



INSTITUT TEKNOLOGI-PLN

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING KWh LISTRIK DENGAN MEDIA
KAMERA BERBASIS INTERNET Of Things (IoT)**

DI SUSUN OLEH:

MELANIE M SALEH

NIM : 201931217

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI

INSTITUT TEKNOLOGI PLN

JAKARTA 2026

**SISTEM MONITORING KWh LISTRIK DENGAN MEDIA
KAMERA BERBASIS INTERNET Of Things (IoT)**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Informatika

DI SUSUN OLEH :

MELANIE M SALEH

NIM : 201931217

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN
JAKARTA 2026**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

SISTEM MONITORING KWh LISTRIK DENGAN MEDIA KAMERA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Disusun oleh:

MELANIE M SALEH

NIM: 201931217

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TELEMATIKA ENERGI
INSTITUT TEKNOLOGI PLN**

Jakarta , 13 Februari 2026

**Mengetahui,
Kepala Program Studi
S1 Teknik Informatika**



**Sely Karmila, S.Kom., M.Si
NIP: 1976200016A**

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**



**Dr. Luqman, S.T., M.Kom
NIDN.0316067501**

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada yang terhormat

Dr. Luqman, ST., M.Kom Selaku Dosen Pembimbing Utama

Yang telah memberikan petunjuk, saran – saran, serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Jakarta, 2026

Melanie M Saleh
201931217

SISTEM MONITORING KWh LISTRIK DENGAN MEDIA KAMERA BERBASIS INTERNET Of Things (IoT)

Melanie M Saleh 201931217

Dibawah bimbingan Luqman.ST.M.Kom

ABSTRAK

Transformasi digital di sektor ketenagalistrikan merupakan konsekuensi logis dari perkembangan teknologi informasi dan otomatisasi saat ini. Namun, pada praktiknya, penggunaan KWh meter analog masih mendominasi di berbagai wilayah, termasuk di bawah naungan Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Ambon. Sistem pencatatan data konsumsi energi pada perangkat analog masih bergantung pada metode konvensional melalui visitasi petugas lapangan, yang memiliki prevalensi tinggi terhadap kesalahan manusia (*human error*), inefisiensi operasional, hingga isu privasi konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem monitoring KWh meter analog yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) berbasis transmisi citra visual. Metodologi pengembangan sistem difokuskan pada penggunaan modul kamera sebagai sensor akuisisi data visual yang kemudian ditransmisikan menuju server pusat secara real-time. Implementasi teknologi ini memungkinkan pemantauan konsumsi energi secara jarak jauh tanpa memerlukan intervensi manual di lokasi pelanggan. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan solusi teknis yang presisi dalam meningkatkan akurasi data tagihan, mengoptimalkan manajemen sumber daya manusia pada instansi penyedia layanan listrik, serta memberikan kontribusi dalam percepatan modernisasi infrastruktur ketenagalistrikan di Indonesia.

Kata Kunci: *KWh Meter Analog, Internet of Things (IoT), Monitoring, Akurasi Data, Efisiensi Operasional.*

ELECTRICITY KWh MONITORING SYSTEM USING CAMERA MEDIA BASED ON the Internet of Things (IoT)

Melanie M Saleh 201931217

Under the guidance of Luqman.ST.M.Kom

ABSTRACT

Digital transformation in the electricity sector is a logical consequence of current developments in information technology and automation. However, in practice, the use of analog KWh meters still dominates in various regions, including under the auspices of the Ambon Customer Service Implementation Unit (UP3). The data recording system for energy consumption on analog devices still relies on conventional methods through field officer visits, which have a high prevalence of human error, operational inefficiency, and even consumer privacy issues. This study aims to design an analog KWh meter monitoring system integrated with Internet of Things (IoT) technology based on visual image transmission. The system development methodology focuses on the use of a camera module as a visual data acquisition sensor, which is then transmitted to a central server in real-time. The implementation of this technology enables remote monitoring of energy consumption without requiring manual intervention at the customer site. The expected results of this research are to provide precise technical solutions to improve billing data accuracy, optimize human resource management at electricity service providers, and contribute to the acceleration of modernization of the electricity infrastructure in Indonesia.

Keywords: *Analog KWh Meter, Internet of Things (IoT), Monitoring, Data Accuracy, Operational Efficiency.*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Melanie M Saleh
NIM : 201931217
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas/Sekolah : Telematika Energi
Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring Kwh Listrik Dengan Media Kamera Berbasis Internet Of Things (IoT)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya/Sarjana/Magister*) baik di lingkungan Institut Teknologi PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pemyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia bertanggung jawab segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 13 Januari 2026



Melanie M Saleh

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring Kwh Listrik Dengan Media
Kamera Berbasis Internet Of Things (IOT)
Nama Mahasiswa : Melanie M Saleh
NIM : 201931217
Program Studi : SI Teknik Informatika
Fakultas : Telematika Energi

Disetujui oleh

Ketua Penguji

Nama Lengkap Dan Gelar Prof. Dr. Indrianto, S.Kom., M.T



NIDN : 0301097501

Anggota Penguji I

Nama Lengkap Dan Gelar Mochamad Farid Rifai,
S.Kom., M.Kom



NIDN : 0402088301

Anggota Penguji II/Pembimbing

Nama Lengkap Dan Gelar Dr. Luqman, ST., M.kom



NIDN : 0316067501

Diketahui oleh,

Kepala Program Studi

Nama Lengkap Dan Gelar Sely Karmila, S.Kom., M.Si



NIDN : 0320047601



Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul tugas akhir : SISTEM MONITORING KWh LISTRIK DENGAN MEDIA
KAMERA BERBASIS INTERNET OF Things (IoT)

Nama mahasiswa : Melanie M Saleh

NIM : 201931217

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Fakultas : Telematika Energi

Disetujui oleh

Pembimbing I

Nama Lengkap dan Gelar : Luqman, ST., M.Kom
NIDN : 0316067501



Diketahui oleh,

Kepala Program Studi

Nama Lengkap dan Gelar : Sely Karmila, S.Kom.,
M.Si.

NIDN : 0320047601



Dekan

Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Mellia Nur Indah S,
ST, MKom

NIDN : 0318057601



Tanggal Ujian :

Tanggal Lulus :



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan.....	1
1.4. Manfaat.....	2
1.5. Ruang Lingkup Masalah	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Relevan.....	4
2.2. Matriks Penelitian.....	10
2.3. Landasan Teori	18
2.3.1. Internet of Things (IoT).....	18
2.3.2. KWh Meter.....	19

2.3.3.	Pemantauan Energi Berbasis Kamera	19
2.3.4.	Komunikasi Data dalam IoT	19
2.3.5.	Sistem Berbasis Cloud.....	20
BAB III		21
METODE PENELITIAN		21
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2	Desain Penelitian	21
3.2.1	Tahap Pengumpulan Data.....	21
3.2.2	Studi Lapangan.....	22
3.3.3	Studi Pustaka	22
3.3.4	Analisis Sistem	22
3.3.5	Tahap Perancangan Sistem	22
3.3.6	Tahap Pengujian	23
3.3.7	Pembuatan Laporan Peneltian	23
3.3.	Metode Pengumpulan Data	23
3.3.1	Studi Literatur.....	23
3.3.2	Pengamatan (Observasi).....	24
3.3.3	Wawancara	24
3.4.	Analisis Sistem	25
3.4.1.	Analisis Kebutuhan	25
3.4.2.	Analisis Fungsional	27
3.4.3.	Analisis Non-Fungsional	27
3.5.	Perancangan Sistem.....	29
BAB VI		40
HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Hasil	40
4.2.	Pembahasan	48

1. Tahap Pemasangan Komponen.....	54
BAB V	58
PENUTUP	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Matriks Penelitian.....	11
Tabel 3. 1 Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar	36
Tabel 3. 2 Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar	37
Tabel 4. 1 Data pembaca kWh 1.....	47
Tabel 4. 2 Data pembaca kWh 2.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart Desain Penelitian	21
Gambar 3. 2 Skema Perancangan Esp3-Cam	25
Gambar 3. 3 Skema Perancangan Devboard	26
Gambar 3. 4 Skema Perancangan Alat	28
Gambar 3. 5 Flowchart Alat	28
Gambar 3. 6 Diagram Block Alat	29
Gambar 3. 7 Diagram Arsitektur Sistem	30
Gambar 3. 8 Kamera Esp32	31
Gambar 3. 9 Flowchart Aliran Sistem	32
Gambar 3. 10 Use Case Diagram	33
Gambar 3. 11 Perancangan Antarmuka	34
Gambar 3. 12 Koneksi Jaringan Esp32-Cam	35
Gambar 3. 13 Pengujian Mode Deepsleep	35
Gambar 3. 14 Listrik PascaBayar	36
Gambar 4. 1 Flowchart Implementasi Server	42
Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Login	44
Gambar 4. 3 Flowchart Dashboard Monitoring	45
Gambar 4. 4 Dashboard Pembaca Kwh	46
Gambar 4. 5 Koneksi Jaringan Esp32-Cam	49
Gambar 4. 6 Flowchart Data Kwh	49
Gambar 4. 7 Flowchart Error Handling	51
Gambar 4. 8 Esp32-Cam Mode DeepSleep	52
Gambar 4. 9 Flowchart Inisialisasi Hardware	52
Gambar 4. 10 Tampilan Data pada Driver PascaBayar	53
Gambar 4. 11 Pemasangan Esp32-Cam dengan Devboard	54
Gambar 4. 12 Board Esp-32-Cam dan Devboard	54
Gambar 4. 13 Penulisan Program di Arduino IDE	55
Gambar 4. 14 Pemasangan Alat	55
Gambar 4. 15 Perancangan HTTP	56
Gambar 4. 16 Tampilan Visual Code	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup	62
Lampiran 2 Hasil Kuesioner	63
Lampiran 3 Hasil Turnitin	68
Lampiran 4 Lembar Bimbingan Skripsi	69
Lampiran 5 Pemohonan Mengikuti Sidang.....	70
Lampiran 6 Surat Keterangan Bebas Administrasi.....	71
Lampiran 7 Surat Keterangan Telah Memenuhi Persyaratan Akademik dan Keuangan	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

listrik pada KWh meter analog dapat dilakukan tanpa harus mengandalkan metode Perkembangan teknologi di era digital saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi. Berbagai perangkat elektronik dan sistem berbasis otomatisasi telah dikembangkan untuk menunjang aktivitas manusia agar menjadi lebih efisien, cepat, dan efektif (A. Ardiansyah, 2022). Inovasi-inovasi ini telah merambah hampir seluruh aspek kehidupan, mulai dari sektor rumah tangga hingga industri besar. Salah satu fondasi utama dalam menopang kemajuan teknologi ini adalah tersedianya energi listrik yang memadai dan berkelanjutan. Energi listrik kini telah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat modern, karena hampir seluruh kegiatan sehari-hari, baik di rumah, sekolah, perkantoran, hingga fasilitas umum lainnya, sangat bergantung pada ketersediaan energi listrik.

Dalam konteks konsumsi energi listrik, penting bagi setiap penyedia layanan, seperti Perusahaan Listrik Negara (PLN), untuk mengetahui jumlah energi yang digunakan oleh pelanggan. Hal ini dilakukan melalui sebuah perangkat yang disebut **KWh meter** (Kilo Watt Hour meter), yaitu alat yang digunakan untuk mengukur dan mencatat jumlah total konsumsi energi listrik dalam satuan kWh di suatu lokasi tertentu. Informasi dari KWh meter ini menjadi dasar utama bagi PLN dalam menentukan jumlah tagihan listrik pelanggan setiap bulan. Secara umum, terdapat dua jenis KWh meter yang digunakan, yaitu KWh meter digital (prabayar) dan KWh meter analog (pascabayar). Meskipun saat ini KWh meter digital telah banyak digunakan, masih terdapat banyak pelanggan yang menggunakan KWh meter analog, terutama di daerah-daerah yang belum sepenuhnya terdigitalisasi.

Sistem pencatatan penggunaan energi listrik pada KWh meter analog masih dilakukan secara konvensional, yakni dengan mengirimkan petugas PLN ke setiap rumah pelanggan untuk mencatat data konsumsi listrik secara manual setiap bulan. Metode ini memiliki beberapa

kekurangan yang cukup signifikan, seperti ketergantungan pada kehadiran petugas, risiko

kesalahan pencatatan, serta kurangnya efisiensi waktu dan tenaga. Selain itu, ketika petugas tidak dapat mengakses rumah pelanggan karena kondisi tertentu, seperti rumah kosong, tertutup, atau lokasi sulit dijangkau, maka PLN terpaksa menggunakan metode estimasi berdasarkan rata-rata pemakaian listrik pada bulan sebelumnya. Estimasi ini sering kali tidak mencerminkan konsumsi listrik aktual pelanggan, sehingga dapat menimbulkan ketidakakuratan tagihan dan merugikan konsumen.(Christanto et al., 2022)

Kondisi ini juga diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan pada tanggal 11 Oktober 2024 dengan dua orang petugas PLN dari Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Ambon. Bapak Raelyn Rante menyampaikan bahwa di wilayah Kecamatan Hitu, Ambon, masih terdapat setidaknya lima unit KWh meter analog yang terpasang. Lebih lanjut, menurut Ibu Lila, yang juga merupakan petugas PLN di UP3 Kecamatan Hitu, hingga saat ini jumlah KWh meter pascabayar yang masih aktif tersebar di berbagai kabupaten/kota dan jumlahnya mencapai ribuan unit. Setiap petugas lapangan ditugaskan untuk mencatat data dari 500 hingga 1000 KWh meter pelanggan setiap bulannya. Jumlah ini sangat besar dan memerlukan sumber daya manusia dalam jumlah banyak serta waktu yang tidak sedikit. Selain itu, metode ini juga menimbulkan potensi pelanggaran privasi, karena petugas harus memasuki area rumah pelanggan atau berinteraksi langsung dengan penghuni rumah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah solusi yang inovatif dan efisien agar proses pencatatan data konsumsimanual. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah dengan mengembangkan sistem monitoring KWh meter menggunakan media kamera berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini bekerja dengan cara memasang modul kamera yang dapat mengambil gambar atau video tampilan angka pada KWh meter, kemudian mentransmisikan data tersebut ke server pusat melalui koneksi internet. Petugas PLN tidak lagi perlu datang langsung ke rumah pelanggan, melainkan cukup memantau tampilan data dari sistem yang terintegrasi secara real time. Selain meningkatkan efisiensi kerja, sistem ini juga membantu menjaga privasi pelanggan dan mengurangi risiko kesalahan pencatatan.

Teknologi IoT memungkinkan integrasi antar perangkat untuk saling berkomunikasi dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan teknologi ini, sistem monitoring KWh meter dapat dibuat lebih cerdas, akurat, dan fleksibel. Selain itu, penggunaan media kamera juga memungkinkan pembacaan visual terhadap angka pada KWh meter analog tanpa harus mengganti alat yang sudah terpasang, sehingga lebih ekonomis dalam implementasi. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem monitoring KWh listrik berbasis kamera dan IoT sebagai solusi modern bagi PLN dalam melakukan pencatatan dan konsumsi energi listrik secara efisien, akurat, dan tidak mengganggu privasi pelanggan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam mendukung transformasi digital di sektor ketenagalistrikan di Indonesia, khususnya dalam meningkatkan pelayanan publik di daerah – daerah yang masih menggunakan sistem analog.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan mempertimbangkan latar belakang di atas, beberapa masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas penggunaan KWH meter analog dalam mencatat penggunaan energi listrik oleh PLN di Kecamatan Hitu Ambon?
2. Apa saja kendala yang dihadapi petugas PLN dalam pengambilan data dari KWH meter yang tidak terjangkau secara langsung?
3. Sejauh mana metode pencatatan rata – rata penggunaan listrik dapat mempengaruhi akurasi tagihan listrik bagi konsumen?
4. Bagaimana implementasi system monitoring KWH listrik berbasis Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan penggunaan energi listrik?
5. Apa dampak dari penggantian system pencatatan manual dengan system berbasis kamera dan IoT terhadap privasi masyarakat dan operasional petugas PLN?

1.3. Tujuan

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Mengembangkan sistem monitoring KWH listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan media kamera untuk memantau penggunaan energi listrik secara real-time dan akurat.
2. Memudahkan petugas PLN dalam mencatat dan mengumpulkan data penggunaan listrik tanpa perlu turun langsung ke lapangan, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja petugas.
3. Mengurangi potensi kesalahan pencatatan yang mungkin terjadi pada KWH meter analog yang dicatat secara manual, serta menghindari penggunaan estimasi yang bisa berdampak negatif pada konsumen.
4. Menyediakan solusi teknologi yang lebih praktis dan modern guna menjaga privasi masyarakat dengan mengurangi frekuensi kunjungan petugas ke rumah-rumah.
5. Mengoptimalkan proses pemantauan konsumsi energi listrik di berbagai wilayah, khususnya daerah dengan jumlah KWH meter analog yang masih banyak, demi meningkatkan akurasi dalam penagihan listrik.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan untuk memonitoring penggunaan energi terhadap perangkat-perangkat elektronik.
2. Sebagai pengembangan di dunia kelistrikan pada sistem monitoring daya listrik pada perangkat-perangkat elektronik.

