

**PENGEMBANGAN SISTEM WEB MONITORING LISTRIK
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



Disusun Oleh:

N a m a : Akhmad Hashfi Fauzan B.
NIM : 18523033

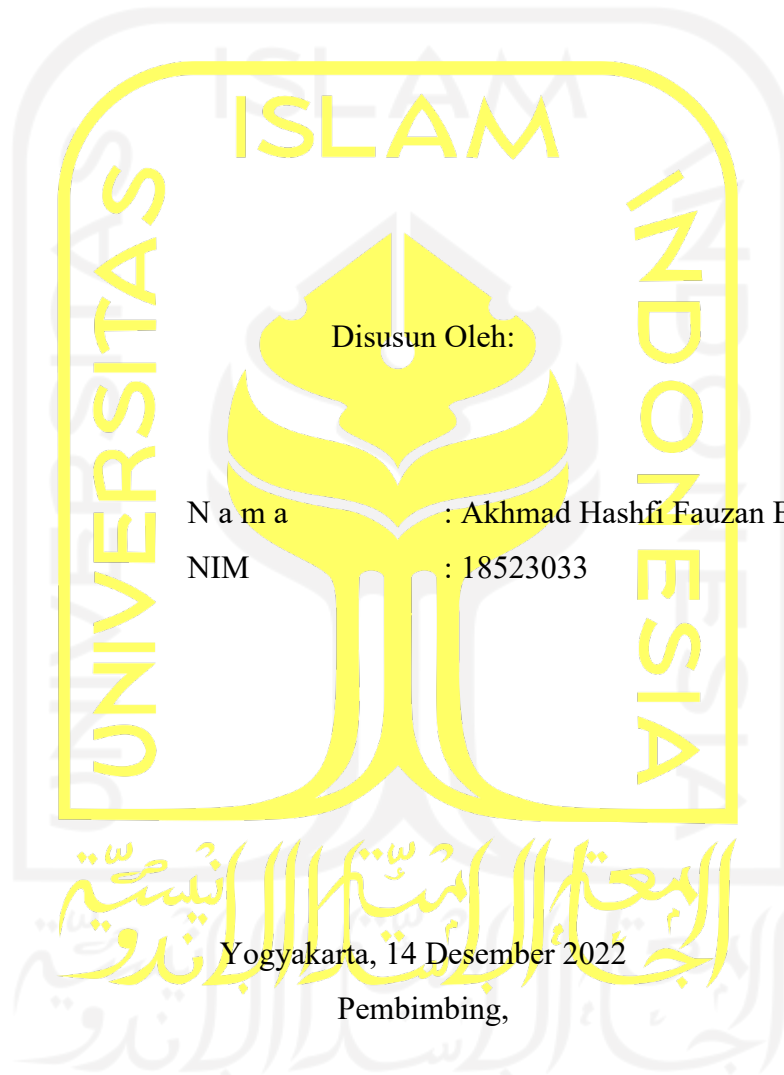
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

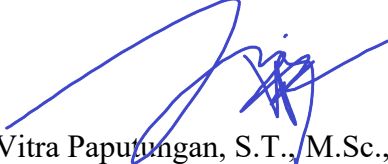
2022

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PENGEMBANGAN SISTEM WEB MONITORING LISTRIK
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR




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

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PENGEMBANGAN SISTEM WEB MONITORING LISTRIK
BERBASIS *INTERNET OF THINGS*****TUGAS AKHIR**

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

Yogyakarta, 4 Januari 2023

Tim Penguji

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

Anggota 1

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

Anggota 2

Sheila Nurul Huda S.Kom., M.Cs.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akhmad Hashfi Fauzan Burhan

NIM : 18523033

Tugas akhir dengan judul:

PENGEMBANGAN SISTEM WEB MONITORING LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

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

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

Yogyakarta, 14 Desember 2022



(Akhmad Hashfi Fauzan Burhan)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan persembahan untuk kedua orang tua saya. Berkat dukungan, perhatian, serta doa dari beliau saya bisa sampai di titik ini dan dapat menyelesaikan tanggung jawab ini. Terutama untuk almarhum ayah saya yang sudah lebih dulu meninggalkan saya dan keluarga di tahun 2021, terimakasih sudah mengajari saya untuk hidup penuh dengan semangat dan tanggung jawab.



HALAMAN MOTO

"Ketakutan adalah penjara bernama kegagalan. Taklukan rasa takut karena sukses adalahhak pemberani."

- Jefri Al Buchori



KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum wr. wb.

Pertama izinkan penulis untuk mengucapkan rasa syukur yang begitu besar kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga tugas akhir dengan judul “PENGEMBANGAN SISTEM WEB MONITORING LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*” ini dapat terselesaikan.

Adapun tugas akhir ini disusun dan dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tidak tertinggal dalam proses penyusunan skripsi ini penulis banyak sekali mendapatkan bimbingan, bantuan, dan arahan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur, hormat, dan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu. Pihak- pihak terkait diantaranya sebagai berikut:

1. Alm. Bapak Mohamad Amin Burhan dan Ibu Lies Indrayanti, kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan, dorongan, doa, dan bantuan selama saya menjalankan studi.
2. Kakak Ica dan Kakak Iya, kakak saya yang selalu memberikan dukungan dan perhatian agar bisa menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat waktu.
3. Sallu Muharomah, teman yang selalu ada disaat saya butuh motivasi, semangat dan dorongan serta selalu menemani saya dalam penyusunan tugas akhir baik langsung maupun tidak langsung.
4. Teman-teman Informatika, Aji dan Adam, teman satu perjuangan yang selalu membantu ketika ada kesusahan dalam pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Hendrik, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Informatika-Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
6. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Si., P.hD. dan Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir.

8. Bapak Moh. Idris, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik selama saya menjalani proses studi.

Akhir kata, *Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 14 Desember 2022



(Akhmad Hashfi Fauzan Burhan)



SARI

Masyarakat masih belum mengerti terhadap penggunaan listrik mereka sendiri. Meteran listrik yang ada belum bisa memberikan informasi yang lengkap dan cara pengecekan yang tidak praktis. Saldo listrik hanya bisa diketahui dengan melihat langsung ke meteran listrik. Data yang ditampilkan pun hanya sebatas sisa saldo yang tersedia. Hal ini menyebabkan masyarakat tidak bisa memantau penggunaan listrik mereka secara lebih lengkap dan masyarakat akhirnya acuh tak acuh dengan penggunaan listrik mereka. Oleh karena itu, dibangun sebuah sistem untuk memudahkan masyarakat pengguna listrik untuk memantau penggunaan listrik mereka sehari-hari. Penelitian berjudul “Pengembangan Sistem Web Monitoring Listrik Berbasis *Internet of Things*” dilakukan untuk mengembangkan sebuah sistem agar masyarakat bisa memantau penggunaan listrik mereka dengan mudah. Hasil penelitian menghasilkan sistem yang bisa menampilkan fungsi untuk memperlihatkan data listrik yang terdiri dari Tegangan, Arus, Daya, dan Energi secara *Realtime*, memperlihatkan data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu, dan sistem bisa memperlihatkan saldo listrik yang tersisa. Sistem juga bisa memperlihatkan data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu. Pengujian dari penelitian ini menggunakan *User Acceptance Test* dengan jenis *Black-Box Testing* sebagai pengujian untuk membuktikan bahwa sistem yang dibangun sudah sesuai dengan tujuan penelitian.

