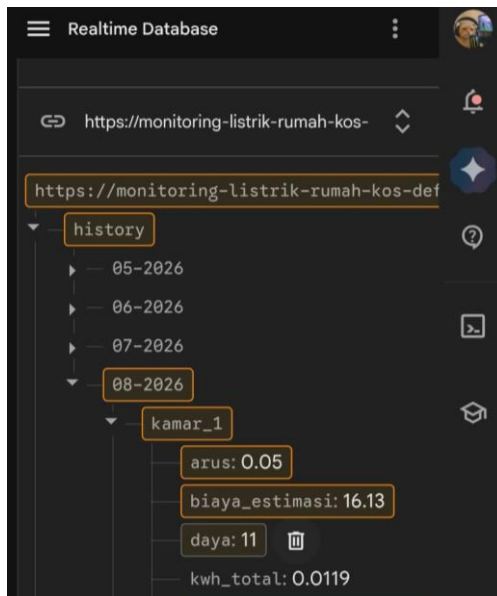
No	ESP32	<i>Firebase</i>	<i>Dashboard</i>	Keterangan
1	0,18 A	0,18 A	0,18 A	Sama
2	0,16 A	0,16 A	0,16 A	Sama
3	0,36 A	0,36 A	0,36 A	Sama
4	0,17 A	0,17 A	0,17 A	Sama
5	0,50 A	0,50 A	0,50 A	Sama

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.4 diketahui bahwa seluruh data yang diterima oleh *website* memiliki nilai yang sama dengan data yang dikirimkan oleh ESP32 dan tersimpan pada *Firebase*.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses sinkronisasi data berjalan dengan baik sehingga informasi yang ditampilkan kepada pengguna sesuai dengan kondisi sebenarnya.



Gambar 4. 9 Tampilan data pada dashboard admin



Gambar 4. 10 Tampilan data pada di firebase

4.5 Pengujian Keberhasilan Pengiriman Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat data yang hilang (*data loss*) selama proses pengiriman dari ESP32 menuju *Firestore* pada saat *online* dan *offline*, ESP32 dikonfigurasi untuk mengirimkan data secara berkala dengan interval tertentu. Jumlah data yang berhasil diterima pada *Firestore* kemudian dibandingkan dengan jumlah data yang dikirimkan.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Keberhasilan Pengiriman Data

Durasi Akumulasi	Total Estimasi Data Sensor	Data Terkirim saat Online	Data Terkirim saat Offline
5 Menit	30 data	30 data berhasil	0 data
10 Menit	60 data	60 data berhasil	0 data
15 Menit	90 data	90 data berhasil	0 data

Rumus Dasar Perhitungan: Dengan interval pengiriman setiap 10 detik, sistem menghasilkan 6 data per menit ($60 \text{ detik} / 10 \text{ detik} = 6$). Akumulasi ditentukan dengan mengalikan durasi menit terhadap konstanta ini.

- Kondisi Jaringan *Online*: Seluruh data dikirim secara *real-time* ke *Firebase* tanpa adanya packet loss atau hambatan transmisi.
- Kondisi Jaringan *Offline*: Komunikasi data terhenti total (0 data masuk ke server).

Karena sistem ini berjalan dengan internet maka ketika alat sedang tidak terhubung ke wifi maka data dari ESP32 tidak akan terkirim ke firebase.