1.5. Ruang Lingkup Masalah

1. Pencatatan manual KWH Meter
2. Akses KWH Meter yang sulit
3. Estimasi yang tidak akurat
4. Beban kerja tinggi
5. Kurangnya efisiensi.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistem penulisan pada skripsi ini sesuai dengan pedoman, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama ini merangkum latar belakang permasalahan, identifikasi masalah, cakupan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta penataan isi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua ini menyajikan konsep dasar dan tinjauan pustaka yang mendukung penelitian, merujuk pada berbagai sumber seperti buku, artikel ilmiah, internet, dan teori-teori yang relevan, serta pembentukan kerangka pemikiran.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga menjelaskan analisis kebutuhan penelitian, teknik analisis yang diterapkan, desain penelitian, dan jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat menguraikan hasil penelitian dari setiap tahapan sebagai jawaban terhadap permasalahan yang dikaji.

BAB V PENUTUP

Bab kelima merangkum perancangan awal, hasil analisis dari pengujian menggunakan instrumen penelitian, serta memberikan saran untuk perbaikan dan peningkatan sistem yang telah dikembangkan oleh peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dilakukan dengan membandingkan berbagai penelitian sejenis dengan literatur yang sama yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dan membantu penulis dalam melakukan penelitian tersebut. Penelitian-penelitian berikut terkait dengan topik penelitian ini:

Penelitian pertama membahas mengenai Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring daya listrik menggunakan teknologi IoT untuk memantau dan membatasi konsumsi listrik, khususnya pada perangkat rumah tangga, sehingga dapat menekan biaya energi. Sistem yang dirancang menggunakan berbagai sensor seperti sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ACS712, bersama dengan mikrokontroler Arduino UNO dan modul NodeMCU untuk konektivitas Wi-Fi. Metodologi yang digunakan melibatkan pembacaan data tegangan dan arus dari perangkat yang terhubung, lalu menghitung konsumsi daya yang ditampilkan pada layar LCD dan dikirim ke server untuk pemantauan jarak jauh melalui IoT. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme pembatas arus sebesar 2A, di mana jika arus melebihi batas tersebut, perangkat akan otomatis memutus aliran listrik. Pengujian dilakukan pada berbagai alat seperti kulkas, kipas angin, dan televisi, menunjukkan tingkat kesalahan sebesar 0,3% untuk pengukuran tegangan dan 0,28% untuk pengukuran arus, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem berhasil memonitor dan membatasi penggunaan listrik secara efektif dan memiliki potensi besar dalam penghematan energi melalui pemantauan waktu nyata. Untuk pengembangan selanjutnya, peneliti menyarankan peningkatan akurasi sensor dan pembuatan aplikasi khusus untuk mempermudah akses pemantauan jarak jauh. Penelitian ini memberikan solusi praktis dalam manajemen dan monitoring energi listrik berbasis IoT, mendukung upaya penghematan energi secara efektif. (A. Ardiansyah, 2022)

Penelitian kedua membahas mengenai Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet of Things oleh Tukadi, Wahyu Widodo, Maretha Ruswiensari, dan Aryo Qomar dari Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya dan Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, membahas sistem monitoring dan kontrol daya listrik menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini didasari oleh perlunya pengawasan penggunaan listrik secara real-time untuk mengatasi pemborosan dan biaya listrik yang berlebihan. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler Wemos dan sensor arus INA219 untuk memantau peralatan elektronik seperti lampu, kipas, dan pompa air melalui aplikasi mobile.

Sistem ini mencatat data penggunaan listrik ke dalam database yang dapat diakses melalui aplikasi berbasis Android, memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi energi dan biaya secara langsung dari ponsel mereka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data sensor dapat dikirimkan ke database dengan waktu rata-rata pengiriman sebesar 312 ms, yang menunjukkan kemampuan real-time dari sistem ini. Pada bagian metodologi, desain perangkat keras menggunakan sensor arus yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengukur tegangan dan arus listrik, yang kemudian dikirimkan ke server untuk diproses dan ditampilkan pada aplikasi web. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan rata-rata yang kecil antara sensor INA219 dan alat ukur multimeter, dengan perbedaan tegangan 0,02 volt dan arus 0,255 ampere, menunjukkan akurasi yang baik dari sistem ini. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa aplikasi mobile berbasis IoT ini efektif dalam membantu pengguna memantau dan mengontrol peralatan listrik secara real-time, dengan waktu respons yang cukup cepat dan akurasi pengukuran yang memadai. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan rumah pintar (smart home) dengan mengintegrasikan teknologi IoT untuk efisiensi energi dan kenyamanan pengguna.(Widodo et al., n.d.)

Penelitian ketiga ini membahas mengenai "Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM yang membahas pengembangan alat yang memungkinkan pemantauan penggunaan listrik secara real-time dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini berangkat dari permasalahan bahwa petugas PLN sering tidak dapat mengakses lokasi meteran kWh di rumah pelanggan, yang mengakibatkan estimasi pemakaian listrik berdasarkan bulan

sebelumnya dan dapat merugikan pelanggan. Dengan alat yang dikembangkan, pelanggan dapat melihat nilai pemakaian listrik secara langsung di luar rumah melalui layar yang terhubung dengan modul ESP32-CAM.

Metodologi penelitian ini mencakup penggunaan modul sensor PZEM-004T untuk mengukur arus, tegangan, dan daya listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rasio pengukuran antara sensor PZEM-004T dan alat ukur multimeter cukup akurat, dengan rasio VA mencapai 99,12% untuk satu beban dan 96,97% untuk dua beban. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan kemampuan untuk memantau konsumsi daya dari jarak jauh, yang memberikan kemudahan bagi pengguna.

Pada bagian hasil, jurnal ini menjelaskan pengukuran arus dan tegangan yang dilakukan pada beberapa perangkat listrik, termasuk setrika dan adaptor. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai arus dan tegangan dapat dipantau secara real-time dan data dapat diakses melalui aplikasi Android yang dibangun menggunakan App Inventor. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil berfungsi sesuai dengan rencana, dan aplikasi Android dapat digunakan sebagai antarmuka tambahan untuk memantau penggunaan daya listrik.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi pemantauan penggunaan listrik di rumah tangga, memanfaatkan teknologi IoT untuk kemudahan akses dan kontrol jarak jauh. Selain itu, penulis menyarankan pengembangan lebih lanjut dari aplikasi Android untuk meningkatkan fungsionalitas alat. (Christanto et al., 2022)

Penelitian keempat ini membahas tentang pengembangan prototipe alat monitoring peralatan listrik berbasis Internet of Things (IoT) untuk rumah tangga. Masalah yang diangkat adalah konsumsi daya listrik rumah tangga yang tinggi, di mana pelanggan kesulitan memantau peralatan mana yang menggunakan energi berlebih dan menyebabkan kebocoran arus. Metode yang digunakan adalah pendekatan prototipe dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Data dikumpulkan dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk dalam bentuk grafik Gauge, yang memungkinkan pemantauan secara real-time dari perangkat seluler. Pengujian alat ini melibatkan beberapa peralatan rumah tangga, seperti lampu pijar, lampu LED, lampu CFL, dan setrika, untuk

melihat konsumsi daya dan efisiensinya. Hasilnya menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam memantau konsumsi daya dan mendeteksi kebocoran arus, yang terjadi akibat kerusakan pada jaringan listrik. Dengan alat ini, pengguna dapat mengetahui peralatan mana yang paling banyak menggunakan energi, sehingga dapat melakukan penghematan secara lebih efisien. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa prototipe ini berhasil membantu pemantauan konsumsi listrik dan mendukung efisiensi energi di sektor rumah tangga.(Irvandi, 2023)

Penelitian kelima ini membahas tentang rancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal ini menguraikan pentingnya monitoring konsumsi listrik secara real-time untuk mengatasi pemborosan energi yang sering terjadi di rumah tangga akibat kurangnya pemantauan daya listrik secara terperinci. Metode yang digunakan adalah pengembangan prototipe dengan memanfaatkan sensor arus ACS-712 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang diintegrasikan dengan platform Blynk untuk memudahkan pengguna dalam mengakses data konsumsi listrik melalui perangkat seluler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring yang dirancang mampu bekerja dengan efisiensi tinggi. Misalnya, pengukuran pada laptop charger mencapai efisiensi 99,61%, pada dua lampu efisiensi 98,94%, kipas angin 99,08%, dan kombinasi dua lampu dengan charger laptop mencapai 99,07%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan dapat diandalkan dalam memantau penggunaan daya listrik di rumah tangga. Antarmuka yang digunakan, yaitu Blynk, berhasil menampilkan data konsumsi listrik dalam bentuk grafik dan nilai daya secara real-time, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan evaluasi dan penghematan energi dengan lebih mudah. Kesimpulan dari jurnal ini menegaskan bahwa teknologi IoT efektif dalam membantu manajemen konsumsi energi di rumah tangga, mendukung efisiensi energi, dan mengurangi pemborosan listrik.(Mustafa & Muhammad, 2020)

Penelitian keenam ini membahas tentang desain dan implementasi sistem monitoring pemakaian daya listrik berbasis Internet of Things (IoT) untuk pelanggan rumah tangga. Tujuan utama penelitian adalah mengembangkan aplikasi yang mampu memantau penggunaan daya listrik secara real-time, sehingga pengguna dapat mengontrol konsumsi

energi secara efisien. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang mendukung konektivitas internet melalui WiFi, serta sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B. Pengujian perangkat keras dilakukan untuk menghitung nilai daya listrik dan biaya yang terpakai dari peralatan rumah tangga seperti setrika, kipas angin, dan adaptor handphone. Hasil perhitungan dari alat yang dibangun dibandingkan dengan perhitungan teoritis, menunjukkan selisih sebesar 0,0135, dengan tingkat akurasi alat mencapai 99%. Ini menunjukkan alat tersebut efektif digunakan untuk monitoring pemakaian daya listrik di rumah tangga. Kesimpulan jurnal menyatakan bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini memudahkan pengguna dalam memantau dan mengatur penggunaan energi listrik secara efisien, membantu dalam penghematan biaya. Meskipun efektif, penelitian ini masih terbatas pada pemantauan, dan disarankan untuk penelitian lanjutan agar sistem juga dapat mengontrol perangkat listrik secara otomatis saat konsumsi daya melebihi batas.(Amirah et al., 2023)

Penelitian ini membahas implementasi modul SIM800L dalam akuisisi data penggunaan listrik pada sistem kWh meter berbasis impulse dengan sensor cahaya, yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Penelitian dilakukan oleh Arfan Haqiqi Sulasmoro, Miftakhul Huda, dan Fahmi Amirudin dari Politeknik Harapan Bersama, Tegal. Sistem dirancang untuk mengatasi kendala akses internet pada rumah tangga yang tidak terjangkau oleh layanan penyedia internet (ISP) dengan menggunakan modul SIM800L, yang berfungsi mengirim data melalui jaringan seluler. Sistem ini memanfaatkan sensor cahaya LDR untuk membaca impuls cahaya yang dihasilkan oleh kWh meter, dan data ini kemudian dihitung serta dikirim ke server cloud secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengakuisisi data penggunaan listrik dengan menghitung impuls yang diterima, serta mengirimkan data ke server dengan biaya yang efisien. Uji coba menunjukkan bahwa penggunaan pulsa untuk setiap pengiriman data sangat minimal, yaitu sekitar 0,9 rupiah per pengiriman. Penelitian ini menyarankan optimasi lebih lanjut, seperti pengiriman data secara berkala untuk mengurangi penggunaan pulsa lebih jauh. Sistem ini diharapkan dapat membantu rumah tangga di wilayah tanpa akses internet untuk tetap memantau dan mengontrol konsumsi listrik secara efisien, sehingga mendukung

penghematan energi dan pengelolaan biaya listrik yang lebih baik.(Sulasmoro & Huda, 2024)

Penelitian kedelapan ini membahas tentang perancangan sistem monitoring daya listrik satu fasa pada rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT). Dengan latar belakang peningkatan konsumsi listrik di Indonesia akibat gaya hidup yang boros, penelitian ini bertujuan mengembangkan alat monitoring untuk memantau penggunaan listrik secara real-time, sehingga pengguna dapat mengetahui perangkat elektronik mana yang paling banyak mengonsumsi daya dan melakukan penghematan energi. Sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk memindai tegangan dan arus, serta memanfaatkan platform Blynk sebagai antarmuka monitoring. Perangkat terhubung melalui WiFi untuk mengirim data konsumsi listrik ke aplikasi yang dapat diakses melalui perangkat seluler. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa perangkat elektronik seperti pompa air, kipas angin, dan setrika, dengan hasil menunjukkan bahwa alat ini mampu memantau dan menghitung konsumsi listrik secara akurat. Pengujian akurasi menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki rata-rata error 0,34% untuk tegangan dan 0,23% untuk daya listrik. Perangkat juga mampu menampilkan estimasi biaya listrik dalam rupiah per kWh secara langsung di aplikasi Blynk. Pengujian pengiriman data menunjukkan bahwa rata-rata delay dari sensor ke aplikasi Blynk adalah sekitar 1,71 detik. Kesimpulannya, sistem ini berhasil dikembangkan dan menunjukkan kinerja yang baik dalam memantau konsumsi listrik rumah tangga, mendukung penghematan energi secara efisien dengan memanfaatkan teknologi IoT.(Pradana et al., 2024)

Penelitian kesembilan ini membahas mengenai pengembangan sistem berbasis IoT untuk memantau dan mengaudit konsumsi energi listrik secara real-time. Dalam jurnal ini, penulis menjelaskan bagaimana teknologi IoT diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pemantauan energi listrik. Sistem ini memanfaatkan sensor-sensor dan perangkat IoT yang terhubung ke jaringan internet untuk mengumpulkan data konsumsi energi secara terus-menerus. Data tersebut kemudian diproses dan dianalisis, sehingga pengguna dapat memantau penggunaan listrik mereka melalui aplikasi atau platform digital. Penulis juga menyoroti pentingnya sistem ini dalam membantu pengelolaan energi listrik

yang lebih efisien dan ramah lingkungan, dengan mengurangi pemborosan energi dan memungkinkan deteksi dini terhadap anomali penggunaan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi secara akurat dan real-time, serta memiliki potensi untuk diimplementasikan pada skala yang lebih luas untuk mendukung penghematan energi.(Sukadana et al., 2021)

Penelitian terakhir ini membahas rancang bangun sistem monitoring kWh-meter berbasis Modbus yang menggunakan media Power Line Communication (PLC). Penelitian ini dilakukan oleh Eko Budi Utomo, Nofria Hanafi, dan Syahrul Ismail, yang bertujuan untuk mengembangkan sistem yang memungkinkan pemantauan konsumsi energi listrik secara efisien dan real-time. Sistem ini memanfaatkan protokol Modbus untuk komunikasi antara perangkat monitoring dan kWh-meter, serta PLC sebagai jalur transmisi data melalui kabel listrik yang sudah ada. Keunggulan dari metode ini adalah dapat mengurangi kebutuhan akan infrastruktur baru, karena menggunakan jaringan listrik yang sudah ada untuk mengirimkan data. Dalam penelitian ini, para peneliti melakukan pengujian untuk memastikan akurasi pengukuran dan kehandalan komunikasi data. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam memantau dan mencatat konsumsi listrik, serta menyediakan data secara real-time kepada pengguna. Dengan sistem monitoring ini, pengguna dapat lebih mudah mengontrol dan mengelola penggunaan energi listrik, mendukung penghematan energi, dan mengurangi biaya listrik. Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem monitoring kWh-meter berbasis Modbus dengan PLC sangat potensial untuk diimplementasikan di lingkungan rumah tangga maupun industri, memberikan solusi praktis dan efisien untuk pemantauan energi listrik.(Utomo et al., 2023)

2.2. Matriks Penelitian

Matriks perbandingan adalah perbandingan – perbandingan analisa yang diuji dari beberapa artikel maupun jurnal yang berhubungan atau memiliki kaitan dengan judul penelitian yang akan diterapkan dalam penulisan ini. Berikut ini merupakan matriks perbandingan dari penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 Matriks Penelitian