Kata kunci: Meteran Listrik, Sistem, Monitoring, Web

GLOSARIUM

Activity Diagram	Sebuah diagram untuk memodelkan proses yang terjadi pada sebuah kegiatan.
Hardware	Perangkat keras
IDE	Singkatan dari “Integrated Development Environment”, yang berarti sebuah lingkungan pengembangan yang terintegrasi.
Library	Kumpulan fungsi-fungsi atau implementasi untuk digunakan dalam kegiatan pemrograman.
Mobile	Merujuk ke jenis perangkat yang mudah dibawa.
Prototype	Purwarupa
RFID	Singkatan dari “Radio Frequency Identification”, yaitu perangkat elektronik yang digunakan untuk mengambil data dan mengidentifikasi data menggunakan barcode
Software	Perangkat lunak
Real Time	Terjadi dalam waktu yang hampir bersamaan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	ix
GLOSARIUM.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA PENGEMBANGAN WEBSITE.....	3
2.1 <i>Internet of Things</i>	3
2.2 Website	4
2.3 Visual Studio Code.....	6
2.4 Arduino IDE	6
2.5 XAMPP	7
2.6 PHPMyAdmin	7
2.7 <i>Unified Modeling Language</i>	7
2.7.1 <i>Activity Diagram</i>	8
2.8 Sistem Monitoring Berbasis IoT	8
2.9 Sistem Monitoring Berbasis IoT Untuk Listrik.....	10
2.10 Metodologi Pengembangan Website.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17

3.1	Metode Pengembangan Sistem.....	17
3.2	Alur Proses Sistem	18
3.3	Analisa Kebutuhan	19
	3.3.1 Kebutuhan Hardware	19
	3.3.2 Kebutuhan <i>Input</i>	20
	3.3.3 Kebutuhan <i>Output</i>	20
	3.3.4 Kebutuhan <i>Software</i>	20
	3.3.5 Kebutuhan Proses Sistem.....	20
3.4	Perancangan dan Desain Sistem.....	21
	3.4.1 Arsitektur Sistem.....	21
	3.4.2 Rancangan Desain Sistem.....	22
	3.4.3 Rancangan Tampilan Sistem.....	26
	3.4.4 Rancangan Database Sistem	30
3.5	Penulisan Kode Program	30
3.6	Pengujian Sistem	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Tampilan Antarmuka.....	32
	4.1.1 Halaman Utama.....	32
	4.1.2 Halaman <i>Input</i> Saldo.....	33
	4.1.3 Halaman <i>Data Report</i>	33
	4.1.4 Halaman Grafik <i>Real Time</i>	35
4.2	Pengkodean Program.....	37
4.3	Pengujian Sistem	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Metode Pengembangan.....	14
Tabel 3.1 Skenario Pengujian	31
Tabel 4.1 Pertanyaan kuisioner.....	38
Tabel 4.2 Keterangan bobot nilai.....	39
Tabel 4.3 Hasil Penilaian responden.....	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metode Waterfall	17
Gambar 3.2 Alur Proses Sistem	18
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem.....	21
Gambar 3.4 <i>Activity Diagram</i> Halaman Utama.....	22
Gambar 3.5 <i>Activity Diagram Input Saldo</i>	23
Gambar 3.6 <i>Activity Diagram</i> halaman <i>data report</i>	24
Gambar 3.7 <i>Activity Diagram</i> halaman grafik real time	25
Gambar 3.8 Rancangan tampilan halaman utama.....	26
Gambar 3.9 Rancangan tampilan halaman <i>Input</i>	27
Gambar 3.10 Rancangan tampilan halaman <i>data report</i>	28
Gambar 3.11 Rancangan tampilan halaman grafik <i>real time</i>	29
Gambar 3.12 Rancangan Database Sistem	30
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama	32
Gambar 4.2 Halaman <i>Input Saldo</i>	33
Gambar 4.3 Halaman <i>Data Report</i>	33
Gambar 4.4 Halaman Grafik <i>Real Time</i> secara keseluruhan	35
Gambar 4.5 Tampilan Grafik Tegangan	35
Gambar 4.6 Tampilan Grafik Arus	36
Gambar 4.7 Tampilan Grafik Daya	36
Gambar 4.8 Tampilan Grafik Energi	37
Gambar 4.9 <i>Source Code</i> Mikrokontroller	37
Gambar 4.10 <i>Source Code</i> penerimaan data.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama manusia. Penggunaan listrik meningkat dikarenakan perkembangan peralatan dan perlengkapan rumah tangga yang membutuhkan energi listrik semakin meningkat (Ayudhi Ridfi et al., 2021). Piranti yang membutuhkan pengisian energi listrik juga terus bertambah. Piranti yang dulu membutuhkan pengisian energi listrik hanya sebatas pada handphone, laptop, dan PC. Perkembangan teknologi yang pesat memunculkan piranti baru seperti smartphone, tablet, smartwatch, wireless headset, bahkan hingga alat rumah tangga seperti vacuum cleaner yang sudah berbasis robot dan pengoperasian menggunakan perintah suara dan lain sebagainya. Seiring dengan meningkatnya pengembangan benda elektronik dan segala jenisnya berdampak pada penggunaan listrik per-kapita di Indonesia yang meningkat setiap tahunnya. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, penggunaan listrik per-kapita di Indonesia pada tahun 2010 adalah 0,7 MWh sedangkan di tahun 2020, penggunaan listrik per-kapita di Indonesia menyentuh angka 1,09 MWh (Badan Pusat Statistika, 2020). Total pelanggan pengguna listrik di Indonesia pun hingga Desember 2021 sudah mencapai 82,5 juta pelanggan menurut data dari PT PLN sebagai perusahaan penyedia energi listrik di Indonesia (Guitarra, 2022). Dari data di atas dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan listrik di Indonesia akan terus bertumbuh seiring dengan perkembangan teknologi yang akan terus meningkat di masa yang akan datang dan bertambahnya perangkat elektronik yang membutuhkan energi listrik dalam penggunaannya.

Listrik Prabayar yang merupakan salah satu metode pembayaran listrik yang disediakan oleh PLN yang sudah diluncurkan sejak tahun 2007 juga meningkat, Listrik prabayar merupakan sistem pembelian listrik dengan menggunakan token listrik. Banyak masyarakat Indonesia berpindah ke sistem ini karena di sistem lama yaitu pascabayar sering terjadi kesalahan perhitungan dalam pembayaran listrik oleh petugas PLN, tagihan listrik yang tidak bisa di pantau penggunaan dan lain sebagainya (tempo, 2021). Tetapi kelemahan dari listrik prabayar adalah salah satunya pemutusan listrik karena token habis. Pengguna listrik harus selalu memantau meteran listrik yang dimana posisi meteran listrik pada umumnya tinggi dan susah diraih. Kelemahan selanjutnya adalah gangguan koneksi ketika akan membeli token listrik ataupun pada saat akan memasukkan nomor token ke meteran prabayar PLN. Hal seperti

akan mempengaruhi kenyamanan pengguna listrik khususnya masalah itu terjadi ketika pengguna sedang melakukan kegiatan atau aktivitas yang memerlukan energi listrik.