4.6 Pengujian Waktu Respon Sistem

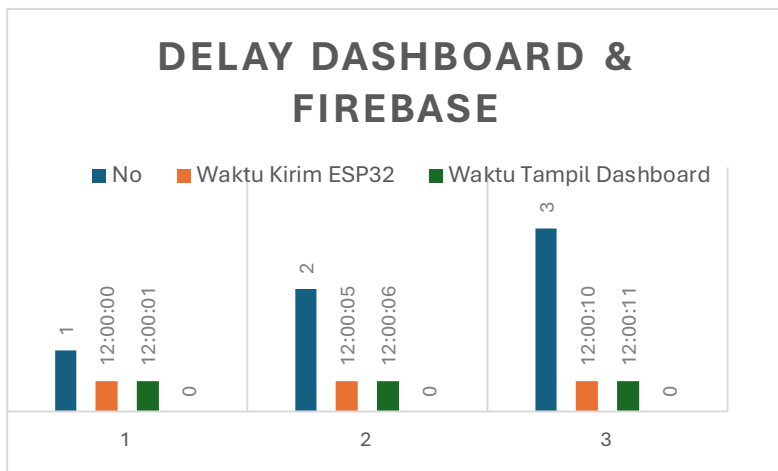
Pengujian waktu respon dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan sejak data dikirimkan oleh ESP32 ke firebase hingga ditampilkan pada *dashboard website*.

Pengujian dilakukan sebanyak beberapa kali dengan mencatat waktu pengiriman dari ESP32 dan waktu munculnya data pada *dashboard*.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Waktu Respon

No	Waktu Kirim ESP32	Waktu Tampil Dashboard	Delay
1	12:00:00	12:00:01	1 detik
2	12:00:05	12:00:06	1 detik
3	12:00:10	12:00:11	1 detik

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata waktu respon sekitar satu detik, hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan *monitoring* secara *real-time* sehingga pengguna dapat memperoleh informasi penggunaan listrik dengan cepat.

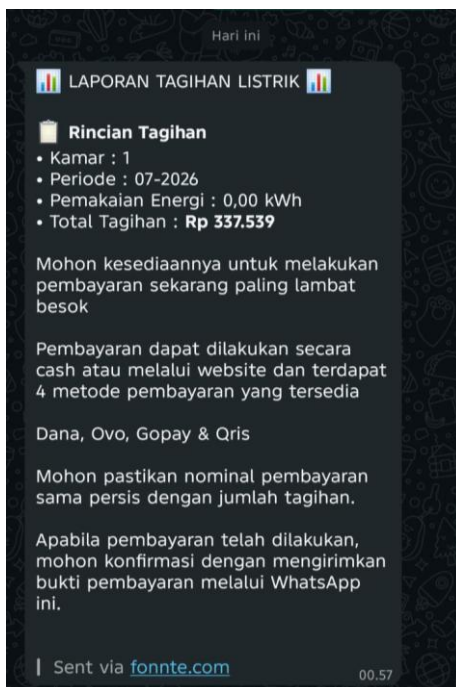


Gambar 4. 11 Grafik pengujian waktu respon

4.7 Pengujian Pengiriman Laporan Tagihan Listrik Via whatsapp

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat mengirimkan laporan tagihan listrik secara otomatis melalui WhatsApp. Proses pengujian dilakukan setelah data hasil monitoring tersimpan di Firebase, kemudian sistem mengirimkan laporan ke nomor WhatsApp yang telah dikonfigurasi lewat fonnte. Keberhasilan pengujian dinilai dari kesesuaian isi pesan dengan data yang tersimpan di Firebase & *website*.

Proses pengiriman berjalan dengan baik tanpa mengalami kegagalan.



Gambar 4. 12 Notifikasi whatsapp

Tabel 4. 7 Pengujian pengiriman notifikasi via Whatsapp

No	Nomor Tujuan	Status Pengiriman	Kesesuaian Isi Pesan	Keterangan
1	081249471258	Berhasil	Sesuai	diterima
2	0881038128104	Berhasil	Sesuai	diterima

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan serangkaian pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem monitoring biaya penggunaan listrik rumah kos berbasis *Internet of Things* (IoT), dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring penggunaan listrik rumah kos berbasis IoT berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor arus ZMCT103C, Firebase, dan website berbasis Laravel. Sistem mampu memantau penggunaan listrik pada setiap kamar kos secara otomatis dan real-time.
2. Sistem berhasil menampilkan informasi arus, tegangan, daya, energi, serta estimasi tagihan listrik melalui dashboard website secara real-time. Informasi tersebut memudahkan pemilik kos dalam memantau konsumsi listrik setiap kamar dan

membantu penghuni mengetahui estimasi biaya listrik.