No	1
Judul	Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)
Nama Penelitian	Ardiansyah, Agus
Hasil	Hasil penelitian menunjukkan bahwa monitoring daya listrik berbasis IoT efektif dalam memberikan data real-time yang akurat, membantu mengurangi konsumsi energi, dan menyediakan peringatan dini atas anomali. Sistem ini terbukti stabil, mudah diakses melalui aplikasi, serta aman dari ancaman siber, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan pengelolaan listrik.
No	2
Judul	Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things
Nama Penelitian	Widodo, Wahyu Ruswiensari, Maretha Qomar, Aryo
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memantau penggunaan daya listrik secara real-time dengan akurasi yang tinggi. Dengan menggunakan perangkat IoT yang terhubung ke jaringan, sistem ini berhasil mengukur dan menampilkan data konsumsi daya secara langsung melalui platform digital, memudahkan pengguna dalam memantau pemakaian energi dari jarak jauh. Penelitian ini juga menemukan bahwa sistem tersebut dapat memberikan peringatan dini jika terdeteksi adanya anomali dalam penggunaan daya, sehingga meningkatkan efisiensi energi dan keamanan pengguna. Selain itu, konektivitas sistem terbukti stabil, dan antarmuka yang disediakan mudah diakses serta digunakan oleh pengguna, memberikan pengalaman yang lebih

	interaktif dan responsif dalam pengelolaan energi listrik.
No	3
Judul	Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM
Nama Penelitian	Christanto, Ilham Dwi Diharja, Reza Mardiono, Mardiono Widayaka, Parama Diptya Yuwono, Alfarid Hendro
Hasil	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mentransmisikan tampilan meter KWH secara real-time menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau penggunaan daya listrik secara efisien dan akurat melalui perangkat yang terhubung ke internet. Penelitian ini menemukan bahwa sistem dapat menangkap dan mengirim gambar tampilan meter KWH, yang kemudian ditampilkan di aplikasi atau dashboard secara real-time. Kinerja sistem terbukti stabil, dan pengguna dapat dengan mudah mengakses informasi konsumsi listrik dari jarak jauh. Selain itu, penggunaan ESP32-CAM sebagai mikrokontroler memungkinkan integrasi yang mudah dengan aplikasi berbasis web, menjadikan sistem ini praktis dan efektif untuk pemantauan konsumsi energi listrik.
No	4
Judul	JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Perancangan Prototype Alat Monitoring Peralatan Listrik pada Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet Of Things)
Nama Penelitian	Irvandi, Mursyidin, Fathiah
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa prototipe yang dikembangkan dapat memantau penggunaan listrik dari berbagai peralatan di rumah tangga

	secara efisien melalui teknologi Internet of Things (IoT). Prototipe ini menggunakan sensor arus dan tegangan yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengumpulkan data konsumsi energi secara real-time. Penelitian ini menemukan bahwa sistem mampu memberikan informasi yang akurat mengenai penggunaan daya setiap peralatan, memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi peralatan yang boros energi. Selain itu, data yang terkumpul dapat diakses melalui aplikasi mobile atau web, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau dan mengelola konsumsi listrik dari jarak jauh. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam monitoring peralatan listrik dapat membantu meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya listrik bulanan.
No	5
Judul	Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone
Nama Penelitian	Mustafa, Syahrul Muhammad, Umar
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memantau konsumsi daya listrik secara efektif melalui teknologi IoT. Sistem ini mengintegrasikan sensor untuk mengukur arus dan tegangan dengan mikrokontroler yang terhubung ke internet, memungkinkan pengumpulan data real-time mengenai penggunaan listrik. Penelitian ini menemukan bahwa pengguna dapat mengakses informasi konsumsi energi melalui platform web atau aplikasi mobile, sehingga memudahkan mereka dalam memantau dan menganalisis penggunaan daya dari berbagai peralatan. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur notifikasi

	untuk memberikan peringatan jika terdeteksi penggunaan daya yang abnormal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan energi, tetapi juga membantu pengguna dalam mengelola tagihan listrik secara lebih efektif.
No	6
Judul	Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Bagi Pelanggan Rumah Tangga Berbasis IoT
Nama Penelitian	Amirah, Amirah Salman, Salman Abidin, Zainal
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang berhasil memantau pemakaian daya listrik secara real-time untuk pelanggan rumah tangga. Sistem ini mengintegrasikan sensor untuk mengukur arus dan tegangan dengan mikrokontroler yang terhubung ke internet, memungkinkan pengguna untuk mengakses data konsumsi energi melalui aplikasi mobile atau dashboard web. Penelitian ini menemukan bahwa pengguna dapat memantau penggunaan daya dari berbagai peralatan rumah tangga, mengidentifikasi potensi penghematan energi, dan menerima notifikasi ketika terdeteksi penggunaan daya yang tidak normal. Hasilnya menunjukkan bahwa implementasi sistem berbasis IoT ini efektif dalam meningkatkan kesadaran pengguna terhadap konsumsi energi dan membantu mereka mengelola tagihan listrik secara lebih baik, serta memberikan solusi untuk efisiensi energi di rumah tangga.
No	7
Judul	Implementasi Sim800L Pada Akuisisi Data Kwh Meter Sistem Impulse Dengan Sensor Cahaya Berbasis Iot

	Untuk Monitoring Biaya Pemakaian Listrik
Nama Penelitian	Sulasmoro, Arfan Haqiqi Huda, Miftakhul
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan modul SIM800L untuk pengiriman data konsumsi listrik secara real-time menggunakan teknologi IoT. Sistem ini memanfaatkan sensor cahaya untuk mendeteksi impuls dari meter KWH dan mengonversinya menjadi data pemakaian listrik. Penelitian ini menemukan bahwa pengguna dapat memantau biaya pemakaian listrik melalui aplikasi mobile atau platform web, memungkinkan mereka untuk mendapatkan informasi yang akurat dan terkini mengenai konsumsi energi mereka. Selain itu, sistem ini menyediakan fitur notifikasi untuk memberi tahu pengguna tentang perubahan signifikan dalam penggunaan listrik, yang dapat membantu mereka dalam mengelola pengeluaran energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem berbasis IoT ini efektif dalam meningkatkan kesadaran pengguna terhadap biaya pemakaian listrik dan mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien.
No	8
Judul	Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik 1 Fasa Pada Rumah Tangga Berbasis Internet of Things
Nama Penelitian	Pradana, Aprilianto Agung Yuliantoro, Prasetyo Indriyanto, Slamet
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memantau penggunaan daya listrik 1 fasa di rumah tangga secara real-time dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sistem ini menggunakan sensor arus

	dan tegangan yang terhubung ke mikrokontroler untuk mengumpulkan data konsumsi energi. Penelitian ini menemukan bahwa pengguna dapat mengakses informasi pemakaian daya melalui aplikasi mobile atau dashboard web, yang memberikan kemudahan dalam pemantauan dan analisis penggunaan listrik. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan fitur peringatan untuk mendeteksi penggunaan listrik yang abnormal, membantu pengguna mengelola konsumsi energi dan mencegah kerugian akibat pemborosan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis IoT ini efektif dalam meningkatkan efisiensi energi dan memudahkan pengguna dalam memantau dan mengelola penggunaan daya listrik di rumah tangga.
No	9
Judul	Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT)
Nama Penelitian	Sukadana, I Wayan Prayoga, Dimas Suriana, I Wayan
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan dan audit penggunaan energi listrik secara efektif menggunakan teknologi IoT. Sistem ini mengintegrasikan sensor untuk mengukur arus, tegangan, dan daya listrik, yang kemudian data tersebut dikirimkan ke platform berbasis cloud untuk analisis lebih lanjut. Penelitian ini menemukan bahwa pengguna dapat mengakses informasi konsumsi energi secara real-time melalui aplikasi mobile atau dashboard web, yang memudahkan dalam memantau pola penggunaan energi dan mengidentifikasi potensi penghematan. Selain itu, sistem ini

	menyediakan laporan audit yang membantu pengguna dalam memahami dan mengelola biaya energi dengan lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis IoT ini tidak hanya meningkatkan kesadaran pengguna terhadap pemakaian energi, tetapi juga mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien dan berkelanjutan.
No	10
Judul	Rancang Bangun Sistem Monitoring kWh-Meter Berbasis Modbus dengan Media Power Line Communication
Nama Penelitian	Utomo, Eko Budi Hanafi, Nofria Ismail, Syahrul
Hasil	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil memantau konsumsi listrik melalui kWh-meter dengan menggunakan protokol Modbus dan media komunikasi power line. Sistem ini memanfaatkan infrastruktur jaringan listrik yang ada untuk mentransmisikan data secara efisien, sehingga mengurangi kebutuhan akan kabel tambahan. Penelitian ini menemukan bahwa sistem dapat mengukur dan menampilkan data penggunaan daya secara akurat dan real-time, serta memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Selain itu, sistem ini juga menyediakan fitur notifikasi untuk mendeteksi penggunaan daya yang tidak normal, yang membantu pengguna dalam pengelolaan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis Modbus dan power line communication ini efektif dalam meningkatkan efisiensi pemantauan energi dan memberikan solusi praktis untuk manajemen konsumsi listrik.

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital melalui sensor, aktuator, dan sistem komunikasi data yang saling terintegrasi. Menurut Kevin Ashton (2009), IoT adalah sistem yang menghubungkan objek fisik ke internet melalui sensor untuk mengumpulkan dan mentransmisikan data secara otomatis tanpa intervensi manusia. Integrasi ini tidak hanya berfokus pada proses pengumpulan data, tetapi juga mencakup komputasi terdistribusi, analisis data, serta pengambilan keputusan cerdas secara real-time.

Dalam konteks penelitian ini yaitu sistem monitoring kWh listrik berbasis IoT peran utama IoT terletak pada kemampuannya untuk mengubah data analog dari meter listrik menjadi informasi digital yang dapat diproses dan dianalisis secara otomatis. IoT memungkinkan sistem melakukan data-driven decision making, yakni pengambilan keputusan berbasis data yang dihasilkan dari siklus pengumpulan, pemrosesan, dan umpan balik (feedback loop) secara berkesinambungan. Proses ini pada akhirnya menciptakan efisiensi sistemik dengan mengaburkan batas antara dunia fisik dan infrastruktur digital.

Relevansi integrasi IoT dalam sektor energi diperkuat oleh penelitian Garniwa (2003), yang mengembangkan konsep kamera pintar IoT untuk pembacaan angka meter listrik otomatis menggunakan pemrosesan citra digital. Penelitian ini menjadi fondasi awal digitalisasi data fisik pada sistem energi, karena mampu mengonversi nilai visual analog menjadi data numerik yang dapat diolah secara otomatis.

Selain itu, penelitian Sidqi (2003) menegaskan pentingnya keandalan jaringan komunikasi IoT dalam memastikan efisiensi dan stabilitas transmisi data. Fokus penelitian tersebut pada reduksi latensi dan kecepatan respons sistem menjadi elemen krusial dalam menjaga kontinuitas aliran informasi antarperangkat, yang sangat relevan untuk sistem monitoring energi berbasis sensor dan komunikasi data.

Dengan mengacu pada penelitian Garniwa (2023) dan Sidqi (2003), integrasi IoT dalam sistem monitoring kWh listrik menjadi semakin kuat secara teoretis dan empiris. Konsep digitalisasi pengukuran energi dari Garniwa (2023) mendasari proses akuisisi data, sedangkan rancangan komunikasi dari Sidqi (2023) memperkuat aspek jaringan dan kecepatan pengiriman informasi. Kedua penelitian tersebut saling melengkapi dalam mewujudkan sistem IoT yang andal, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan otomasi di sektor ketenagalistrikan.

2.3.2. KWh Meter

KWh Meter merupakan instrumen presisi yang berfungsi sebagai perangkat metrologi untuk mengukur akumulasi konsumsi daya listrik oleh pengguna dalam kurun waktu tertentu. Secara teknis, perangkat ini mengintegrasikan variabel tegangan dan arus untuk mencatat total energi aktif yang digunakan dalam satuan kilowatt-jam (kWh). Dalam ekosistem distribusi tenaga listrik, KWh Meter berperan krusial sebagai titik demarkasi antara penyedia layanan dan konsumen, yang berfungsi untuk menjamin akurasi data dalam proses penagihan (billing system) serta memfasilitasi pemantauan beban energi secara sistematis. (Ismail dan Harahap, 2017)

2.3.3. Pemantauan Energi Berbasis Kamera.

Metodologi pemantauan energi berbasis kamera melibatkan integrasi instrumen optik digital sebagai sensor akuisisi data visual untuk mengobservasi dan mengekstraksi informasi dari perangkat pengukuran energi, seperti kWh meter, secara real-time. Menurut John C. Morris (2015), pendekatan ini memanfaatkan teknik pemrosesan citra (image processing) untuk mentransformasikan data analog atau tampilan numerik pada perangkat fisik menjadi format data digital yang dapat dianalisis lebih lanjut. Penggunaan teknologi visi komputer ini memungkinkan pemantauan konsumsi energi secara kontinu tanpa memerlukan modifikasi pada infrastruktur kelistrikan yang ada, sekaligus menyediakan bukti visual yang akurat untuk validasi data konsumsi energi secara sistematis.

2.3.4. Komunikasi Data dalam IoT

Dalam konteks Internet of Things (IoT), komunikasi data didefinisikan sebagai mekanisme fundamental yang memfasilitasi transmisi serta penerimaan paket data antar entitas komputasi yang terdistribusi dan saling terhubung melalui infrastruktur jaringan. William Stallings (2014), dalam karyanya "Data and Computer Communications", menekankan bahwa

proses ini melibatkan penggunaan protokol komunikasi yang terstandardisasi guna menjamin integritas, keamanan, dan akurasi data selama proses propagasi dari sumber ke tujuan. Secara teknis, arsitektur komunikasi ini mencakup berbagai lapisan (layer), mulai dari lapisan fisik hingga aplikasi, yang memungkinkan heterogenitas perangkat IoT untuk beroperasi secara interoperabel dalam lingkungan jaringan yang kompleks. William Stallings (2014).

2.3.5. Sistem Berbasis Cloud

Cloud computing atau komputasi awan didefinisikan sebagai model paradigma teknologi yang memfasilitasi akses jaringan secara universal, nyaman, dan bersifat on-demand terhadap sekumpulan sumber daya komputasi terkonfigurasi—mencakup infrastruktur jaringan, peladen (server), media penyimpanan, aplikasi, serta layanan pendukung lainnya. Berdasarkan kerangka kerja yang dirumuskan oleh Mell dan Grance dari National Institute of Standards and Technology (NIST), karakteristik utama sistem ini terletak pada kemampuannya dalam penyediaan dan pelepasan sumber daya secara cepat dan elastis, dengan keterlibatan manajemen yang minimal serta interaksi terbatas dengan penyedia layanan. Relevansi konsep ini turut diperkuat oleh kajian ilmiah di lingkungan ITPLN, di mana keahlian Herman Bedi Agtriadi (2023) dalam bidang *Infrastructure & Cloud Computing* serta pengajaran komputasi awan oleh Widya Nita Suliyanti (2024) menunjukkan bahwa cloud merupakan fondasi utama arsitektur komputasi modern dan sangat relevan bagi pengembangan sistem terdistribusi.

Selain itu, penelitian mengenai *smart digital infrastructure* yang dilakukan oleh Meilia Nur Indah S. (2022) serta kajian mengenai *machine learning* dan pemrosesan data terdistribusi oleh Dewi Arianti Wulandari (2023) semakin menegaskan bahwa cloud computing memiliki peran krusial dalam pemrosesan big data, integrasi lintas platform, dan peningkatan kemampuan sistem IoT. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa cloud tidak hanya menjadi wadah penyimpanan dan pengolahan data, tetapi juga platform strategis untuk mendukung skalabilitas, efisiensi komputasi, dan interoperabilitas perangkat IoT. Dengan demikian, penelitian para dosen ITPLN secara konsisten memperkuat landasan teori Mell dan Grance mengenai pentingnya komputasi awan dalam arsitektur teknologi modern yang bersifat adaptif dan terdistribusi.

BAB III

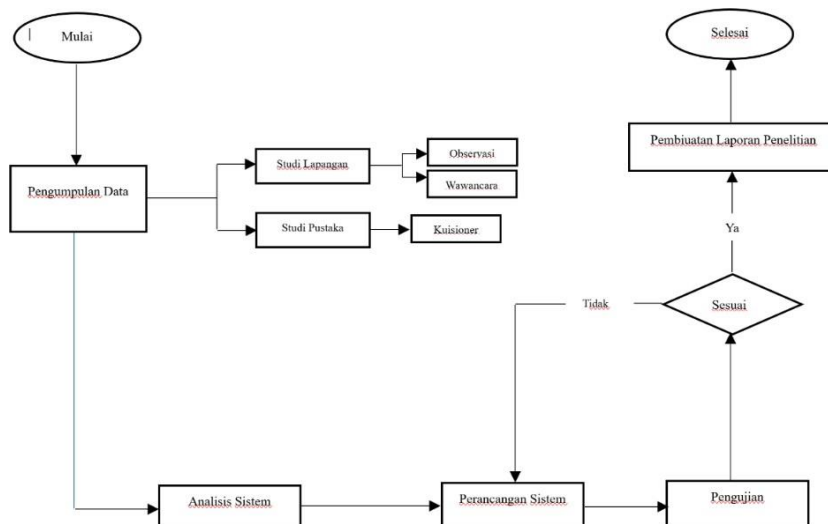
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengambil data di Kantor UP3 Ambon. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Oktober 2024 sampai Desember 2024. Pada bulan Oktober, penulis mempersiapkan judul, kemudian mencari studi Pustaka, sebagai referensi dari penelitian dan memulai mengerjakan laporan.

3.2 Desain Penelitian

Tahapan aktivitas penelitian yang terdapat pada gambar di atas maka di jelaskan sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Flowchart Desain Penelitian

3.2.1 Tahap Pengumpulan Data

Pada saat pengumpulan data terdapat dua cara dalam pengambilan data cara tersebut berupa pengumpulan data menggunakan studi lapangan data primer dan studi pustaka sebagai data sekunder.

3.2.2 Studi Lapangan

Studi lapangan berupa observasi dan wawancara. Untuk observasi penulis data ke PT. PLN (Persero) UP3 Ambon melalui online. Sedangkan untuk wawancara penulis melakukan wawancara melalui meeting online.