Perkembangan alat elektronik yang terus berkembang tidak sejalan dengan perkembangan meteran listrik Prabayar yang ada di Indonesia. Kita harus mengontrol meteran listrik secara manual untuk mengetahui daya listrik yang tersisa. Pengguna daya listrik di rumah tangga selama ini hanya dapat dilihat melalui meteran Prabayar dari PLN hanya menampilkan total kWh yang dimiliki rumah (Pangestu et al., 2019). Kita tidak bisa mengawasi secara langsung daya yang digunakan tiap alat elektronik yang ada di rumah sehingga menyebabkan susahya memperkirakan penggunaan konsumsi listrik. Untuk peringatan sisa listrik, masih hanya menggunakan suara beep dari meteran listrik dan ini menjadi salah satu masalah apabila pemilik rumah sedang ada di perjalanan yang mana hal tersebut akan membuat pengguna listrik harus membayar denda.

Berdasarkan dari uraian yang telah disebutkan, diperlukan pemantauan terhadap penggunaan listrik agar pengguna bisa memperhitungkan penggunaan listrik dan mengantisipasi terjadinya kehabisan listrik secara tiba-tiba karena tidak adanya platform yang membantu. Pengembangan sistem monitoring listrik Prabayar berbasis web akan dikembangkan dengan tujuan untuk memudahkan bagi pengguna listrik Prabayar dalam melakukan pemantauan dan perhitungan terhadap penggunaan energi listrik dengan tujuan penghematan. Pengembangan sistem ini melanjutkan penelitian sebelumnya dari Adam Nurfaizi yang berjudul “Sistem Monitoring Meteran Listrik Berbasis IoT Untuk Listrik Prabayar” (Nurfaizi, 2022). Pengembangan sistem ini akan menggunakan mikrokontroler dan sensor arus yang dirangkai ke sebuah terminal listrik yang sudah dibuat dari penelitian sebelumnya dan penelitian ini akan berfokus pada pembuatan sistem berbasis web untuk menampilkan data listrik yang akan ditampilkan di web. Output dari sistem ini adalah menampilkan data penggunaan listrik yang bisa dijadikan acuan pengguna untuk melakukan penghematan dan ditampilkan dalam *interface* web. Sistem ini masih dalam bentuk purwarupa dikarenakan meteran listrik PLN yang tidak boleh di akses langsung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah bagaimana cara merancang dan mengembangkan sistem berbasis web untuk melakukan *monitoring* penggunaan listrik Prabayar.

1.3 Batasan Masalah

Agar pengerjaan tugas akhir ini tetap berfokus, diperlukan batasan masalah agar dalam pengerjaan tidak keluar dari permasalahan yang diangkat. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan sistem yang menampilkan data listrik yang terdiri dari tegangan, daya, arus, dan energi listrik serta sistem yang dibuat berbasis Web.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem monitoring listrik berbasis berbasis web yang dapat menampilkan informasi penggunaan listrik secara *real time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah agar pengguna listrik prabayar bisa memantau penggunaan listrik secara *real time* secara jarak jauh pada rumah masing-masing sehingga tidak perlu untuk melihat meteran listrik secara langsung.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan bertujuan untuk mengetahui isi dan maksud dari laporan tugas akhir tersebut, adapun sistematika penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi secara umum dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA PENGEMBANGAN WEBSITE UNTUK MONITORING LISTRIK

Dalam landasan teori akan membahas mengenai tinjauan dari penelitian sebelumnya, Website, dan Pengembangan Website.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas gambaran umum sistem, kebutuhan proses sistem, perancangan pada sistem, dan pengujian pada sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang hasil yang telah didapat dari pengembangan sistem dan pengujian sistem.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan hasil dari pengembangan sistem serta saran untuk mengembangkan sistem agar menjadi lebih baik lagi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA PENGEMBANGAN WEBSITE UNTUK MONITORING LISTRIK

2.1 *Internet of Things*

Internet of Things atau sering disebut IoT adalah konsep bahwa suatu objek dapat memiliki fungsi untuk berkomunikasi menggunakan jaringan internet. IoT memungkinkan untuk menghubungkan alat yang ada seperti mesin, peralatan kerja, dan objek lainnya dengan sensor untuk bisa menghasilkan data dan kita tidak perlu lagi mengelola alat tersebut karena sudah bisa bekerja secara mandiri (Efendi, Y. 2018). Konsep IoT memiliki tujuan untuk mengembangkan dan memperluas penggunaan internet dan membuka kemungkinan untuk mengakses dan berinteraksi dengan beragam objek seperti kamera, sensor, kendaraan, alat rumah tangga, dan sebagainya.

Istilah IoT sendiri mulai dikenalkan oleh Kevin Ashton yang saat itu adalah Direktur Eksekutif Auto-ID Lab di MIT di tahun 1997 dengan basis *Radio Frequency Identification* (RFID) dan terus berkembang di tahun 2008 dimana *Internet Protocol* (IP) di kembangkan untuk penggunaan IoT dan hal ini menjadi alasan IoT berkembang begitu pesat. Koneksi Internet sangat mudah didapatkan saat ini. Oleh karena itu, pengguna yang terhubung ke internet bisa memantau sebuah objek yang terhubung dengan koneksi internet dan memberikan perintah secara *remote*. Ketika suatu objek diberikan pengenalan seperti alamat IP dan terhubung dengan internet lalu juga dipasangkan sensor. Sensor yang dipasangkan di objek memungkinkan objek tersebut untuk mendapatkan informasi dan sekaligus bisa mengolah informasi itu sendiri. Bahkan objek tadi bisa berkomunikasi dengan objek lain yang memiliki alamat IP dan koneksi internet yang sama dan bisa melakukan pertukaran informasi antar objek (Kurniawan & Wilianto, 2018)

IoT memiliki arsitektur yang terdiri atas tiga lapisan yaitu *perception layer*, *network layer*, dan *application layer*. Setiap lapisan memiliki fungsi dan perangkat yang berperan. *Perception layer* adalah lapisan yang bisa juga kita sebut sensor. Lapisan ini berfungsi sebagai penerima data dari lingkungan melalui sensor dan actuator. *Perception layer* bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari perangkat fisik, melakukan pre-processing data, dan mengirimkan data yang diproses ke lapisan lain dalam arsitektur IoT. Lapisan ini memainkan peran penting dalam mengumpulkan data dari berbagai perangkat sensor yang tersebar di lingkungan, seperti suhu, kelembaban, tekanan, dan lain-lain. Lapisan ini nantinya akan mendeteksi, mengumpulkan, dan memproses data yang selanjutnya akan dikirim ke *network layer*.