3. Integrasi antara ESP32, Firebase, dan Laravel 12 telah berjalan dengan baik. Data hasil pembacaan sensor berhasil dikirim, disimpan, dan ditampilkan pada dashboard secara akurat dan real-time, sehingga sistem dapat digunakan secara efektif sebagai media monitoring penggunaan listrik rumah kos.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem monitoring ini di masa yang akan datang, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Implementasi Mekanisme *Offline Buffer*: Untuk mengatasi hilangnya data saat koneksi WiFi terputus (*offline*).
2. Penambahan Sensor Tegangan Khusus: Pada sistem. untuk meningkatkan akurasi perhitungan kWh yang lebih valid terhadap fluktuasi tegangan PLN.
3. Pengembangan Fitur Kontrol Jarak Jauh: Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan modul relay berdaya besar agar pemilik kos tidak hanya bisa memantau (monitoring), tetapi juga dapat memutus atau mengalirkan arus listrik secara jarak jauh (*controlling*) melalui *dashboard web* apabila terjadi tunggakan pembayaran atau bahaya kelistrikan.
4. Memanfaatkan slot kosong yang disediakan sehingga dapat mencakup lebih banyak kamar kos (lebih dari 4 kamar).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Electro, “Sistem otomatis pembagian biaya listrik berbasis iot pada kamar kost,” vol. 19, no. 1, pp. 123–128, 2025.
- [2] P. Studi, T. Elektro, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, “PROPOSAL TUGAS AKHIR Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan Progressive Website Apps Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan Progressive Website Apps,” no. 20524025, 2024.
- [3] T. Umar, R. Nur, and A. Imron, “Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik di Asrama Berbasis Web Menggunakan ESP32,” vol. 09, no. 3, pp. 139–145, 2022.
- [4] L. T. Akhir and I. A. D. I. Prasetyo, “RANCANG BANGUN KONTROL MONITORING WEB DESIGN AND CONSTRUCTION OF WEB-BASED ELECTRICAL POWER MONITORING CONTROL IN,” 2025.

- [5] G. Priyandoko, D. U. Effendy, T. Elektro, and U. Widyagama, “Journal of Application and Science on Electrical Engineering,” vol. 5, pp. 38–49, 2024.
- [6] T. Akhir, “Perancangan Aplikasi Pemilihan Rumah Kos di Sekitar Universitas Mercubuana dengan metode SAW Berbasis Website Perancangan Aplikasi Pemilihan Rumah Kos di Sekitar Universitas Mercubuana dengan metode SAW Berbasis Website,” 2022.

LAMPIRAN



BIODATA PENULIS



Rizky Ilhami lahir di Magetan, pada tanggal 15 December 2004 Penulis bertempat tinggal di sampang, Kabupaten sampang Penulis merupakan anak dari Marsidah dan Bapak Syaiful Arif Riwayat pendidikan penulis dimulai di SDN RONGTENGAH 5 dan lulus pada tahun 2017 Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 2 SAMPANG dan lulus pada tahun 2020 Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di SMKN 1 SAMPANG dan lulus pada tahun 2023 Pada tahun 2023 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Madura tepatnya pada Jurusan Teknologi Elektro Program Studi D3 Teknik Listrik Industri. Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti organisasi Poltera Robotic Team serta terlibat dalam beberapa kegiatan perlombaan dan kompetisi di bidang teknologi dan robotika. Kontes Robot Sar & *Resque* pada tahun 2024, serta Kompetisi Mahasiswa Bidang Informatika dan Pemrograman Nasional (KMIPN VI) sebagai finalis pada kategori *Internet*

of Things tahun 2024. Selain itu, penulis juga memperoleh prestasi Juara 3 pada lomba FUSE Polman Bandung kategori *Internet of Things* tahun 2025. Dalam menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Madura, penulis berhasil menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**MONITORING BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK RUMAH KOS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***”