3.2.3 Studi Pustaka

Studi pustaka berupa membaca dan mempelajari buku-buku dan kuisisioner yang terdapat kaitannya dengan penelitian, selain itu peneliti juga melakukan searching pada jurnal dan artikel di google yang di dalamnya membahas tentang Analisis Sistem Monitoring KWH Meter Berbasis Internet Melalui Media Komunikasi Whatsapp Menggunakan Metode Internet Of Things.

3.3.4 Analisis Sistem

Pada tahap ini penulis menganalisis dan membuat rencana Analisis Sistem Monitoring KWH Meter Berbasis Internet Melalui Media Komunikasi Whatsapp dengan menentukan perencanaan awal mengenai kegiatan apa saja yang akan dilakukan untuk masing-masing kegiatan. Analisis merupakan tahap yang menjadi dasar proses pembuatan perancangan sistem. Hasil analisis yang tidak lengkap berpotensi menyebabkan beberapa permasalahan yang tidak di inginkan, antara lain waktu perancangan sistem monitoring lebih lama, proses dalam perancangan sistem tidak sesuai dan perancangan sistem tidak dapat memenuhi semua kebutuhan.

3.3.5 Tahap Perancangan Sistem

Dalam pengembangan sistem ini, penulis mencakup beberapa langkah. Pertama, penentuan kebutuhan dan tujuan pembuatan perancangan sistem monitoring untuk memahami secara menyeluruh apa yang ingin di capai dengan sistem monitoring ini. Selanjutnya, identifikasi yang akan di gunakan sebagai titik awal sistem monitoring kWh meter berbasis internet melalui WhatsApp. Tahap berikutnya adalah pengembangan algoritma sistem monitoring. Selanjutnya, uji coba dan evaluasi sistem untuk memastikan keakuratan dan kinerja yang diinginkan. Terakhir, pelaksanaan dan penyempurnaan berkelanjutan berdasarkan umpan balik dari pengguna untuk meningkatkan pengalaman pengguna secara

keseluruhan. Dengan mengikuti tahapan ini, diharapkan sistem monitoring dapat memberikan pengalaman yang informatif.

3.3.6 Tahap Pengujian

Tahap pengujian sistem monitoring kWh meter berbasis internet melalui media komunikasi WhatsApp dapat dilakukan secara sistematis. Pertama, pengujian fungsional sistem monitoring kWh meter dilakukan dengan menguji apakah sistem monitoring dapat dilakukan secara efektif. Selanjutnya, pengujian performa dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan dan responsivitas sistem monitoring dalam merespons dan mengolah data informasi. Setelah itu, pengujian pada pengiriman nilai tegangan, arus, daya, dan energi listrik sampai dengan notifikasi WhatsApp Messenger mencapai rata-rata.

3.3.7 Pembuatan Laporan Penelitian

Pada tahap ini, penulis membuat laporan ini mendokumentasikan penelitian yang dilakukan dalam perancangan sistem monitoring kWh meter berbasis internet melalui WhatsApp yang bertujuan untuk memfasilitasi perancangan sistem monitoring kWh meter berbasis internet melalui WhatsApp. Penelitian ini memperkenalkan sebuah sistem monitoring melalui media teknologi WhatsApp Messenger secara interaktif dalam penggunaan untuk menciptakan yang informatif. Melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dan pengujian melalui WhatsApp Messenger. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan mampu memonitoring kWh meter melalui media WhatsApp Messenger.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan untuk menyelesaikan penulisan dan penelitian ini, penulis membutuhkan data dan informasi yang mendukung terkait system monitoring Kwh listrik dengan media kamera berbasis Internet of Things (IoT) untuk menjadi bukti nyata melakukan metode dalam pengumpulan data di antaranya:

3.3.1 Studi Literatur

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh landasan teori dan referensi teknis dalam membangun sistem monitoring kWh listrik berbasis kamera dan IoT.

Metode ini mencakup pengumpulan informasi dari berbagai sumber seperti buku teks, jurnal ilmiah, artikel online, skripsi terdahulu, serta dokumentasi teknis mengenai teknologi IoT, sistem monitoring energi, mikrokontroler, dan pengolahan citra digital. Dengan melakukan studi pustaka, peneliti dapat memahami prinsip kerja perangkat keras dan perangkat lunak yang relevan, serta memperoleh referensi arsitektur sistem dan pendekatan teknis yang telah digunakan sebelumnya.

3.3.2 Pengamatan (Observasi)

Observasi dilakukan secara langsung di lokasi pemasangan kWh-meter, baik di rumah maupun gedung yang menjadi objek studi. Dalam proses ini, peneliti mengamati kondisi fisik meteran listrik, posisi pemasangan, pencahayaan sekitar, dan tantangan teknis lainnya yang dapat mempengaruhi pengambilan gambar oleh kamera. Selain itu, observasi juga mencakup proses manual pencatatan angka kWh oleh petugas, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi kendala pada sistem konvensional. Hasil observasi ini menjadi acuan penting dalam mendesain sistem berbasis IoT yang lebih efisien dan akurat. Observasi dilakukan secara langsung di lokasi pemasangan kWh-meter, baik di rumah maupun gedung yang menjadi objek studi. Dalam proses ini, peneliti mengamati kondisi fisik meteran listrik, posisi pemasangan, pencahayaan sekitar, dan tantangan teknis lainnya yang dapat mempengaruhi pengambilan gambar oleh kamera. Selain itu, observasi juga mencakup proses manual pencatatan angka kWh oleh petugas, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi kendala pada sistem konvensional. Hasil observasi ini menjadi acuan penting dalam mendesain sistem berbasis IoT yang lebih efisien dan akurat.

3.3.3 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan beberapa pihak terkait, seperti teknisi PLN, petugas lapangan, serta pengguna atau pemilik fasilitas yang menggunakan meter kWh. Wawancara ini bersifat semi-terstruktur, dengan daftar pertanyaan terbuka yang dapat dikembangkan sesuai situasi di lapangan. Tujuannya adalah untuk menggali informasi mendalam tentang kebutuhan sistem monitoring, kendala yang sering

ditemui dalam pencatatan kWh, serta ekspektasi terhadap solusi berbasis teknologi. Informasi dari wawancara ini membantu peneliti dalam menentukan fitur-fitur yang dibutuhkan oleh pengguna akhir.

3.3. Analisis Sistem

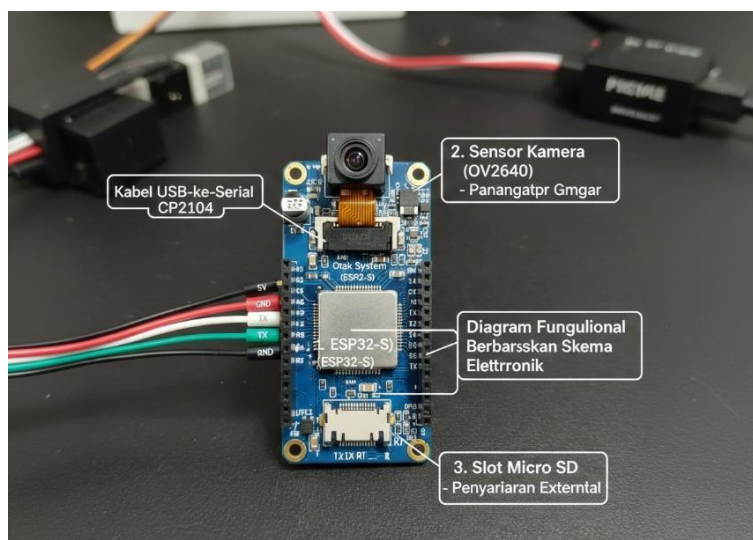
Analisis sistem merupakan tahap penting dalam proses perancangan sistem, di mana kebutuhan fungsional dan non-fungsional diidentifikasi serta dijabarkan secara rinci. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai sistem yang akan dikembangkan, baik dari sisi input, proses, maupun output, serta bagaimana sistem tersebut berinteraksi dengan pengguna dan perangkat lain yang relevan. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan terhadap sistem monitoring kWh listrik berbasis kamera dan Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk mengotomatisasi proses pencatatan angka pada kWh meter analog.

3.3.1. Analisis Kebutuhan

1) Kebutuhan Perangkat Keras (hardware)

a. ESP32-CAM

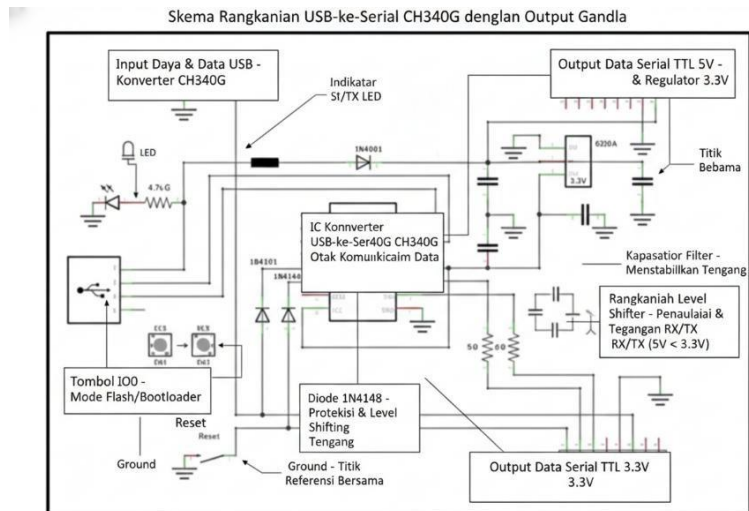
Berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol kamera, mengelola proses pengambilan gambar, serta mengirim data ke server melalui koneksi wifi.



Gambar 3. 2 Skema Perancangan Esp3-Cam

b. Devboard USB to Serial (FTDI)

Digunakan untuk proses pemrograman dan komunikasi serial antara computer dan ESP32-CAM



Gambar 3. 3 Skema Perancangan Devboard

c. KWh Meter Analog

Perangkat target yang akan dimonitoring oleh system, khususnya angka konsumsi listrik yang ditampilkan secara visual

d. Power Supply 5V DC

Untuk menyuplai tegangan ke perangkat ESP32-CAM

e. Jaringan Wifi

Dibutuhkan untuk menghubungkan ESP32-CAM ke server atau platform cloud

2. Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)

a. Arduino IDE

Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke ESP32-CAM

b. Platform HTTP atau Web Server

Untuk menerima dan menyimpan data gambar dari ESP32-CAM

c. Antarmuka Web (Web Interface)

Untuk menampilkan gambar hasil tangkapan kamera kepada pengguna atau administrator

3.3.2. Analisis Fungsional

System yang dikembangkan memiliki beberapa fungsi utama, yaitu:

a. Pengambilan Gambar Otomatis

Kamera yang terpasang pada ESP32-CAM secara berkala mengambil gambar tampilan angka pada kWh meter

b. Pengiriman Gambar ke Server

Setelah gambar diambil, data dikirim melalui jaringan wifi ke server penyimpanan

c. Penyimpanan dan Penamaan File Gambar

Server penyimpan gambar dengan system penamaan berbasis waktu atau ID pelanggan untuk kemudahan pengelolaan

d. Tampilan Gambar di Web

Administrator dapat mengakses gambar melalui halaman web untuk melakukan verifikasi dan pencatatan

e. Keamanan Akses

Hanya pengguna yang memiliki akun atau izin tertentu yang dapat mengakses data melalui system web.

3.3.3. Analisis Non-Fungsional

a. Keandalan Sistem

System harus mampu bekerja secara kontinu dan stabil dalam berbagai kondisi lingkungan.

b. Aksesibilitass

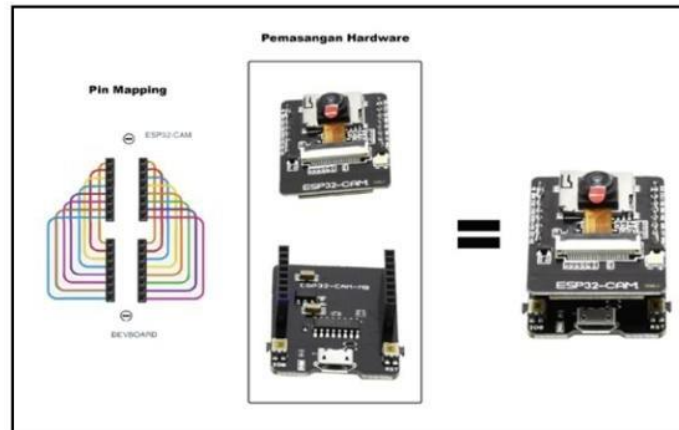
System dapat diakses dari jarak jauh melalui jaringan internet

c. Keamanan

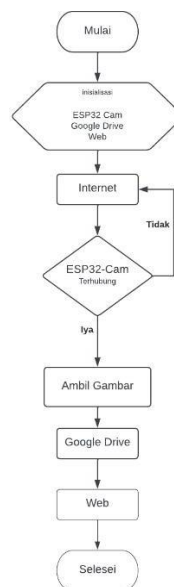
System wajib memiliki pengamanan autentikasi untuk mencegah akses tidak sah

d. Efisiensi Waktu

System harus mampu mengurangi waktu pencatatan manual yang dilakukan petugas PLN



Gambar 3. 4 Skema Perancangan Alat



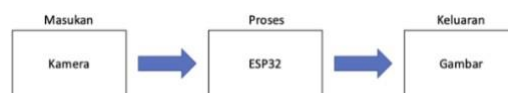
Gambar 3. 5 Flowchart Alat

Pada gambar 3.5 menunjukan proses alur kerja yang dibuat pada alat system monitoring Kwh listrik dengan media kamera berbasis IoT di jelaskan menggunakan flowchart, alur kerja pada proses system yang dibangun diawali dengan mengisialisasi perangkat yang digunakan baik software maupun hardware.

Pada gambar menunjukkan diagram blok dimana alat ini memanfaatkan kamera sebagai input atau masukan yang sudah terintegrasi dengan board Esp32 yang menjadi pusat pemrosesan data yang lebih dikenal dengan modul Esp32- Cam, sehingga output atau keluaran dari alat ini berupa gambar.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan system monitoring kWh menggunakan media kamera merupakan pendekatan non-invasif yang mengandalkan pengenalan visual terhadap tampilan meteran kWh (baik analog maupun digital). Berikut adalah gambaran umum perancangannya:



Gambar 3. 6 Diagram Block Alat

1. Kamera

Digunakan untuk mengambil gambar atau video meteran Kwh. Bisa berupa kamera IP, webcam, atau kamera dari modul IoT seperti ESP32-CAM.

2. Unit Pemroses Gambar

Mikrokontroler, menjalankan algoritma pengolahan citra dan OCR (Optical Character Recognition) untuk membaca angka dari display.

3. Software / Algoritma

OpenCV atau deteksi dan segmentasi angka. Tesseract OCR untuk membaca angka dari gambar. Penyesuaian algoritma untuk kondisi pencahayaan dan sudut pandang kamera.

4. Penyimpanan & Monitor

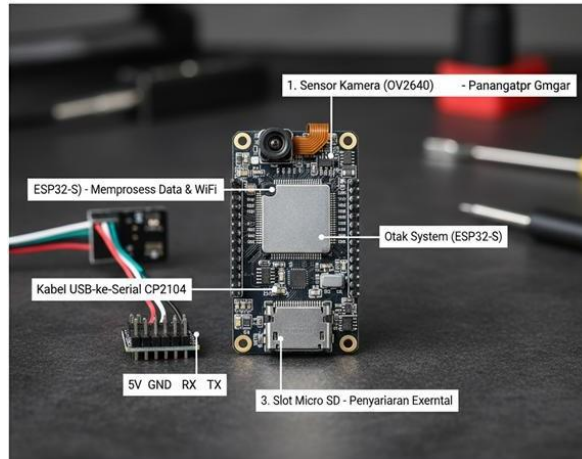
Database untuk menyimpan data hasil pembacaan. Web dashboard atau aplikasi mobile untuk memantau konsumsi daya

5. Komunikasi

Wifi / Ethernet untuk kirim data ke server/ cloud. Atau local menggunakan HTTP.

3.5.1. Arsitektur Sistem

Diagram Fungsional Berbarkrakan Skema Elektronik



Gambar 3. 7 Diagram Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dirancang mengadopsi kerangka kerja *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari tiga lapisan fungsional utama:

1. Lapisan Akusisi Data

Berfungsi sebagai unit pengideraan yang melibatkan KWH Meter sebagai objek pengukuran dan Kamera sebagai sensor masukan visual. Kamera menangkap data numerik pada panel meter untuk diproses lebih lanjut.

2. Lapisan Pemrosesan dan Transmisi

Menggunakan Mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan sentral. Perangkat ini melakukan pengolahan data awal (*edge processing*) dan mentransmisikan data tersebut secara nirkabel melalui protokol WiFi.

3. Lapisan Monitoring dan Penyimpanan

Data yang ditransmisikan disimpan secara terstruktur dalam Database. Informasi tersebut kemudian disajikan secara real-time melalui Dashboard Web untuk memfasilitasi visualisasi dan analisis data bagi pengguna akhir.