Pada lapisan *network layer*, data yang sudah di terima di sensor akan diterima dan di lapisan ini akan menentukan informasi yang akan disampaikan ke *application layer*. Lapisan jaringan menentukan bagaimana data akan diteruskan melalui jaringan dan memastikan bahwa data tersebut tersampaikan dengan tepat waktu dan dalam keadaan yang baik. Lapisan ini menggunakan teknologi seperti Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, dan lain-lain untuk menyediakan koneksi antar perangkat dan jaringan. Lapisan jaringan memastikan bahwa data dapat diteruskan dengan baik dan tepat waktu antar perangkat, memastikan bahwa data dapat tersampaikan dengan mudah dan cepat, dan memastikan bahwa setiap perangkat dapat saling berkomunikasi dengan mudah. Hal ini sangat penting karena memastikan bahwa setiap perangkat dapat bekerja dengan baik dan menyediakan informasi yang dibutuhkan untuk mengambil keputusan yang tepat. Bisa dikatakan *network layer* merupakan jembatan antara *perception layer* dan *application layer*.

Lapisan terakhir yaitu *application layer* bertanggung jawab untuk menyediakan interaksi antara perangkat IoT dan pengguna. Lapisan ini memastikan bahwa data yang diterima dari lapisan bawah dapat diterjemahkan dan diolah sehingga dapat diterima dan dimengerti oleh pengguna. Lapisan aplikasi menggunakan aplikasi atau perangkat lunak untuk memproses dan menyajikan data yang diterima dari lapisan jaringan. Aplikasi ini bertanggung jawab untuk menyediakan antarmuka antara pengguna dan sistem IoT sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol perangkat IoT dengan mudah. Lapisan aplikasi memastikan bahwa data dapat diterima dan diproses oleh perangkat lunak dan diterjemahkan menjadi informasi yang berguna bagi pengguna. Ini memastikan bahwa pengguna dapat memantau dan mengontrol perangkat IoT dengan mudah dan cepat, dan memastikan bahwa data dapat diolah dengan cepat dan tepat waktu. Lapisan aplikasi adalah lapisan yang paling banyak dilihat oleh pengguna dan memastikan bahwa pengguna dapat memantau dan mengontrol perangkat IoT dengan mudah dan cepat. Hal ini memastikan bahwa sistem IoT dapat bekerja dengan baik dan menyediakan informasi yang dibutuhkan untuk mengambil keputusan yang tepat

Arsitektur IoT harus fleksibel dan skalabel untuk mengakomodasi pertumbuhan jaringan dan perangkat baru, serta untuk memastikan kompatibilitas dan interoperabilitas antar perangkat. Arsitektur IoT juga harus aman dan terlindungi untuk menghindari kerentanan keamanan dan privasi. (Fatma Andriani et al., 2019).

2.2 Website

Website adalah sekumpulan halaman web yang terhubung dan memiliki domain tunggal, yang dapat diakses melalui internet. Website menyediakan informasi, layanan, dan konten

untuk pengguna melalui halaman web yang dapat dinavigasi. Setiap halaman web dapat berisi teks, gambar, video, audio, dan interaksi lainnya. Website dapat dibuat untuk tujuan pribadi, bisnis, atau organisasi dan bisa diakses oleh siapa saja yang memiliki koneksi internet. Website dapat dibuat menggunakan berbagai bahasa pemrograman, seperti HTML, CSS, dan JavaScript(Winarso, 2021).

Sejarah website dimulai pada tahun 1989, ketika Tim Berners-Lee, seorang insinyur komputer Inggris yang bekerja di CERN (Organisasi untuk Penelitian dan Studi Nuklir), memperkenalkan World Wide Web (WWW). Berners-Lee membuat sebuah sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi melalui internet menggunakan browser(Winarso, 2021)

Pada tahun 1990, Berners-Lee membuat standar HTML (Hypertext Markup Language) dan URL (Uniform Resource Locator) sebagai bagian dari sistem World Wide Web. Ini memungkinkan pengembang situs web untuk membuat halaman web yang terkait dengan satu sama lain melalui tautan hypertext. Pada tahun 1991, Berners-Lee membuat situs web pertama yang bernama "info.cern.ch". Situs web ini memuat informasi tentang proyek World Wide Web dan cara menggunakannya. Pada tahun 1993, Mosaic, browser pertama yang memiliki tampilan grafis, dirilis. Ini membuat lebih mudah bagi pengguna untuk menavigasi dan mengakses informasi melalui internet. Pada akhir 1990-an, e-commerce mulai berkembang dan situs web seperti Amazon dan eBay muncul. Ini membuat lebih mudah bagi pengguna untuk berbelanja online dan membuka peluang bagi bisnis untuk menjangkau konsumen baru. Pada tahun 2000, Google menjadi mesin pencari yang populer dan membantu pengguna menemukan informasi dengan lebih mudah. Pada saat yang sama, blogging mulai menjadi populer dan memungkinkan siapa saja untuk mempublikasikan konten dan pikiran mereka secara online. Sekarang, situs web merupakan bagian penting dari kehidupan sehari-hari dan memainkan peran yang besar dalam bisnis, pendidikan, hiburan, dan banyak hal lain. Situs web juga menjadi platform untuk media sosial, seperti Facebook, Twitter, dan Instagram, yang memungkinkan pengguna untuk berbagi dan berkomunikasi dengan satu sama lain secara online.(Lumakto, 2022).

Struktur web sederhana pada masa dahulu biasanya terdiri dari halaman web statis yang dibuat menggunakan HTML (Hypertext Markup Language). Halaman web ini dapat diakses melalui browser web dan tidak memiliki interaksi dengan pengguna. Sekarang, struktur web sangat berbeda dan banyak mengalami perkembangan yang signifikan. Struktur web saat ini lebih kompleks dan interaktif, dengan menggunakan bahasa pemrograman seperti JavaScript dan CSS (Cascading Style Sheets). Halaman web saat ini juga menggunakan teknologi seperti

AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) dan database untuk menyimpan dan mengambil data secara dinamis. Struktur web saat ini juga lebih responsif, yaitu dapat beradaptasi dengan ukuran layar dan perangkat yang digunakan. Hal ini membuat halaman web dapat dilihat dengan baik pada perangkat seperti desktop, laptop, tablet, dan ponsel. Struktur web saat ini juga memiliki fitur-fitur yang lebih canggih, seperti integrasi dengan media sosial, e-commerce, dan aplikasi mobile. Hal ini membuat pengguna dapat mengakses dan menggunakan halaman web dengan mudah dan cepat(Lumakto, 2022).

Website dapat digunakan untuk mengakses dan mengelola perangkat IoT. Beberapa situs web menyediakan platform yang memungkinkan pengguna untuk mengatur dan memantau perangkat IoT dari jarak jauh. Ini membuat lebih mudah bagi pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat IoT dari mana saja dan kapan saja. Situs web juga dapat digunakan untuk menyediakan informasi dan layanan tambahan untuk perangkat IoT. Misalnya, sebuah situs web dapat menyediakan aplikasi untuk memantau konsumsi energi rumah tangga dan memberikan saran untuk menghemat energi. Dengan mengintegrasikan teknologi IoT dan situs web, kita dapat menciptakan solusi yang lebih cerdas dan efisien untuk berbagai aplikasi, seperti smart homes, smart cities, dan pemantauan kesehatan.