3.5.2. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

1. Kamera



Gambar 3. 8 Kamera Esp32

Kamera digunakan untuk menangkap gambar angka pada display KWH meter. Digunakan modul kamera ESP32-Cam yang mendukung integrasi dengan mikrokontroler

2. Mikrokontroler

Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai otak system. Selain mengontrol kamera, ESP32 juga berfungsi sebagai penghubung ke internet melalui wifi

3. Koneksi Jaringan

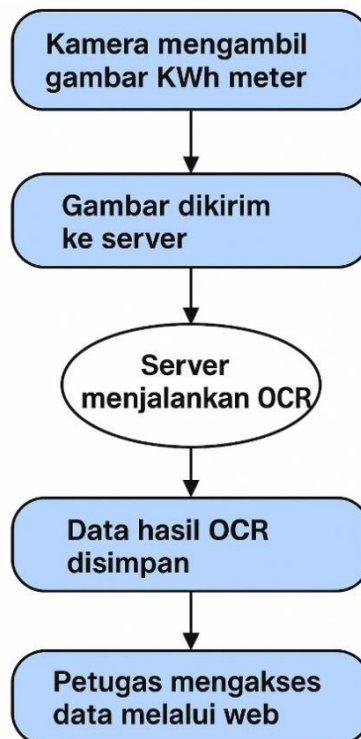
ESP32 terhubung ke jaringan wifi agar dapat mengirim gambar ke server.

3.5.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dalam sistem ini terbagi ke dalam beberapa bagian yang saling berinteraksi, yaitu perangkat lunak pada mikrokontroler, server backend, OCR, database, dan antarmuka web. Setiap bagian dirancang untuk menjalankan fungsi spesifik yang membentuk satu kesatuan sistem monitoring yang otomatis dan efisien.

1. Perangkat Lunak Mikrokontroler
2. OCR (Optical Character Recognition)
3. Databas
4. Antarmuka Web

3.5.4. Diagram Aliran Sistem

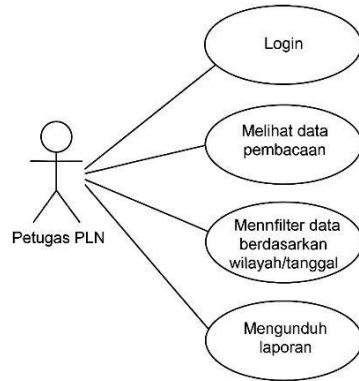


Gambar 3. 9 Flowchart Aliran Sistem

Diagram aliran pada Gambar 3.9 mempresentasikan sekuens operasional sistem dalam memproses data penggunaan energi, yang dijabarkan sebagai berikut:

1. **Inisialisasi dan Akusisi Gambar**
Proses dimulai dengan pengambilan gambar data visual panel KWh meter melalui sensor kamera secara berkala
2. **Transmisi Data**
Citra yang telah ditangkap kemudian ditransmisikan dari perangkat lokal menuju server untuk memproses lebih lanjut.
3. **Pengolahan Citra (OCR)**
Di tingkat server, algoritma *Optical Character Recognition* (OCR) dieksekusi untuk mengekstraksi nilai numerik dari format gambar menjadi data teks digital.
4. **Penyimpanan Data**
Hasil konversi dari proses OCR disimpan ke dalam basis data sebagai rekaman historis konsumsi energi yang valid.
5. **Diseminasi Informasi**
Tahap terakhir melibatkan akses data oleh petugas melalui antarmuka berbasis web, yang memungkinkan pemantauan dan analisis data secara jarak jauh.

3.5.5. Use Case Diagram



Gambar 3. 10 Use Case Diagram

Gambar 3.10 mengilustrasikan interaksi antara aktor pengguna dengan fungsionalitas sistem. Analisis terhadap *Use Case Diagram* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aktor Utama

Petugas PLN sebagai aktor tunggal yang berinteraksi langsung dengan sistem aplikasi.

2. Fungsionalitas sistem

Sistem menyediakan empat fungsi utama yang dapat diakses oleh aktor, yaitu:

a. Autentikasi (Login)

Prosedur keamanan untuk membatasi akses ke dalam sistem

b. Visualisasi Data

Fitur untuk meninjau hasil pembacaan KWh meter yang telah diproses

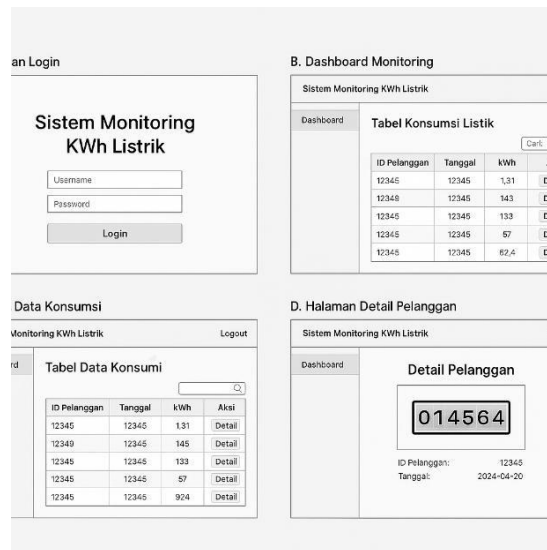
c. Filtrasi Data

Kemampuan sistem untuk menyaring informasi berdasarkan parameter wilayah atau rentang waktu tertentu.

d. Pelaporan

Fasilitas untuk mengunduh laporan formal hasil pemantauan energi.

i. Rancangan Antarmuka



Gambar 3. 11 Perancangan Antarmuka

Gambar 3.11 perancangan antarmuka sistem yang dirancang dengan prinsip *user-centric* untuk memudahkan operasional. Rancangan ini terdiri dari empat komponen utama:

- Halaman login
Digunakan untuk validasi identitas pengguna
- Dashboard monitoring
Menampilkan tabel konsumsi listrik secara keseluruhan untuk memantau tren pengguna energi
- Data konsumsi
Bagian yang menyajikan rincian data historis pelanggan
- Halaman detail pelanggan
Menampilkan visualisasi spesifik dari angka meteran pelanggan besaran ID pelanggan dan tanggal pengambilan data.

1. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian hasil, pengambilan gambar atau data setiap satu jam sekali secara otomatis akan langsung dikirimkan ke penyimpanan kemudian akan ditampilkan langsung hasilnya pada web secara realtime.

- a. Pengujian Esp-Cam dengan jaringan pada saat Esp-Cam terkoneksi dengan jaringan maka otomatis akan memberikan alamat IP. Jika jaringan gagal untuk terkoneksi proses ini akan terus mengalami perulangan sampai dengan proses koneksi berhasil, kemudian akan melanjutkan ke proses menghubungkan ke host atau server yang kita gunakan yaitu http yang telah

```
Connecting to 2x+5y-8=14
STAIP address:
192.168.43.221

Connect to script.google.com
Connection successful
```

Gambar 3. 12 Koneksi Jaringan Esp32-Cam

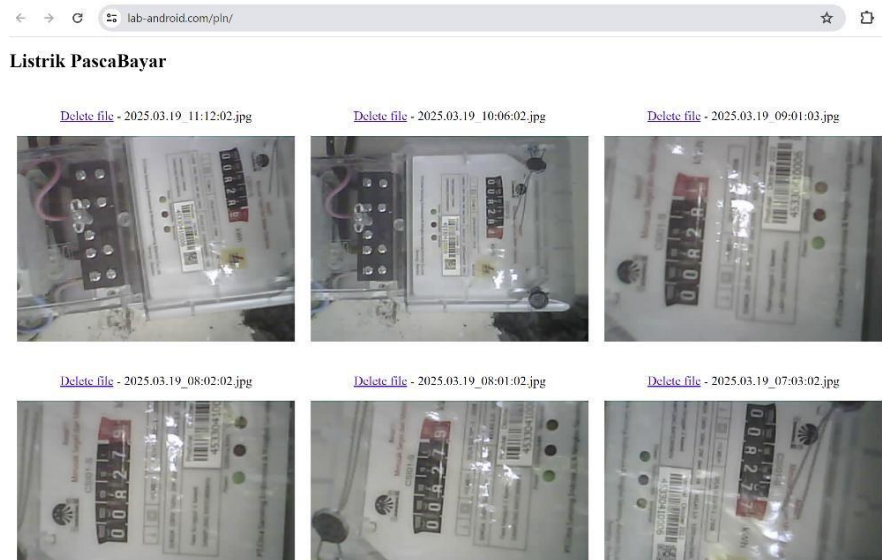
- a. diprogramkan sebelumnya. Tampilan serial monitor Arduino ide Ketika Esp32-Cam berhasil terkoneksi dapat dilihat pada gambar 12.
- b. Pengujian mode deepsleep atau modul RTC pada ESP32-Cam.

```
Setup ESP32 to sleep for every 5 Seconds
Going to sleep now
```

Gambar 3. 13 Pengujian Mode Deepsleep

Menjalankan ESP32 dalam mode aktif dengan baterai tidaklah ideal, karena daya dari baterai akan terkuras dengan sangat cepat, oleh karena itu kita gunakan fitur deepsleep atau mengaktifkan modul RTC yang sudah terintegrasi dengan board Esp32-Cam, dimana saat mode deep sleep ini hanya RTC yang aktif mengakibatkan jaringan yang terhubung ke board Esp juga akan teputus dan akan terkoneksi Kembali secara otomatis saat waktu yang sudah ditentukan. Gambar Esp32-Cam masuk mode deepsleep dapat dilihat pada gambar 13 dibawah ini.

Gambar hasil pengambilan data pada Kwh listrik pascabayar dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. 14 Listrik PascaBayar

pada gambar 14 diatas adalah sama karena sudah terhubung, data tersimpan di drive kemudian ditampilkan pada web. Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar jadinya dapat kita monitor dari jarak jauh selama tersambung jaringan internet.

Tabel 3. 1 Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar

No	Waktu	Data pada Kwh Listrik
1	19 February 2025 (16:00)	216899
2	19 February 2025 (17:00)	216900
3	19 February 2025 (18:00)	216011

Berdasarkan data tersebut mengalami penurunan nilai kWh seperti ini tidak biasa terjadi dalam sistem kWh meter, mengingat perangkat ini dirancang untuk mencatat akumulasi penggunaan energi listrik secara bertahap dan terus meningkat.

Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain kesalahan dalam pencatatan atau transmisi data, gangguan pada sistem komunikasi seperti gangguan sinyal pada media Power Line Communication (PLC) atau adanya reset maupun penggantian perangkat meter. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut terhadap sistem monitoring, perangkat lunak, serta log pencatatan untuk memastikan keakratan dan keandalan data yang diperoleh.

Tabel 3. 2 Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar

No	Waktu	Data pada Kwh Listrik
1	19 Maret 2025 (09:00)	008277
2	19 Maret 2025 (10:00)	008279
3	19 Maret 2025 (11:00)	008281
4	19 Maret 2025 (12:00)	008284
5	19 Maret 2025 (13:00)	008286
6	19 Maret 2025 (14:00)	008288

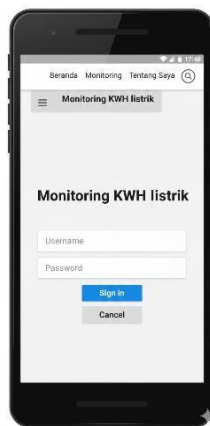
Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa konsumsi energi listrik mengalami peningkatan secara bertahap dan konsisten sebesar 2 hingga 3 kWh per jam. Peningkatan ini menunjukkan pola konsumsi energi yang normal dan wajar sesuai dengan prinsip kerja kWh meter, di mana nilai akumulasi energi listrik akan terus bertambah seiring waktu. Tidak terdapat anomali atau penurunan nilai yang tidak lazim sebagaimana yang terlihat pada Tabel 1 sebelumnya. Oleh karena itu, data dalam Tabel 2 menunjukkan performa pencatatan energi listrik yang stabil dan dapat diandalkan.

b. Perancangan User Interface

Perancangan user interface dibuat untuk memberikan arahan tata letak fungsi, halaman, dan data pada system. Berikut adalah perancangan user interface dalam penelitian ini.

1. Tampilan Menu Utama

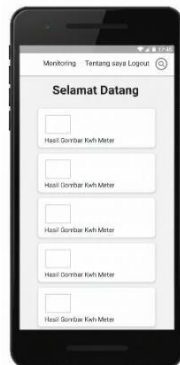
Halaman menu utama dirancang sebagai manu utama yang akan tampil setelah login masuk ke dalam aplikasi. Menu ini dirancang memiliki beberapa tombol yang sesuai fungsi masing masing.



Gambar 3. 15 UI Tampilan menu utama.

2. Tampilan Menu Monitoring

Halaman menu monitoring dirancang sebagai menu yang akan menampilkan informasi Kwh meter



Gambar 3. 16 UI Tampilan Menu Monitoring

3. Tampilan Menu Tentang Saya

Tampilan tentang dirancang untuk memberikan informasi tentang tujuan pembuatan aplikasi dan informasi tentang pengembangan aplikasi.



Gambar 3. 17 UI Tampilan menu tentang saya

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis merancang aplikasi System Monitoring KWh Listrik dengan Media Kamera Berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan adalah HTTP.

4.4.1 Implementasi Komunikasi HTTP

Komunikasi antar perangkat dalam sistem monitoring ini menggunakan metode HTTP (Hypertext Transfer Protocol) sebagai protokol utama dalam pengiriman data. Pemilihan HTTP didasarkan pada kemudahannya dalam implementasi, kompatibilitas luas dengan berbagai perangkat, serta efisiensi dalam mengirim data berbasis teks maupun gambar secara langsung melalui jaringan internet atau intranet.

1. Arsitektur Client-Server

Sistem ini menerapkan model komunikasi **client-server**, di mana:

- a. Client: Mikrokontroler ESP32-CAM bertindak sebagai client yang bertugas menangkap gambar dari layar kWh meter, kemudian mengirimkannya ke server.
- b. Server: Server berbasis Python (Flask) yang menerima data, memprosesnya menggunakan OCR, dan menyimpan hasil pembacaan ke dalam basis data.

2. Protokol HTTP Post

Pengiriman data dari ESP32-Cam ke server dilakukan dengan metode HTTP Post, yang memungkinkan pengiriman data dalam format multipart/form-data. Gambar yang diambil oleh kamera dikodekan dalam bentuk format jpg, lalu dikirim sebagai payload ke endpoint tertentu pada server.

Payload HTTP Post yang dikirim oleh ESP32-Cam mencakup :

- Tanggal dan Waktu
- Tipe konten (image/jpg)

3. Implementasi pada ESP32-Cam

Firmware ESP32-CAM dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Pengiriman gambar dilakukan menggunakan pustaka HTTPClient.h. Proses pengambilan gambar

dan pengiriman dilakukan secara berkala atau berdasarkan pemicu tertentu. Berikut adalah langkah umum:

a. Inisialisasi koneksi Wifi

Pada tahap awal program, modul ESP32-CAM harus terlebih dahulu terhubung ke jaringan Wi-Fi agar dapat mengirimkan data ke server melalui protokol HTTP. Inisialisasi koneksi Wi-Fi dilakukan menggunakan pustaka WiFi.h dalam bahasa pemrograman C++ pada platform Arduino IDE.

b. Pengambilan gambar menggunakan kamera internal

Pengambilan gambar merupakan proses utama dalam sistem monitoring kWh listrik berbasis kamera. Modul ESP32-CAM memiliki kamera internal (biasanya model OV2640) yang mampu mengambil gambar dengan resolusi yang cukup untuk memindai tampilan angka pada layar kWh meter.

Fungsi ini bertujuan untuk memperoleh citra numerik dari tampilan kWh yang nantinya akan diproses menggunakan Optical Character Recognition (OCR).

c. Membentuk permintaan HTTP Post

Setelah gambar berhasil diambil dari kamera internal ESP32-CAM, langkah selanjutnya adalah mengirimkan gambar tersebut ke server menggunakan permintaan HTTP POST. Protokol HTTP POST digunakan karena mendukung pengiriman data dalam jumlah besar, seperti file gambar, secara aman dan terstruktur melalui jaringan.

d. Mengirim gambar ke server

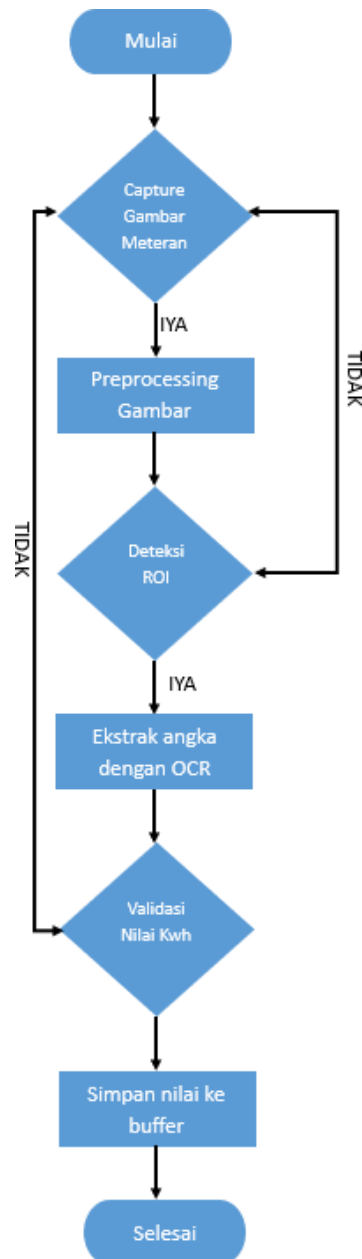
Setelah gambar berhasil diambil dari kWh meter menggunakan kamera internal ESP32-CAM, langkah berikutnya adalah mengirimkan gambar tersebut ke server untuk diproses lebih lanjut. Pengiriman gambar dilakukan melalui koneksi Wi-Fi dengan metode HTTP POST, di mana gambar dikemas dalam format image/jpeg dan dikirim ke endpoint server tertentu.

e. Menerima respon

Setelah ESP32-CAM mengirim gambar ke server menggunakan metode HTTP POST, langkah selanjutnya adalah menerima dan memproses respon dari server. Respon ini sangat penting karena berfungsi sebagai konfirmasi apakah data gambar telah berhasil diterima dan diproses oleh server atau terjadi kegagalan dalam komunikasi.