2.3 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VSCode) adalah sebuah editor teks dan Integrated Development Environment (IDE) yang dikembangkan oleh Microsoft. VSCode didesain untuk pengembangan aplikasi web, desktop, dan mobile. Ini menawarkan fitur-fitur seperti autocomplete, syntax highlighting, debugging, dan integrasi dengan ekstensi dan tools pengembangan lainnya. VSCode juga dapat digunakan untuk menulis dan menjalankan kode dalam berbagai bahasa pemrograman seperti Python, Java, C++, dan lainnya(Tasari, 2021).

2.4 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah sebuah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk memprogram dan menguji perangkat Arduino. Ini memungkinkan pengembang untuk menulis, menguji, dan mengunggah kode ke perangkat Arduino dengan mudah. Arduino IDE menawarkan antarmuka grafis user-friendly yang membuat pengembangan proyek Arduino menjadi lebih mudah bagi pemula maupun pengembang lanjutan. Selain itu, Arduino IDE juga menyediakan banyak fitur seperti autocomplete, syntax highlighting, debugging, dan integrasi dengan ekstensi dan tools pengembangan lainnya(erintafifah, 2021).

2.5 XAMPP

XAMPP adalah software yang berisi sekumpulan aplikasi open-source yang dikemas bersama untuk memudahkan instalasi dan konfigurasi server lokal. XAMPP memiliki beberapa komponen penting seperti Apache HTTP Server, MariaDB (atau MySQL), PHP, dan Perl yang digunakan untuk menjalankan website dinamis dan aplikasi web pada komputer lokal. XAMPP sangat berguna bagi pengembang web karena memungkinkan mereka untuk membangun dan menguji aplikasi web mereka di lingkungan lokal sebelum meluncurkan ke internet (Sekarningrum, 2021).

2.6 PHPMyAdmin

PHPMyAdmin adalah aplikasi open-source yang digunakan untuk memudahkan pengelolaan basis data MySQL melalui antarmuka web. Ini merupakan bagian integral dari banyak paket instalasi XAMPP dan LAMP, dan menyediakan antarmuka grafis yang intuitif bagi pengguna untuk membuat, mengelola, dan mengakses basis data MySQL. phpMyAdmin memungkinkan pengguna untuk melakukan tugas seperti membuat tabel, menambahkan atau mengedit entri data, membuat dan menjalankan query SQL, dan membuat dan mengelola database. Ini sangat berguna bagi pengembang web karena membuat tugas-tugas pengelolaan basis data menjadi lebih mudah dan efisien, tanpa harus mempelajari syntax SQL (Riyadi, 2022).

2.7 *Unified Modeling Language*

UML (Unified Modeling Language) adalah bahasa modeling standar industri untuk menggambarkan, memodelkan, dan menerangkan sistem informasi. UML dikembangkan oleh Object Management Group (OMG) dan merupakan bahasa modeling yang komprehensif dan serbaguna yang dapat digunakan untuk menggambarkan berbagai jenis sistem, termasuk sistem informasi, software, sistem bisnis, dan proses bisnis. UML menyediakan berbagai jenis diagram, seperti class diagram, sequence diagram, state diagram, activity diagram, dan use case diagram, yang digunakan untuk menggambarkan aspek yang berbeda dari suatu sistem (Fajri, 2022).

Pada penelitian ini, model UML yang digunakan adalah Activity Diagram.

2.7.1 *Activity Diagram*

Activity diagram UML (Unified Modeling Language) adalah jenis diagram UML yang menggambarkan urutan aktivitas atau tindakan dalam sistem yang dapat dipahami oleh manusia. Ini digunakan untuk menggambarkan proses bisnis dan logika aliran kerja. Activity diagram menggunakan simbol seperti kotak untuk menggambarkan aktivitas, set tangan untuk menggambarkan aliran aktivitas, dan pemutus aliran untuk menggambarkan pengambilan keputusan. Activity diagram juga mencakup objek dari aktivitas, hubungan antar aktivitas, dan bagaimana aktivitas dapat berkaitan satu sama lain. Ini berguna bagi pengembang untuk memahami bagaimana sistem bekerja dan membantu mereka menentukan proses bisnis yang efisien.

2.8 Sistem Monitoring Berbasis IoT

Sistem merupakan kumpulan dari beberapa komponen yang saling bergantung dan berhubungan satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Hasbiyalloh & Jakaria, 2018). Mekanisme kerja suatu sistem adalah keseluruhan dari sesuatu yang utuh dan terdiri dari komponen/subsistem yang saling bergantung. Setiap subsistem memiliki fungsi tertentu, yang mungkin berbeda, namun subsistem tersebut saling bergantung dan saling melengkapi. Suatu sistem dapat dijalankan dan berpeluang untuk meraih mimpinya jika mengandung elemen pembentuk sebagai berikut:

- a. Tujuan: Tujuan adalah apa yang memandu sistem dan bertindak di bawah kendalinya. Sistem memiliki tujuannya sendiri.
- b. Masukan: Elemen ini mereferensikan semua yang masuk ke sistem dan diproses.
- c. Proses: Metode yang dipilih untuk melakukan transisi dari input ke output.
- d. Keluaran: Hasil dari proses yang sudah dilakukan.
- e. Batas: Batas suatu sistem terbentuk antara setiap sistem dengan sistem lainnya.
- f. Mekanisme pengendalian: Elemen ini berjalan dengan umpan balik untuk mendorong masukan dan proses. Ini diperlukan agar sistem berfungsi dengan baik.
- g. Lingkungan: Elemen lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem.

Sedangkan monitoring adalah proses untuk mengumpulkan dan menganalisis data berdasarkan parameter yang telah ditetapkan untuk mencapai suatu kesimpulan (Amrullah, 2017). Monitoring bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Monitoring sistem membantu dalam mengidentifikasi masalah seperti kegagalan hardware, software, jaringan, atau performa. Ini memungkinkan administrator sistem untuk memantau kinerja sistem dan membuat perbaikan sebelum masalah

menjadi lebih besar. Monitoring sistem juga berguna untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan dan membuat keputusan strategis untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik di masa depan., setelah itu tindakan dapat diambil. Setelah pemeriksaan dilakukan, keputusan akan dibuat berdasarkan hasil monitoring.

Dari kedua pengertian tersebut, dapat didefinisikan bahwa sistem monitoring adalah kesatuan dari komponen-komponen yang saling terhubung untuk melakukan proses pengumpulan data dan menganalisis informasi berdasarkan parameter yang telah ditetapkan untuk mencapai suatu kesatuan. Sistem monitoring mampu menyediakan data secara *realtime* setiap waktunya, sehingga memudahkan untuk mendapatkan data yang akurat. Sistem monitoring merupakan sistem yang memudahkan proses monitoring dengan cara lebih terkomputerisasi. Dengan sistem monitoring yang telah terkomputerisasi, maka dapat memudahkan dalam mengambil data dan menganalisis data yang sudah diperoleh secara otomatis oleh system yang sudah dibuat. Dalam hal ini, Sistem dibuat untuk melakukan monitoring terhadap objek *Internet of Things* (IoT).

Sistem Monitoring berbasis IoT merupakan sistem yang dibuat untuk memudahkan pemantauan, pengambilan, dan pengolahan data yang diterima dari objek *Internet of Things* (IoT) sehingga dalam penerapannya, sistem berperan sebagai penghubung antara *hardware* dan *software*. Sistem monitoring berbasis IoT adalah jaringan perangkat IoT yang digunakan untuk memantau dan mengumpulkan data dari lingkungan atau proses tertentu. Ini memungkinkan orang untuk memantau kondisi real-time dan membuat keputusan berdasarkan data tersebut. Beberapa aplikasi dari sistem monitoring berbasis IoT meliputi:

- a. Pemantauan kesehatan: Perangkat IoT seperti wearable device atau sensoren dapat digunakan untuk memantau kondisi kesehatan seperti detak jantung, suhu tubuh, dan aktivitas fisik.
- b. Smart Home: Perangkat IoT seperti smart thermostat, smart lighting, dan smart security system dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan lingkungan rumah dari jarak jauh.
- c. Pemantauan lingkungan: Perangkat IoT seperti sensoren udara, tanah, dan air dapat digunakan untuk memantau kualitas lingkungan dan mengidentifikasi masalah seperti polusi.

- d. Pemantauan manufaktur: Perangkat IoT seperti sensor mesin dan robot dapat digunakan untuk memantau kinerja manufaktur dan mengidentifikasi masalah seperti kerusakan mesin.

Sistem monitoring berbasis IoT mengintegrasikan teknologi IoT dan cloud computing untuk memungkinkan penyimpanan dan analisis data dalam skala besar. Ini membuat lebih mudah bagi orang untuk memantau dan mengelola sistem dari jarak jauh, dan membuat proses pengambilan keputusan lebih cepat dan tepat. Namun, sistem monitoring berbasis IoT juga membutuhkan keamanan dan privasi yang baik untuk menghindari kerentanan dan memastikan integritas data.

Perancangan monitoring listrik berbasis web membantu mendapatkan informasi untuk mengukur data listrik yang terdiri dari Daya(Watt), Tegangan(V), dan Arus(A) secara *real time* yang dapat diakses dari jaringan internet. Pengukuran seperti yang telah dijelaskan di atas biasanya dilakukan dengan alat ukur yang sederhana dan pencatatannya masih dilakukan secara manual, sehingga data yang diperoleh tidak dapat dilakukan sewaktu-waktu dan hasilnya terlalu lama.

Sistem terdiri dari *Hardware* dan *Software* yang dihubungkan bersama sehingga informasi yang ditampilkan dapat dipanggil secara langsung setiap saat. Jika *Software* tidak dirancang dengan baik, perangkat keras tidak akan bekerja secara efektif. Perangkat ini dimaksudkan untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik yang dilakukan manual dan konvensional. Berdasarkan hal di atas, dibangun sebuah alat pemantauan konsumsi daya menggunakan IoT (*Internet of Things*).

2.9 Sistem Monitoring Berbasis IoT Untuk Listrik

Terdapat sejumlah penelitian terdahulu yang membahas topik sejenis, yaitu penelitian terkait sistem monitoring listrik berbasis web. Meski memiliki kemiripan, penelitian-penelitian sebelumnya memiliki fitur dan perbedaannya masing-masing. Berikut ini adalah tinjauan mengenai beberapa penelitian sebelumnya serta perbedaannya dengan penelitian ini.

Pertama, penelitian yang berjudul “Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT” membahas perancangan dan pengembangan sebuah alat monitoring daya listrik dan sistem monitoring penggunaan listrik. Pada penelitian ini, sistem difokuskan pada pemantauan pemakaian listrik dan perhitungan estimasi biaya dari penggunaan listrik. Data yang ditampilkan oleh sistem pada penelitian ini adalah tegangan, arus, daya, dan biaya penggunaan listrik. Database yang digunakan pada sistem ini menggunakan database yang disediakan oleh library dari

mikrokontroler yang digunakan. Pembeda dari penelitian ini adalah sistem yang dikembangkan menggunakan sistem yang sudah disediakan oleh library dari mikrokontroler sehingga tampilan dan fitur sesuai dari yang disediakan oleh library mikrokontroler. Fitur sistem dari penelitian ini belum bisa memperlihatkan data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu (Ardiansyah, 2020).

Kedua, penelitian yang berjudul “Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Thing” membahas tentang perancangan sistem monitoring listrik berbasis web. Sistem yang dikembangkan menggunakan sistem yang sudah disediakan oleh library dari mikrokontroler sehingga tampilan dan fitur terbatas dari yang disediakan oleh library mikrokontroler. Fitur system dari penelitian ini belum bisa memperlihatkan data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu, perkiraan biaya dari energi listrik yang sudah digunakan (Prayitno et al., 2019).

Ketiga, penelitian yang berjudul “Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet of Things” merancang sebuah sistem untuk memantau penggunaan kWh yang bisa dilihat dari data waktu tertentu maupun secara realtime. Sistem ini hanya terbatas menampilkan data listrik yaitu tegangan, arus, daya dan penggunaan energi. Sistem ini tidak menampilkan rekap data dari penggunaan listrik sehingga data yang diperlihatkan hanya data penggunaan secara *real time* dan tidak menampilkan data terdahulu (Widodo et al., 2019).

Keempat, penelitian yang berjudul “Rancang bangun sistem monitoring daya listrik pada kamar kos berbasis Internet of things (iot)” merancang sebuah system monitoring penggunaan listrik yang memiliki fitur informasi penggunaan arus, tegangan, dan daya listrik secara realtime. Sistem ini hanya terbatas pada penyampaian informasi listrik secara *realtime* dan tidak menyediakan fitur untuk memperlihatkan data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu (Hudan & Rijianto, 2019)

Kelima, penelitian yang berjudul “Monitoring penggunaan listrik pada rumah tangga menggunakan arduino berbasis web server dan Android” merancang sebuah sistem monitoring listrik dengan fitur pemantauan tegangan, arus, daya, dan energi listrik. Sistem pada penelitian ini juga memperlihatkan biaya perkiraan dari penggunaan energi listrik. Tetapi dalam sistem ini, tarif kWh tidak bisa diubah sehingga dalam perhitungan biaya perkiraan tidak bisa menyesuaikan dengan tarif rumah yang berbeda (Ayudhi Ridfi et al., 2021)

Dari kelima penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa fitur utama yang harus dibuat adalah informasi data penggunaan daya, tegangan, arus, dan energi listrik secara *realtime*. Fitur yang akan ditambahkan dalam penelitian ini adalah *Input* saldo dan melihat data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu. Tujuan dari fitur *Input* saldo adalah untuk menyesuaikan

saldo listrik yang ada di meteran listrik dan mengetahui saldo listrik yang tersisa langsung di sistem tanpa harus melihat ke meteran listrik secara langsung. Fitur melihat data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu bertujuan untuk melihat data penggunaan listrik secara spesifik. Fitur dari penelitian ini juga diambil berdasarkan penelitian terdahulu yang berjudul “Sistem Monitoring Listrik Berbasis IoT Untuk Listrik Prabayar”(Nurfaizi, 2022).