4. Implementasi pada Server (Backend)

Server menerima data menggunakan framework Flask. Endpoint /upload dibuat untuk menangani permintaan POST. Setelah gambar diterima, proses berikut dilakukan:



Gambar 4. 1 Flowchart Implementasi Server

Proses diawali dengan pengambilan gambar (capture) meteran listrik menggunakan kamera. Sistem akan mengatur parameter pengambilan gambar seperti resolusi (minimal 1280x720 piksel), eksposur, dan fokus untuk memastikan kualitas gambar optimal. Pengambilan gambar dilakukan dengan interval waktu tertentu atau dipicu oleh sensor gerak/PIR jika meteran berada di lokasi yang sulit dijangkau.

Setelah gambar berhasil diambil, sistem melakukan preprocessing gambar yang meliputi beberapa tahap kritis:

1. Konversi ke grayscale untuk menyederhanakan proses analisis
2. Peningkatan kontras menggunakan histogram equalization
3. Thresholding adaptif untuk mengkonversi gambar menjadi biner (hitam-putih)
4. Reduksi noise menggunakan median filter atau morphological operations
5. Deteksi tepi dengan algoritma Canny atau Sobel untuk mempertegas bentuk angka/pointer

Proses selanjutnya adalah deteksi Region of Interest (ROI) dimana nilai kWh berada pada gambar meteran. Sistem menggunakan kombinasi teknik computer vision:

- Template matching untuk mengenali pola khusus pada meteran digital
- Contour detection dengan OpenCV untuk meteran analog
- Pembatasan area pencarian berdasarkan knowledge position (jika posisi meteran tetap)

```
{  
  
  "status": "success",  
  
  "nilai_kwh": "072435.9",  
  
  "timestamp": "2025-07-14T10:20:45"  
}
```

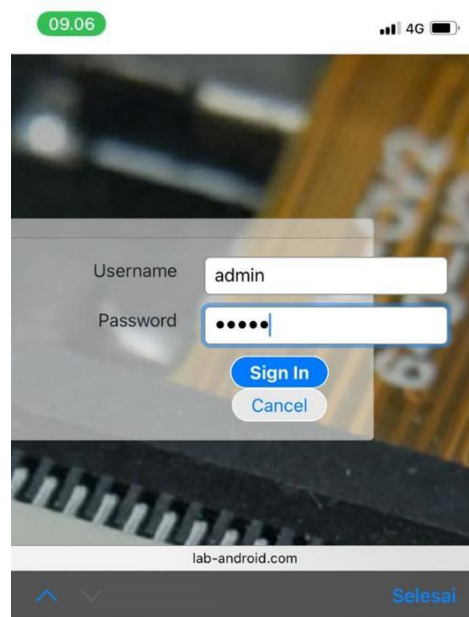
4.1.1 Tampilan Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memantau data pembacaan konsumsi listrik dari kWh meter secara otomatis dan real-time. Antarmuka

ini dikembangkan dalam bentuk aplikasi web yang bersifat responsif, sehingga dapat diakses melalui komputer desktop maupun perangkat mobile.

1. Halaman Login

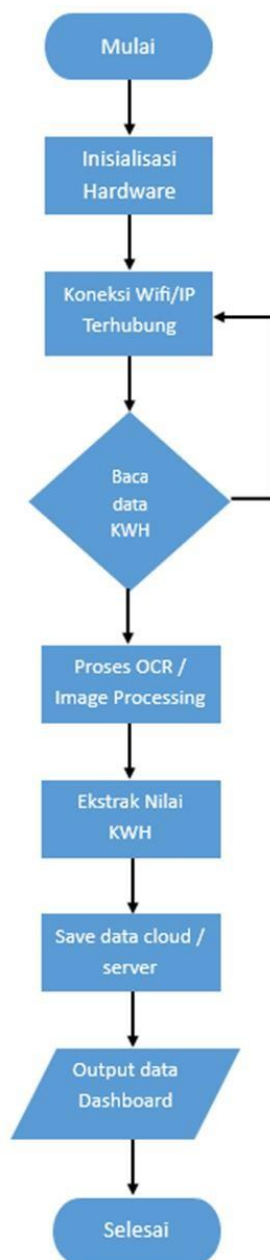
Halaman login merupakan pintu masuk utama bagi pengguna yang ingin mengakses sistem. Hanya pengguna yang memiliki akun yang dapat melihat data pembacaan listrik.



Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Login

2. Dashboard Monitoring

Dashboard menampilkan ringkasan status sistem dan konsumsi listrik terbaru dalam bentuk grafik dan angka. Tampilan ini dibuat dinamis agar pengguna dapat memantau perkembangan pemakaian daya secara berkala.



Gambar 4. 3 Flowchart Dashboard Monitoring

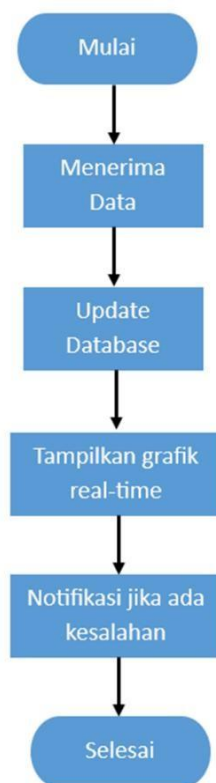
Sistem dimulai dengan inisialisasi hardware termasuk kamera dan modul WiFi (ESP32). Setelah hardware siap, sistem akan mencoba terhubung ke jaringan WiFi. Jika koneksi berhasil, sistem memperoleh alamat IP dan memverifikasi koneksi ke server cloud. Begitu terhubung, sistem masuk ke loop utama:

- (1) Mengambil gambar meteran listrik

- (2) Memproses gambar untuk ekstraksi nilai kWh
- (3) Mengirim data ke cloud
- (4) Menampilkannya di dashboard. Proses ini berulang sesuai interval yang ditentukan (misal setiap 5 menit).

3. Tabel data pembaca

Halaman ini menyajikan data pembacaan kWh meter dalam format tabel yang dapat difilter dan dicari berdasarkan berbagai parameter.



Gambar 4. 4 Dashboard Pembaca Kwh

Data yang tiba di server melalui API Gateway akan diproses oleh middleware yang melakukan: parsing data, validasi integritas, dan penyimpanan ke database time-series (InfluxDB/MySQL). Dashboard (Node-RED/Grafana) melakukan query periodik untuk update visualisasi. Fitur tambahan termasuk:

- (1) Threshold alert jika konsumsi melebihi batas
- (2) Prediksi beban menggunakan algoritma regresi linear
- (3) Export laporan periodik.

Tabel 4. 1 Data pembaca kWh 1

No	Waktu	Data pada Kwh Listrik
1	19 February 2025 (16:00)	216899
2	19 February 2025 (17:00)	216900
3	19 February 2025 (18:00)	216011

Berdasarkan data tersebut mengalami penurunan nilai kWh seperti ini tidak biasa terjadi dalam sistem kWh meter, mengingat perangkat ini dirancang untuk mencatat akumulasi penggunaan energi listrik secara bertahap dan terus meningkat. Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain kesalahan dalam pencatatan atau transmisi data, gangguan pada sistem komunikasi seperti gangguan sinyal pada media Power Line Communication (PLC) atau adanya reset maupun penggantian perangkat meter. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut terhadap sistem monitoring, perangkat lunak, serta log pencatatan untuk memastikan keakuratan dan keandalan data yang diperoleh.

Tabel 4. 2 Data pembaca kWh 2

No	Waktu	Data pada Kwh Listrik
1	19 Maret 2025 (09:00)	008277
2	19 Maret 2025 (10:00)	008279
3	19 Maret 2025 (11:00)	008281
4	19 Maret 2025 (12:00)	008284

5	19 Maret 2025 (13:00)	008286
6	19 Maret 2025 (14:00)	008288

Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa konsumsi energi listrik mengalami peningkatan secara bertahap dan konsisten sebesar 2 hingga 3 kWh per jam. Peningkatan ini menunjukkan pola konsumsi energi yang normal dan wajar sesuai dengan prinsip kerja kWh meter, di mana nilai akumulasi energi listrik akan terus bertambah seiring waktu. Tidak terdapat anomali atau penurunan nilai yang tidak lazim sebagaimana yang terlihat pada Tabel 1 sebelumnya. Oleh karena itu, data dalam Tabel 2 menunjukkan performa pencatatan energi listrik yang stabil dan dapat diandalkan.

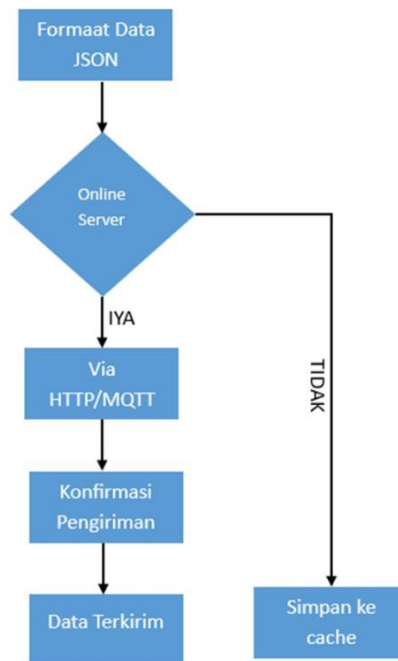
4.1. Pembahasan

Pada tahap pengujian hasil, pengambilan gambar atau data setiap satu jam sekali secara otomatis akan langsung dikirimkan ke penyimpanan kemudian akan ditampilkan langsung hasilnya pada web secara realtime.

- a. Pengujian Esp-Cam dengan jaringan pada saat Esp-Cam terkoneksi dengan jaringan maka otomatis akan memberikan alamat IP. Jika jaringan gagal untuk terkoneksi proses ini akan terus mengalami perulangan sampai dengan proses koneksi berhasil, kemudian akan melanjutkan ke proses menghubungkan ke host atau server yang kita gunakan yaitu http yang telah diprogramkan sebelumnya. Tampilan serial monitor Arduino ide Ketika Esp32-Cam berhasil terkoneksi dapat dilihat pada gambar 4.5

```
Connecting to 2x+5y-8=14  
STAIP address:  
192.168.43.221  
Connect to script.google.com  
Connection successful
```

Gambar 4. 5 Koneksi Jaringan Esp32-Cam



Gambar 4. 6 Flowchart Data Kwh

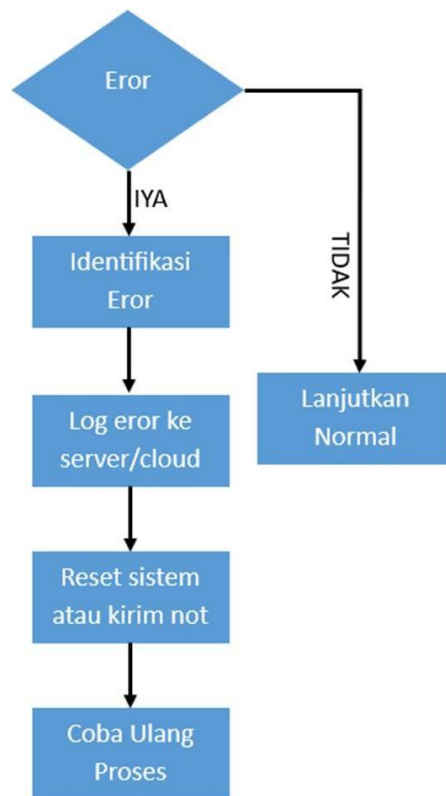
Proses dimulai setelah data kWh berhasil dibaca dan diproses. Sistem akan memformat data tersebut ke dalam struktur JSON yang mencakup beberapa field utama seperti nilai kWh, timestamp, ID perangkat, dan status sistem. Format JSON dipilih karena ringan, mudah dibaca, dan kompatibel dengan berbagai platform IoT. Data JSON ini kemudian siap untuk dikirim ke server cloud.

Sebelum pengiriman, sistem melakukan pengecekan status koneksi server melalui mekanisme ping atau request sederhana. Jika server merespons dan teridentifikasi online,

sistem akan memilih protokol pengiriman yang sesuai antara HTTP POST atau MQTT berdasarkan konfigurasi. HTTP digunakan untuk komunikasi langsung ke REST API, sementara MQTT dipilih untuk skenario real-time dengan broker seperti Mosquitto.

Setelah pengiriman, sistem menunggu acknowledgment dari server. Jika server mengonfirmasi penerimaan data dengan response code 200 (HTTP) atau PUBACK (MQTT), data dianggap berhasil terkirim dan sistem akan melanjutkan ke proses berikutnya. Namun jika tidak ada konfirmasi setelah timeout (biasanya 5-10 detik), sistem akan mencoba mengirim ulang hingga 3 kali sebelum akhirnya menyimpan data ke dalam cache penyimpanan lokal seperti SD card atau EEPROM.

Data yang gagal terkirim disimpan dalam cache dengan struktur FIFO (First In First Out) dan diberi timestamp. Sistem akan secara periodik (setiap 15 menit) memeriksa konektivitas dan mencoba mengirim ulang data dalam cache ketika koneksi pulih. Setiap data yang berhasil dikirim akan dihapus dari cache untuk mengoptimasi penggunaan memori. Sistem juga melengkapi data cache dengan metadata seperti jumlah percobaan pengiriman untuk mencegah infinite loop.



Gambar 4. 7 Flowchart Error Handling

Sistem memiliki multi-layer error handling:

- 1) Pada level hardware, jika kamera gagal mengambil gambar, sistem melakukan soft reset.
- 2) Pada level jaringan, terdapat mekanisme reconnect otomatis dengan exponential backoff.
- 3) Pada level data, nilai outlier difilter menggunakan algoritma moving average. Log error dicatat secara lokal dan dikirim ke cloud untuk analisis. Untuk error kritis yang tidak terselesaikan dalam 5 siklus, sistem masuk ke mode safe mode dan mengirim alert ke administrator.

b. Pengujian mode deepsleep atau modul RTC pada ESP32-Cam

Menjalankan ESP32 dalam mode aktif dengan baterai tidaklah ideal, karena daya dari baterai akan terkuras dengan sangat cepat, oleh karena itu kira gunakan fitur deepsleep atau mengaktifkan modul RTC yang sudah terintegrasi dengan board

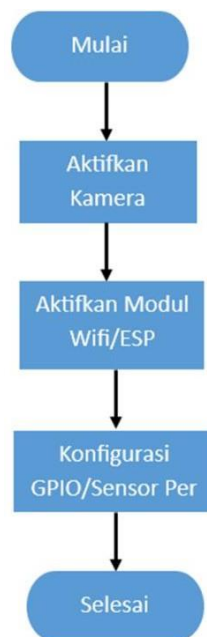
Esp32-Cam, dimana saat mode deep sleep ini hanya RTC yang aktif mengakibatkan jaringan yang terhubung ke board Esp juga akan terputus dan akan terkoneksi Kembali secara otomatis saat waktu yang sudah

```
Setup ESP32 to sleep for every 5 Seconds  
Going to sleep now
```

Gambar 4. 8 Eps32-Cam Mode DeepSleep

ditentukan. Gambar Esp32-Cam masuk mode deepsleep dapat dilihat pada gambar 13 dibawah ini.

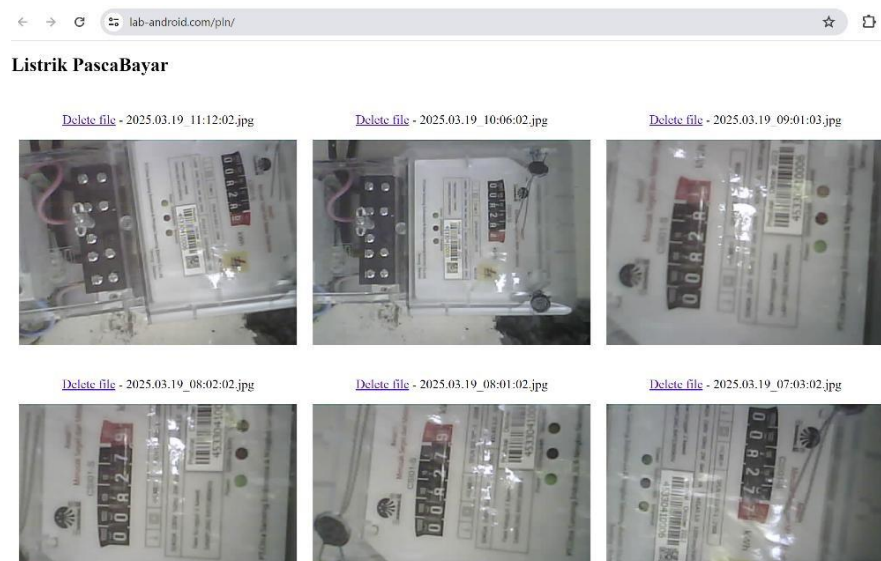
Gambar hasil pengambilan data pada Kwh listrik pascabayar dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 4. 9 Flowchart Insialisasi Hardware

Proses inisialisasi hardware dimulai ketika sistem dinyalakan (Power On). Langkah pertama adalah mengaktifkan modul kamera dengan melakukan konfigurasi dasar seperti mengatur resolusi, format gambar, dan parameter eksposur. Jika kamera gagal diinisialisasi, sistem akan mencoba reset atau menampilkan indikator error. Selanjutnya, modul WiFi atau ESP (seperti ESP32) diaktifkan untuk membangun koneksi jaringan. Sistem akan mencoba terhubung ke SSID yang telah dikonfigurasi sebelumnya, dan jika gagal, dapat beralih ke mode Access Point (AP) sebagai cadangan.