2.10 Metodologi Pengembangan Website

Dalam pengembangan sebuah sistem diperlukan sebuah metode pengembangan. Tujuan adanya metode adalah untuk membantu pengembang untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem sesuai dengan tujuan dan terarah. Metodologi Pengembangan Sistem secara umum terdiri dari 5 model yaitu :

a. Waterfall

Metode waterfall merupakan metode yang masih bersifat tradisional. Walaupun metode ini terbilang kuno, banyak pelajaran yang bisa diambil dari metode dasar ini. Metode waterfall terdiri dari lima tahapan , proses tersebut antara lain Analisis Kebutuhan, Tahapan Desain, Implementasi, *testing* dan *maintenance*. Dasar kerja dari metode ini adalah pengerjaan yang dilakukan secara sekuensial. Dengan kata lain setiap pengerjaan tahapan di metode ini harus diselesaikan secara berurutan. Metode ini dianggap kurang fleksibel, ketika pembuatan proyek terjadi perubahan atau kesalahan, maka segala proses dan tahapannya harus dimulai dari awal.

b. Agile

Metode Agile dirancang untuk memperbaiki metode waterfall yang sifatnya tidak fleksibel. Meskipun Agile termasuk metode modern, namun alur kerjanya masih menerapkan pola tradisional. Proyek yang menggunakan metode Agile, cenderung berlangsung dalam jangka waktu yang pendek dan bertahap. Hal itu dikarenakan metode ini dilakukan secara kolaboratif, terstruktur, dan terorganisir.

Metode ini memiliki beberapa prinsip utama yang dijadikan pedoman dalam pengembangan *software*. Seperti, kepuasan yang didapatkan pengguna untuk menghadirkan fitur yang bagus dan teruji adalah sebuah prioritas, tersedianya dukungan dan lingkungan yang baik untuk memotivasi pengembang, Pengguna dan pengembang berkolaborasi dalam berbagai proyek setiap hari, dan masih banyak lagi hal yang berkaitan dengan prinsip metode ini.

c. Scrum

Metode Scrum merupakan kerangka kerja untuk mengimplementasikan pengembangan Agile. Dengan kata lain, Scrum adalah metodologi yang diturunkan dari Agile. Scrum digunakan untuk memecahkan masalah dan menghasilkan kerja sama tim yang lebih efektif.

Scrum memiliki cara kerja dengan membagi pengembangan menjadi tujuan-tujuan yang lebih kecil. Beberapa tujuan yang lebih kecil ditangani terlebih dahulu karena harus diselesaikan dalam waktu yang lebih cepat untuk tujuan akhir yang sebenarnya.

d. RAD

Rapid Application Development (RAD) adalah proses pengembangan cepat untuk menciptakan sistem berkualitas tinggi dengan biaya yang minimal. Tahapan yang dimiliki metode RAD adalah perencanaan kebutuhan, desain pengguna, konstruksi, dan migrasi dari sistem lama ke sistem baru.

e. Prototype

Prototyping adalah penggunaan pendekatan langkah demi langkah yang cepat untuk membangun program bagi pengguna untuk dievaluasi. Perubahan yang dilakukan oleh pengembang dilakukan sesuai dengan keinginan pengguna. Setelah pengguna menyetujui pola yang diberikan, pengembang baru membuat produk yang sebenarnya sebagai hasil akhir.

Dalam pembahasan ini mengambil 10 penelitian pengembangan sistem terdahulu sebagai komparasi dari tiap metode pengembangan sistem :

Pertama penelitian (Nawawi et al., 2019) berjudul “Sistem Monitoring Barang Cetak Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall” membahas tentang pembuatan sistem monitoring untuk memantau aktifitas pelanggan dan admin di PT Sinar Dewata. Penelitian ini menggunakan pengembangan sistem dengan model Waterfall dengan urutan pekerjaan yaitu Analisa kebutuhan, Desain, dan testing. Penelitian selanjutnya (Hidayati, 2019) berjudul “Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan” juga menggunakan metode *Waterfall* dengan tahapan proses penelitian yaitu Analisis Kebutuhan, Desain, Pengkodean Program, Pengujian, dan *Maintenance*. Dari kedua penelitian yang menggunakan metode *Waterfall*, metode ini diterapkan pada pembuatan sistem yang dapat diidentifikasi semua kebutuhannya dari awal dan tidak ada perubahan ditengah pengerjaan karena metode ini bersifat sequential sehingga setiap tahap pengerjaan harus selesai sebelum berpindah ke tahap selanjutnya.

Penelitian selanjutnya (Trisnawati & Setiawan, 2022) yang berjudul “Sistem Monitoring Kegiatan Kemahasiswaan Menggunakan Metode Agile Development”. Pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan model Agile. Metode ini memiliki tahapan yaitu Product Backlog, Sprint Backlog, Sprint, dan Produk final. Penelitian kedua (Mahendra et al., 2018) berjudul “Agile Development Methods Dalam Pengembangan Sistem Informasi Pengajuan Kredit Berbasis Web (Studi Kasus : Bank BRI Unit Kolonel Sugiono)” dengan tahapan yang sama. Dari kedua penelitian yang menggunakan metode *Agile*, metode ini diterapkan pada

pengembangan sistem yang bersifat bisa berubah berdasarkan kebutuhan *user* dan perubahan tersebut bisa terjadi kapan saja sesuai kesepakatan antara pengembang dan *user*. Metode ini membutuhkan sebuah tim dalam pengerjaan.

Penelitian selanjutnya (Warkim et al., 2020) yang berjudul “Penerapan Metode SCRUM dalam Pengembangan Sistem Informasi Layanan Kawasan” dan penelitian (Mutawali et al., 2020) yang berjudul “Implementasi Scrum Dalam Pengembangan Sistem Informasi Jasa Desain Grafis”. Metode yang digunakan pada kedua penelitian ini adalah metode Scrum. Metode ini memerlukan sebuah tim dalam pembangunan sistem. Dalam pelaksanaannya, metode ini akan melakukan demo terhadap pekerjaan yang sudah dilakukan kepada calon pengguna sistem untuk menerima masukan dan pendapat dengan tujuan sebagai bahan evaluasi untuk perubahan sistem yang akan dilakukan.

Penelitian selanjutnya (Yulianti & Tisnawati, 2020) yang berjudul “Sistem Monitoring Dan Evaluasi Tri Dharma Perguruan Tinggi Sebagai Implementasi Penjaminan Mutu Internal Dengan Laravel Dan Rapid Application Development (RAD)” dan penelitian (Aini et al., 2019) berjudul “Pembangunan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD) (Studi pada: SMK Negeri 11 Malang). Di kedua penelitian ini, pengembangan sistem mengaplikasikan metode Rapid Application Development. Metode ini sangat bergantung pada calon pengguna karena dalam setiap tahap di RAD membutuhkan evaluasi dan masukan dari calon pengguna dan final dari sistem ini juga harus sesuai dengan apa yang calon pengguna inginkan. Sistem akan berubah secara terus menerus seiring dengan hasil dari evaluasi calon pengguna hingga mencapai produk final.

Penelitian selanjutnya (Ayu Megawaty et al., 2020) yang berjudul “Sistem Monitoring Kegiatan Akademik Siswa Menggunakan Website” dan penelitian (Siswidiyanto et al., 2020) dengan judul “Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype”. Metode prototype digunakan untuk mendapatkan presentasi tentang pemodelan aplikasi tugas. Perancangan awal aplikasi berupa maket yang kemudian dievaluasi oleh pengguna. Setelah pengguna mengevaluasi model, langkah selanjutnya adalah model menjadi bahan referensi bagi pengembang saat merancang aplikasi.