Setelah komponen utama (kamera dan WiFi) berhasil diaktifkan, sistem melanjutkan dengan mengonfigurasi GPIO (General Purpose Input/Output) dan sensor pendukung. Ini termasuk menyiapkan pin untuk indikator LED, tombol reset, atau sensor tambahan seperti sensor cahaya ambient untuk menyesuaikan kecerahan gambar secara otomatis. Terakhir, sistem menandai bahwa inisialisasi hardware telah selesai dan siap memasuki proses utama, seperti pembacaan data kWh melalui kamera dan transmisi data ke cloud.



Gambar 4. 10 Tampilan Data pada Driver PascaBayar

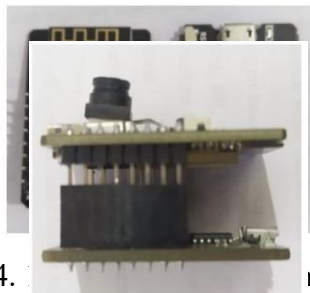
Pada gambar 4.10 diatas adalah sama karena sudah terhubung, data tersimpan di drive kemudian ditampilkan pada web. Perubahan data pada Kwh listrik pascabayar jadinya dapat kita monitor dari jarak jauh selama tersambung jaringan internet.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tahap implementasi dari system monitoring Kwh listrik dengan media kamera berbasis IoT adalah tahapan dimana komponen *hardware* dirancang menjadi sebuah rangkaian utuh secara keseluruhan. Adapun tahap implementasi meliputi beberapa tahap yaitu:

1. Tahap Pemasangan Komponen

Pada tahapan ini komponen *hardware* yang digunakan pada system monitoring Kwh listrik dengan media kamera berbasis IoT dihubungkan satu sama lain menjadi sebuah rangkaian utuh, berikut rangkaian komponen

- a. Pemasangan Esp32-Cam dengan Devboard



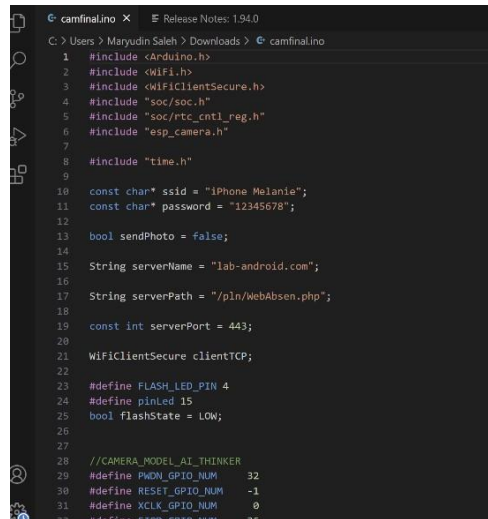
Gambar 4. 11 Pemasangan Esp32-Cam dengan Devboard

Board Esp32-cam sudah terinteraksi dengan banyak modul lainnya seperti wifi, Bluetooth serta modul RTC sehingga tidak membutuhkan komponen tambahan lainnya kecuali untuk uploading program menggunakan Devboard. Devboard Esp32-Cam berfungsi sebagai media komunikasi

Gambar 4. 11 Pemasangan Esp32-Cam dengan Devboard

serial to Usb yang menggantikan modul serial lainnya seperti FTDI dan modul lainnya, karena devboard ini sudah kompatibel dengan board Esp-32-Cam.

- b. Kode Program



```
camfinalino X E Release Notes: 1.94.0
C:\Users\Maryudin Saleh\Downloads> camfinalino
1 #include <Arduino.h>
2 #include <WiFi.h>
3 #include <WiFiClientSecure.h>
4 #include "soc/soc.h"
5 #include "soc/rstc_cntl_reg.h"
6 #include "esp_camera.h"
7
8 #include "time.h"
9
10 const char* ssid = "iPhone Melanie";
11 const char* password = "12345678";
12
13 bool sendPhoto = false;
14
15 String serverName = "lab-android.com";
16
17 String serverPath = "/pin/WebAbsen.php";
18
19 const int serverPort = 443;
20
21 WiFiClientSecure clientTCP;
22
23 #define FLASH_LED_PIN 4
24 #define pinLed 15
25 bool flashState = LOW;
26
27
28 //CAMERA_MODEL_AI_THINKER
29 #define PWDN_GPIO_NUM 32
30 #define RESET_GPIO_NUM -1
31 #define XCLK_GPIO_NUM 0
32 #define SCLK_GPIO_NUM 30
```

Gambar 4. 13 Penulisan Program di Arduino IDE

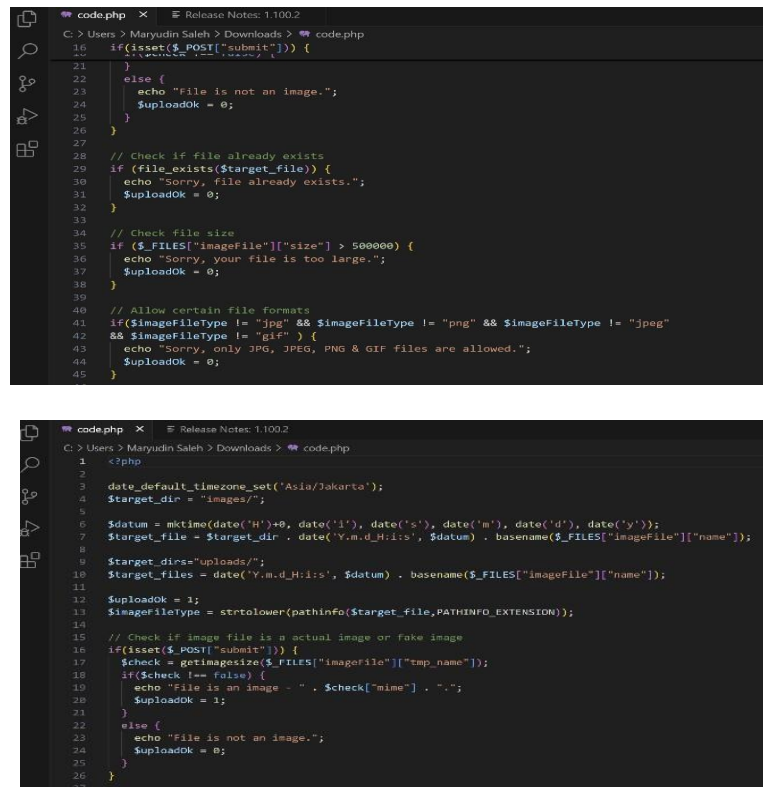
Perangkat lunak Arduino IDE berperan penting dalam terbentuknya system ini, agar alat dapat bekerja sebagaimana fungsinya. Sebagai aplikasi untuk menulis Bahasa pemrograman (*code editor*) yang kemudian diupload ke Esp32-Cam melalui komunikasi serial dengan devboard yang sudah kompetibel dengan Esp32-Cam.

c. Pemasangan Alat pada Kwh Listrik Pascabayar



Gambar 4. 14 Pemasangan Alat

d. Perancangan *http*



```
code.php x Release Notes: 1.100.2
C:\Users\Maryudin Saleh\Downloads> code.php
16 if(isset($_POST["submit"])) {
17     // Check if file is an image
18     $check = getimagesize($_FILES["imageFile"]["tmp_name"]);
19     if($check != false) {
20         echo "File is an image - " . $check["mime"] . ".";
21         $uploadOk = 1;
22     } else {
23         echo "File is not an image.";
24         $uploadOk = 0;
25     }
26 }
27 // Check if file already exists
28 if (file_exists($target_file)) {
29     echo "Sorry, file already exists.";
30     $uploadOk = 0;
31 }
32 // Check file size
33 if ($_FILES["imageFile"]["size"] > 500000) {
34     echo "Sorry, your file is too large.";
35     $uploadOk = 0;
36 }
37 // Allow certain file formats
38 if($imageFileType != "jpg" && $imageFileType != "png" && $imageFileType != "jpeg"
39 && $imageFileType != "gif" ) {
40     echo "Sorry, only JPG, JPEG, PNG & GIF files are allowed.";
41     $uploadOk = 0;
42 }
43 }

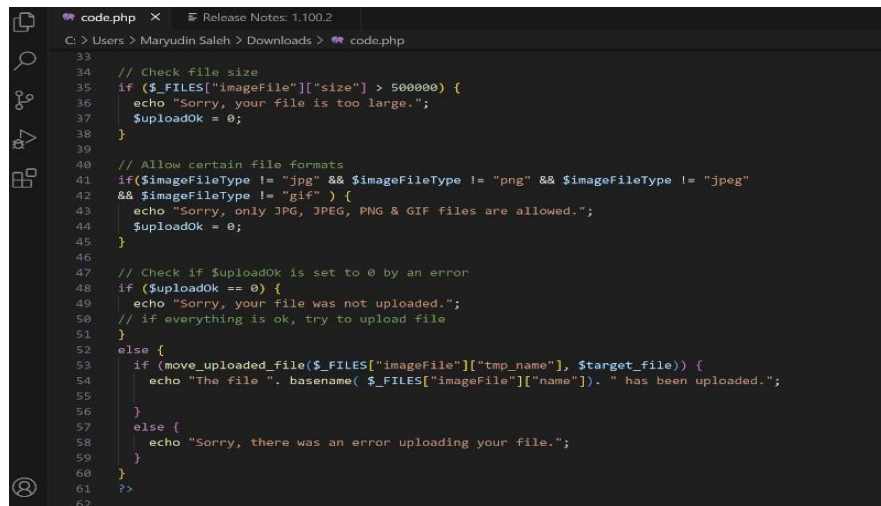
code.php x Release Notes: 1.100.2
C:\Users\Maryudin Saleh\Downloads> code.php
1 <?php
2
3 date_default_timezone_set('Asia/Jakarta');
4 $target_dir = "images/";
5
6 $datum = mktime(date('H'), date('i'), date('s'), date('m'), date('d'), date('y'));
7 $target_file = $target_dir . date('Y.m.d.H.i.s', $datum) . basename($_FILES["imageFile"]["name"]);
8
9 $target_dir="uploads/";
10 $target_files = date('Y.m.d.H.i.s', $datum) . basename($_FILES["imageFile"]["name"]);
11
12 $uploadOk = 1;
13 $imageFileType = strtolower(pathinfo($target_file,PATHINFO_EXTENSION));
14
15 // Check if image file is a actual image or fake image
16 if(isset($_POST["submit"])) {
17     $check = getimagesize($_FILES["imageFile"]["tmp_name"]);
18     if($check != false) {
19         echo "File is an image - " . $check["mime"] . ".";
20         $uploadOk = 1;
21     } else {
22         echo "File is not an image.";
23         $uploadOk = 0;
24     }
25 }
26 }
```

Gambar 4. 15 Perancangan HTTP

Perancangan http untuk menghubungkan alat dengan http sehingga data atau gambar yang diambil secara otomatis akan masuk ke penyimpanan.

e. Perancangan Web

Pada tahap ini, keluaran gambar ditampilkan dala website yang dirancang menggunakan platform http sites, dimana data tersebut hanya dapat diakses oleh admin yang sudah memiliki akun atau izin untuk masuk ke dalam web tersebut.



```
code.php x Release Notes: 1.100.2
C: > Users > Maryudin Saleh > Downloads > code.php

33
34 // Check file size
35 if ($_FILES["imageFile"]["size"] > 500000) {
36     echo "Sorry, your file is too large.";
37     $uploadOk = 0;
38 }
39
40 // Allow certain file formats
41 if ($imageFileType != "jpg" && $imageFileType != "png" && $imageFileType != "jpeg"
42 && $imageFileType != "gif" ) {
43     echo "Sorry, only JPG, JPEG, PNG & GIF files are allowed.";
44     $uploadOk = 0;
45 }
46
47 // Check if $uploadOk is set to 0 by an error
48 if ($uploadOk == 0) {
49     echo "Sorry, your file was not uploaded.";
50 // if everything is ok, try to upload file
51 }
52 else {
53     if (move_uploaded_file($_FILES["imageFile"]["tmp_name"], $target_file)) {
54         echo "The file ". basename( $_FILES["imageFile"]["name"]). " has been uploaded.";
55     }
56     else {
57         echo "Sorry, there was an error uploading your file.";
58     }
59 }
60
61 ?>
62
```

Gambar 4. 16 Tampilan Visual Code

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Penggunaan KWh meter analog di Kecamatan Hitu, Ambon dinilai kurang efektif dalam mencatat konsumsi energi listrik karena masih bergantung pada pencatatan manual oleh petugas.
2. Kendala utama yang dihadapi petugas PLN adalah sulitnya mengakses meteran listrik yang berada di lokasi tertutup atau tidak terjangkau langsung, sehingga memperlambat proses pencatatan dan meningkatkan potensi kesalahan.
3. Pencatatan dengan metode estimasi rata-rata dapat mengurangi akurasi tagihan listrik yang diterima konsumen, karena tidak mencerminkan penggunaan energi listrik secara aktual.
4. Implementasi sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), dengan dukungan kamera sebagai media pencatat otomatis, dapat meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi data konsumsi listrik secara signifikan.
5. Penggunaan sistem berbasis IoT dan kamera harus memperhatikan aspek privasi pengguna serta kesiapan infrastruktur dan petugas lapangan, agar tidak menimbulkan resistensi sosial maupun kendala teknis di lapangan.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dikemukakan, peneliti memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan konstruktif bagi pengembangan sistem ke depan, baik dalam aspek teknis, operasional, maupun kebijakan.

1. Penerapan Skala Luas dan Uji Lapangan yang Lebih Variatif

Diharapkan sistem monitoring kWh listrik berbasis kamera dan Internet of Things (IoT) ini dapat diuji secara lebih luas di berbagai wilayah dengan kondisi geografis dan infrastruktur jaringan yang berbeda-beda. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat berfungsi secara konsisten dan stabil dalam berbagai situasi di lapangan.

2. Integrasi Fitur Optical Character Recognition (OCR)

Untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi intervensi manusia dalam membaca data dari gambar, sistem ini sebaiknya dilengkapi dengan teknologi Optical Character Recognition (OCR) yang mampu mengubah citra angka dari layar kWh meter menjadi data numerik secara otomatis.

3. Peningkatan Keamanan dan Perlindungan Data Pengguna

Mengingat sistem ini bekerja secara daring dan melibatkan data pelanggan, maka aspek keamanan jaringan dan perlindungan privasi harus menjadi perhatian utama. Penggunaan enkripsi, sistem autentikasi yang kuat, serta pembatasan akses pengguna perlu diterapkan untuk mencegah penyalahgunaan data.

4. Pelatihan dan Pendampingan kepada Petugas Lapangan

Untuk mendukung penerapan sistem ini secara efektif, petugas PLN perlu dibekali dengan pelatihan terkait instalasi, pengoperasian, serta pemeliharaan perangkat berbasis IoT. Selain itu, penting juga diberikan pemahaman mengenai prinsip-prinsip keamanan data agar pelaksanaan di lapangan sesuai dengan standar operasional

5. Sosialisasi kepada Masyarakat

Dalam rangka menghindari resistensi dari masyarakat terkait penggunaan perangkat kamera di lingkungan tempat tinggal mereka, pihak PLN atau instansi terkait perlu melakukan sosialisasi yang baik. Penjelasan mengenai tujuan penggunaan sistem, manfaat bagi pelanggan, serta jaminan privasi perlu disampaikan secara terbuka dan transparan.

6. Kolaborasi antara Pemerintah, Akademisi, dan Industri

Untuk menyempurnakan sistem ini dan memastikannya dapat diimplementasikan secara nasional, dibutuhkan kerja sama lintas sektor antara pemerintah sebagai regulator, perguruan tinggi sebagai pengembang teknologi, dan industri sebagai pelaksana teknis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Ardiansyah. (2022). *Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)*.
- Amirah, A., Salman, S., & Abidin, Z. (2023). Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Bagi Pelanggan Rumah Tangga Berbasis IoT. *CogITO Smart Journal*, 9(2), 368–380.
<https://doi.org/10.31154/cogito.v9i2.521.368-380>
- Christanto, I. D., Diharja, R., Mardiono, M., Widayaka, P. D., & Yuwono, A. H. (2022). Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 3(2), 161–174. <https://doi.org/10.30812/bite.v3i2.1613>
- Irvandi. (2023). *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Perancangan Prototype Alat Monitoring Peralatan Listrik pada Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet Of Things)*. 08, 20–30.
- Mustafa, S., & Muhammad, U. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone. *Jurnal Media Elektrik*, 17(3), 127. <https://doi.org/10.26858/metrik.v17i3.14968>
- Pradana, A. A., Yuliantoro, P., & Indriyanto, S. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik 1 Fasa Pada Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi Dan Teknologi Komputasi*, 1(1), 1–9.
<https://doi.org/10.61124/sinta.v1i1.13>
- Sukadana, I. W., Prayoga, D., & Suriana, I. W. (2021). Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT). *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 7(2), 139. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i2.112081>
- Sulasmoro, A. H., & Huda, M. (2024). Implementasi Sim800L Pada Akuisisi Data Kwh Meter Sistem Impulse Dengan Sensor Cahaya Berbasis Iot Untuk Monitoring Biaya Pemakaian Listrik. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 13(1), 8–10.
<https://doi.org/10.30591/polektro.v13i1.6180>
- Utomo, E. B., Hanafi, N., & Ismail, S. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring kWh-Meter Berbasis Modbus dengan Media Power Line Communication. *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer*, 5(1), 96–100.
<https://doi.org/10.33650/jeeecom.v5i1.5826>
- Widodo, W., Ruswiensari, M., Qomar, A., Teknologi Adhi Tama Surabaya, I., & Elektronika Negeri Surabaya, P. (n.d.). *Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*.

- Garniwa, I. (2023). *Integrasi Kamera Pintar IoT untuk Monitoring kWh Listrik dan Deteksi Anomali Pembacaan Meter*. Jurnal Keteknikan Energi, ITPLN.
- Sidqi, M. A. (2023). *Rancang Bangun Sistem Komunikasi Data Kamera IoT untuk Monitoring Konsumsi Energi Listrik secara Real-Time*. Jurnal Sistem dan Energi Terbarukan, ITPLN.
- Agtriadi, H. B. (2022). *Pengembangan Model Prediksi Konsumsi Energi dari Data Visual kWh Meter Berbasis Machine Learning IoT*. Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi, ITPLN.
- Suliyanti, W. N. (2024). *Bahan Ajar Cloud Computing – Program Studi Teknik Informatika ITPLN*. ITPLN Repository.
- Meilia, M. N. I. S. (2023). *Studi Ketersediaan dan Optimasi Bandwidth untuk Sistem Monitoring Kamera IoT pada Infrastruktur Energi*. Jurnal Telematika Energi, ITPLN.
- Morris, J. C. (2015). Image-Based Energy Monitoring System Using Digital Optical Sensing for Smart Meter Applications.
- Grance, T., & Mell, P. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology (NIST).

LAMPIRAN
Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



1. Data Personal

NIM : 201931217
Nama : Melanie M Saleh
Tempat/Tgl.Lahir : Ternate, 16 Mei 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum Kawin
Program Studi : S1 Teknik Informatika
Alamat Rumah : Kel. Toboleu
No Hp : 081343608052
Email : Melaniemsaleh21@gmail.com

2. Pendidikan

Jejang	Nama Lembaga	Jurusan	Tahun Lulus
SD	Islamiyah 3	-	2013
SMP	Islam 1 Kota Ternate	-	2016
SMA	Negeri 4 Kota Ternate	IPA	2019

Demikianlah daftar riwayat hidup ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta,..... 2026

Melanie M Saleh

Lampiran 2 Hasil Kuesioner

PERTANYAAN	RESPONDEN
Aplikasi (web/mobile) sistem mudah dipahami dan digunakan.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (9,4%) 4. Setuju (24,6%) 5. Sangat setuju (60,9%)
Tata letak (layout) informasi pada antarmuka pengguna tersusun dengan baik dan jelas.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (9,4%) 4. Setuju (25%) 5. Sangat setuju (62,5%)
Visualisasi data (grafik dan angka) konsumsi listrik mudah untuk diinterpretasikan.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (25%) 5. Sangat setuju (64,1%)
Waktu respon aplikasi saat memuat data pembacaan cukup cepat.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (21,9%) 5. Sangat setuju (68,8%)
Proses instalasi dan konfigurasi kamera pada meteran mudah dilakukan.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (23,4%) 5. Sangat setuju (67,2%)
Sistem mampu mengirimkan data pembacaan <i>kWh</i> secara konsisten dan <i>real-time</i> .	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (7,8%) 4. Setuju (23,4%) 5. Sangat setuju (67,2%)
Algoritma pengenalan angka (OCR) pada kamera bekerja dengan tingkat akurasi yang tinggi.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (14,3%) 4. Setuju (20,6%) 5. Sangat setuju (63,5%)
Data konsumsi listrik yang ditampilkan sistem sesuai dengan	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (9,4%)

pembacaan langsung pada <i>kWh</i> meter fisik.	4. Setuju (25%) 5. Sangat setuju (62,5%)
Koneksi Wi-Fi antara mikrokontroler dan server berjalan stabil.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral (9,4%) 4. Setuju (31,3%) 5. Sangat setuju (56,3%)
Kamera dapat membaca angka pada kondisi pencahayaan yang bervariasi.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (30,2%) 5. Sangat setuju (61,9%)
Sistem ini membantu saya lebih menyadari pola dan kebiasaan konsumsi listrik saya.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (26,6%) 5. Sangat setuju (64,1%)
Informasi yang disediakan sistem membantu saya dalam upaya menghemat energi listrik.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (26,6%) 5. Sangat setuju (65,6%)
Sistem pemantauan ini lebih efektif dan efisien daripada metode pembacaan manual.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (17,2%) 5. Sangat setuju (73,4%)
Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem monitoring <i>kWh</i> berbasis kamera ini kepada orang lain.	1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Cukup setuju/netral 4. Setuju (29,7%) 5. Sangat setuju (67,2%)

Jumlah yang mengisi kuesioner: 66 Orang

Link Kuesioner : <https://forms.gle/U2ofkwwy27h7fckz6>

Lampiran Daftar Instrumen Wawancara Studi Lapangan

I. Sesi Manajemen (Supervisor Pelayanan Pelanggan/Teknik ULP Hitu)

1. Berapa total pelanggan pengguna KWh meter analog di wilayah Kecamatan Leihitu saat ini?
2807 pelanggan per data langganan 2025
2. Berapa jumlah personil pencatat meter (Billman) yang ditugaskan khusus untuk area Hitu dan sekitarnya?
7 petugas
3. Berapa rata – rata jumlah rumah yang harus dikunjungi oleh satu orang petugas dalam satu periode catat meter?
1119 pelanggan
4. Berapa persentase rata – rata pengaduan pelanggann per bulan yang disebabkan oleh kesalahan pembacaan angka meter (*human error*)?
0-1 pelanggan
5. Berapa estimasi biaya operasional (transportasi dan jasa) yang dikeluarkan perusahaan untuk proses visitasi manual ini setiap bulannya?
6 ribu hingga 8 ribu
6. Apa kendala utama dalam migrasi dari meteran analog ke *Smart Meter* (AMI) di wilayah Maluku, khususnya di area rural seperti Hitu?
Biaya investasi dan operasional infrastruktur AMI yang cukup tinggi karena populasi pelanggan yang cenderung cukup menyebar
7. Bagaimana prosedur keamanan data jika citra meteran ditransmisi secara otomatis ke server pusat?
Data meter AMI dikumpulkan pada server utama pengelola AMI (untuk saat ini pada anak Perusahaan PLN Icon Plus) untuk selanjutnya dikelola menjada data dasar pembuatan tagihan rekening listrik

II. Sesi Operasional (Petugas Lapangan/Billman)

1. Apa kesulitan fisik utama saat mengambil foto atau mencatat angka meter (misal: posisi meteran terlalu tinggi, kaca buram, atau berdebu)?

Posisi meter tinggi dan di dalam bangunan (penghuni tidak berada di persil)

2. Bagaimana pengaruh cuaca (hujan/mendung) dan kondisi cahaya terhadap kejelasan angka pada layar analog saat anda melakukan pencatatan?

Tidak ada masalah (dapat menggunakan bantuan penerangan dari handphone petugas atau alat lain)

3. Berapa rata – rata waktu yang terbuang jika akses ke meteran terhambat (pagar terkunci atau pemilik rumah tidak di tempat)?

20 hingga 30 menit, dan perlu dilakukan kunjungan berulang

4. Pernahkan anda mengalami konflik deengan pelanggan terkait isu privasi saat memasuki area rumah mereka?

Pernah, dikarenakan posisi meter dalam bangunan

5. Menurut pengalaman anda, pada bagian mana dari angka meteran analog yang paling sering memicu salah baca (misal: angka di posisi koma/piringan putar)?

Angka belakang koma dan beberapa meter analog berwarna cenderung gelap

III. Sesi Penggu/Responden (Pelanggan Listrik di Hitu)

1. Apa anda sering merasa tagihan listrik bulanan tidak sesuai dengan angka yang sebenarnya tertera di meteran anda?

Tidak pernah

2. Apakah anda merasa keberatan jika petugas PLN harus masuk ke area pribadi rumah anda setiap bulan untuk mencatat meteran?

Tidak, selama ijin terlebih dahulu

3. Jika pada meteran anda dipasang modul kamera kecil (IoT) yang mengirimkan foto angka meteran secara otomatis ke PLN, apakah anda merasa lebih tenang terkait akurasi tagihan?

Ya, bisa jadi

4. Apakah ada kekwhawatiran terkait privasi jika perangkat kamera terpasang secara permanen di area rumah anda?

Ya, merasa terawasi dan disalahgunakan

5. Apakah di rumah anda tersedia jaringan (Wi-Fi) atau sinyal seluler yang stabil untuk mendukung perangkat pemantauan jarak jauh?

Tidak tersedia wifi bergantung sinyal seluler saja

Lampiran 3 Hasil Turnitin

0_201931217_Melanie-M-Saleh_Skripsi-Revisi-34-8il9v9RZ.docx

ORIGINALITY REPORT

28%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.hamzanwadi.ac.id Internet	927 words — 7%
2	digilib.unhas.ac.id Internet	175 words — 1%
3	repository.pnj.ac.id Internet	128 words — 1%
4	repository.unsulbar.ac.id Internet	102 words — 1%
5	cogito.unklab.ac.id Internet	66 words — < 1%
6	docplayer.info Internet	63 words — < 1%
7	www.scribd.com Internet	63 words — < 1%
8	www.scilit.net Internet	55 words — < 1%
9	sttgarut.ac.id Internet	54 words — < 1%
10	www.coursehero.com Internet	

Lampiran 4 Lembar Bimbingan Skripsi



INSTITUT TEKNOLOGI-PLN

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama mahasiswa : Melanie M Saleh
NIM : 201931217
Program studi : Teknik Informatika
Nama dosen pembimbing 1 : Dr. Luqman, ST., M.Kom
Judul tugas akhir : Sistem Monitoring KWh Listrik Dengan Media Kamera Berbasis Internet Of Things (IoT)

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan
1	8 September 2025	Membahas Topik Penelitian	
2	16 September 2025	Membahas Cara pengumpulan Dataset	
3	18 September 2025	Membahas Progres Penggumpulan Dataset	
4	25 September 2025	Membahas Progres Penggumpulan Dataset	
5	29 September 2025	Membahas Proposal dan ACC Penulisan Proposal	
6	2 Oktober 2025	Membahas Judul skripsi, latar belakang	
7	16 Oktober 2025	Membahas Proposal Skripsi	
8	2 Desember 2025	Membahas Metode yang di Gunakan untuk Penelitian	
9	18 Desember 2025	Membahas progres penulisan Skripsi	
10	23 Desember 2025	Membahas Program Aplikasi	
11	5 Januari 2026	Membahas Final Program	
12	5 Februari 2026	Konsultasi Akhir dan Meminta Tandatangan ACC lembar bimbingan.	



Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 5 Pemohonan Mengikuti Sidang



INSTITUT TEKNOLOGI-PLN

PERMOHONAN MENGIKUTI SIDANG TUGAS AKHIR PROGRAM SARJANA

Nama Mahasiswa : Melanie M Saleh
 NIM : 201931217
 Program studi : S1 Teknik Informatika
 Fakultas : Telematika Energi
 No HP / email : 081343608052 / melanie1931217@itpln.ac.id

Mengajukan permohonan mengikuti sidang tugas akhir pada Semester 8 Tahun Akademik 2024/2025, dimana judul tugas akhir dan dosen pembimbingnya sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring KWh Listrik Dengan Media Kamera Berbasis Internet Of Things (IoT)

Nama Pembimbing 1 : Dr. Luqman,ST,M.Kom

Sebagai bahan pertimbangan disampaikan data-data pendukung sebagai berikut:

No	Persyaratan	Memenuhi syarat **)	
1	Telah menyelesaikan naskah tugas akhir (foto copy lembar bimbingan, dan surat persetujuan Dosen pembimbing)	Ya	Tidak
2	Persetujuan Dosen pembimbing pertama	Ya	Tidak
3	Memiliki surat bebas plagiasi	Ya	Tidak
4	Memiliki Sertifikat Toefl	Ya	Tidak
5	Memiliki Sertifikat soft skill/hard skill (minimal 5)	Ya	Tidak
6	Memiliki Sertifikat seminar (minimal 5)	Ya	Tidak
7	Memiliki Sertifikat MOS	Ya	Tidak
8	Memiliki Sertifikat Uji Kompetensi	Ya	Tidak
9	Lulus mata kuliah dengan nilai minimum C	Ya	Tidak
10	Tidak mempunyai tunggakan keuangan	Ya	Tidak
11	Tidak mempunyai pinjaman buku perpustakaan	Ya	Tidak
12	Tidak mempunyai pinjaman alat-alat laboratorium	Ya	Tidak

Disetujui/ Tidak disetujui mengikuti Sidang

Diperiksa oleh:

Jakarta,.....2025

Kepala Program Studi

Dosen Pembimbing Akademik

Hormat saya,

[Signature] 13/2/26

[Signature]

[Signature]

Sely Karmila, S.Kom., M.Si Max Teja Ajie Cipta Widiyanto, S.Kom., M.Kom Melanie M Saleh



Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 6 Surat Keterangan Bebas Administrasi

SURAT KETERANGAN BEBAS ADMINISTRASI

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan :

Nama : Melanie M Saleh
NIM : 201931217
Jenjang / Program Studi : S1 / Teknik Informatika

Telah menyelesaikan Administrasi Keuangan dan Administrasi Perpustakaan IT-PLN.

Surat keterangan ini dikeluarkan sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Tugas Akhir.

Jakarta, Februari 2026

Yang Menerangkan,

M - BKU


Lisdiana, SE., MM.

M - B Perpustakaan



Nurul Hidayati, S.I.Pust.

Lampiran 7 Surat Keterangan Telah Memenuhi Persyaratan Akademik dan Keuangan

SURAT KETERANGAN TELAH MEMENUHI PERSYARATAN AKADEMIK DAN KEUANGAN PROGRAM SARJANA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Melanie M Saleh
NIM : 201931217
Program Studi : SI Teknik Informatika
Fakultas/Sekolah : Telematika Energi
No HP dan email : 081343608052 / melanie1931217@itpln.ac.id

Menyatakan bahwa saya telah memenuhi persyaratan administrasi akademik dan keuangan untuk mengikuti sidang tugas akhir, dan yang menyatakan:

No	Persyaratan	Nama Pejabat	Jabatan	Tanggal	Paraf	Ket
1	Sertifikat Toefl minimal 450	Max Teja Ajie Cipta W S.Kom. M.Kom	Dosen PA			Copy Sertifikat Terlampir
2	Sertifikat soft skill (minimal 5)	Max Teja Ajie Cipta W S.Kom. M.Kom	Dosen PA			Copy Sertifikat Terlampir
3	Sertifikat seminar (minimal 5)	Max Teja Ajie Cipta W S.Kom. M.Kom	Dosen PA			Copy Sertifikat Terlampir
4	Sertifikat MOS	Hendra Jatnika, S.Kom., M.Kom	Ka Lab ITCC	May 22, 2024	0254-4474	Copy Sertifikat Terlampir
5	Sertifikat kompe-tensi sesuai bidang	Sely Karmila, S.Kom., M.Si	Kaprodi	17/2 24		Copy Sertifikat Terlampir
6	Lulus mata kuliah nilai minimum C	Roswati Nurhasanah, ST., MT	MBAA	11/02/2026		Rekap Nilai terlampir
7	Tidak mempunyai tunggakan keuangan	Lisdiana, SE., MM	MBKU			Surat pernyataan terlampir
8	Tidak mempunyai pinjaman buku	Nurul Hidayati, S.I.Pust.	MBPUS	17/1/24		Surat pernyataan terlampir
9	Surat Bebas Plagiasi < 30% Kemiripan	Dr. Luqman, ST, M.Kom	Dosen Pembimbing			Surat keterangan terlampir
10	Referensi menggunakan karya ilmiah dosen ITPLN (minimal 5)	Dr. Luqman, ST, M.Kom	Dosen Pembimbing			Daftar Pustaka terlampir

Jakarta, 27 Januari 2026
Mahasiswa

(Melanie M Saleh)

SKS SAAT INI	=	139
SKRIPSI +	=	6
SKS JIKA LULUS	=	145
DIIJINKAN SIDANG SKRIPSI		

CS Dipindai dengan CamScanner

CS Dipindai dengan CamScanner