Dari 5 penelitian di atas, masing-masing metode memiliki kekurangan dan kelebihan yang akan di jelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Metode Pengembangan

No.	Metode Pengembangan	Kelebihan	Kelemahan
-----	---------------------	-----------	-----------

1.	Waterfall	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cocok digunakan untuk produk software/program yang kebutuhannya sudah jelas di awal, sehingga kesalahan yang terjadi bisa di minimalisir. 2) Perangkat lunak yang dikembangkan dengan metode ini biasanya berkualitas baik. (Pricillia & Zulfachmi, 2021) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tahapan berurutan secara sekuensial tidak memungkinkan untuk kembali pada tahapan sebelumnya. 2) Tidak dapat menerima perubahan di tengah pengerjaan karena tahapan yang bersifat sekuensial. 3) Tidak ada toleransi kesalahan setelah tahapan dilakukan terutama pada tahap perencanaan dan desain. (Pricillia & Zulfachmi, 2021)
2.	Agile	<ol style="list-style-type: none"> 1) Metode ringan sesuai proyek dengan skala kecil hingga menengah. 2) Menghasilkan keterikatan tim yang baik. 3) Memprioritaskan produk akhir. 4) Pendekatan berbasis tes untuk persyaratan dan jaminan kualitas. (Bolung & Tampangela, 2017) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Tidak sesuai dalam menangani dependensi yang rumit dan kompleks. 2) Lebih risiko keberlanjutan, pemeliharaan, dan diperpanjang. 3) Sebuah rencana keseluruhan, pemimpin lincah dan manajemen proyek tangkas praktek adalah suatu keharusan tanpa yang tidak akan bekerja. (Bolung & Tampangela, 2017)
3.	Scrum	<ol style="list-style-type: none"> 1) Proses Pengembangan selalu dilakukan pengecekan dan perubahan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan dan teknologi yang digunakan. 2) Proses pengembangan dan pengujian sebuah proyek dapat dibuat berdasarkan modul sehingga fokus pengembangan dapat dilakukan. (Saudah et al., 2019) 	
4.	Rapid Application Development (RAD)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Model RAD mengikuti langkah-langkah pengembangan sistem normal, tetapi memiliki kemampuan untuk menggunakan kembali komponen yang ada sehingga pengembang tidak harus memulai dari awal, sehingga waktu pengembangan menjadi lebih singkat dan lebih efisien. 2) Lebih efektif dari Pengembangan Model waterfall dalam menghasilkan sistem yang memenuhi kebutuhan langsung dari pelanggan. 3) Sesuai dengan proyek yang memerlukan waktu yang singkat. (Pricillia & Zulfachmi, 2021) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Manajemen yang bersifat kompleks 2) Sesuai dengan sistem yang memiliki basis komponen dan terukur. 3) Komitmen pelanggan merupakan suatu hal yang harus ada dalam aktivitas rapid-fire yang diperlukan sebuah sistem agar lengkap dan selesai di dalam rentang waktu yang sangat singkat. Jika komitmen tersebut tidak ada, maka dipastikan proyek RAD akan gagal. (Bolung & Tampangela, 2017)
5.	Prototype	<ol style="list-style-type: none"> 1) Calon pengguna aktif ambil andil dalam pengembangan sistem, 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Evaluasi dan masukan terhadap prototype yang diterima dari

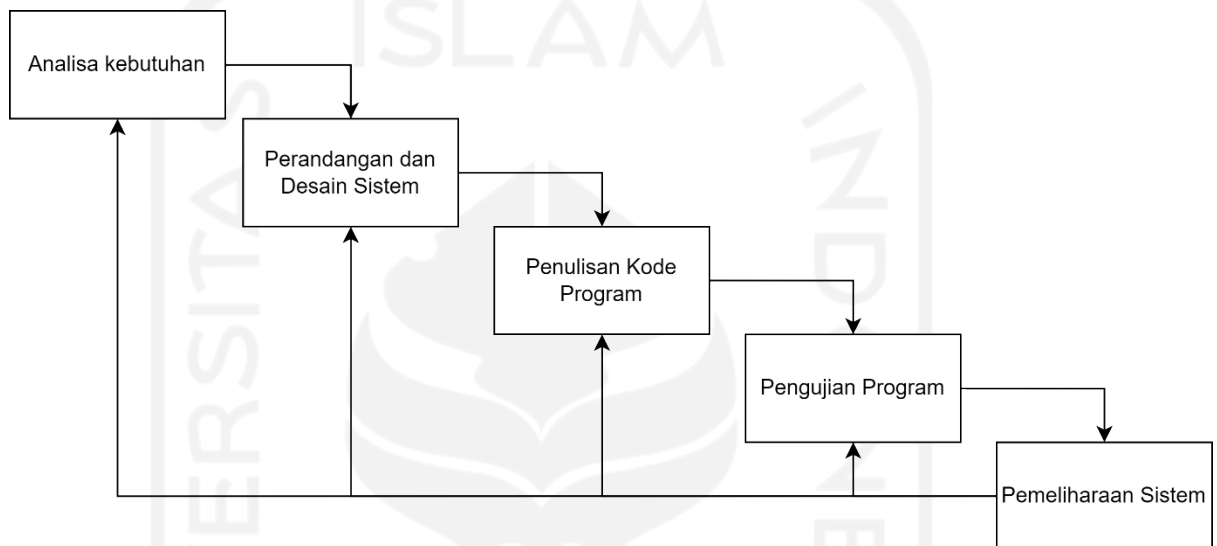
		<p>sehingga produk yang dikembangkan mudah disesuaikan terhadap permintaan pelanggan.</p> <p>2) Kebutuhan pengembangan lebih mudah dilakukan untuk ditentukan.</p> <p>3) Terjalin komunikasi yang bagus antara calon pengguna dan pengembang. (Pricillia & Zulfachmi, 2021)</p>	<p>pengguna akan berpengaruh pada penyesuaian terhadap prototype tersebut. Dan setiap penyesuaian akan menambah kompleksitas sistem yang sedang dikembangkan.</p> <p>2) Pembuatan prototype melibatkan persyaratan tambahan dan perubahan dapat dilakukan pada versi prototype sesuai kebutuhan sampai prototype tersebut disetujui oleh pemilik proyek.(Bolung & Tampangela, 2017)</p>
--	--	---	---

Berdasarkan review dari penelitian yang memiliki perbedaan metode, akan digunakan metode Waterfall. Metode Waterfall dinilai tepat karena dalam pelaksanaannya tidak diperlukan perubahan karena dari awal sudah ada requirement yang jelas sebagai landasan pembuatan sistem dan tidak akan berubah sampai produk final telah dibuat. Penelitian ini juga berskala kecil sehingga tidak diperlukan manajemen proyek ataupun tim dalam pengembangan sistem.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengembangan Sistem

Untuk membangun sistem monitoring listrik cerdas prabayar berbasis web, dibutuhkan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah metode *Waterfall* sebagai berikut :

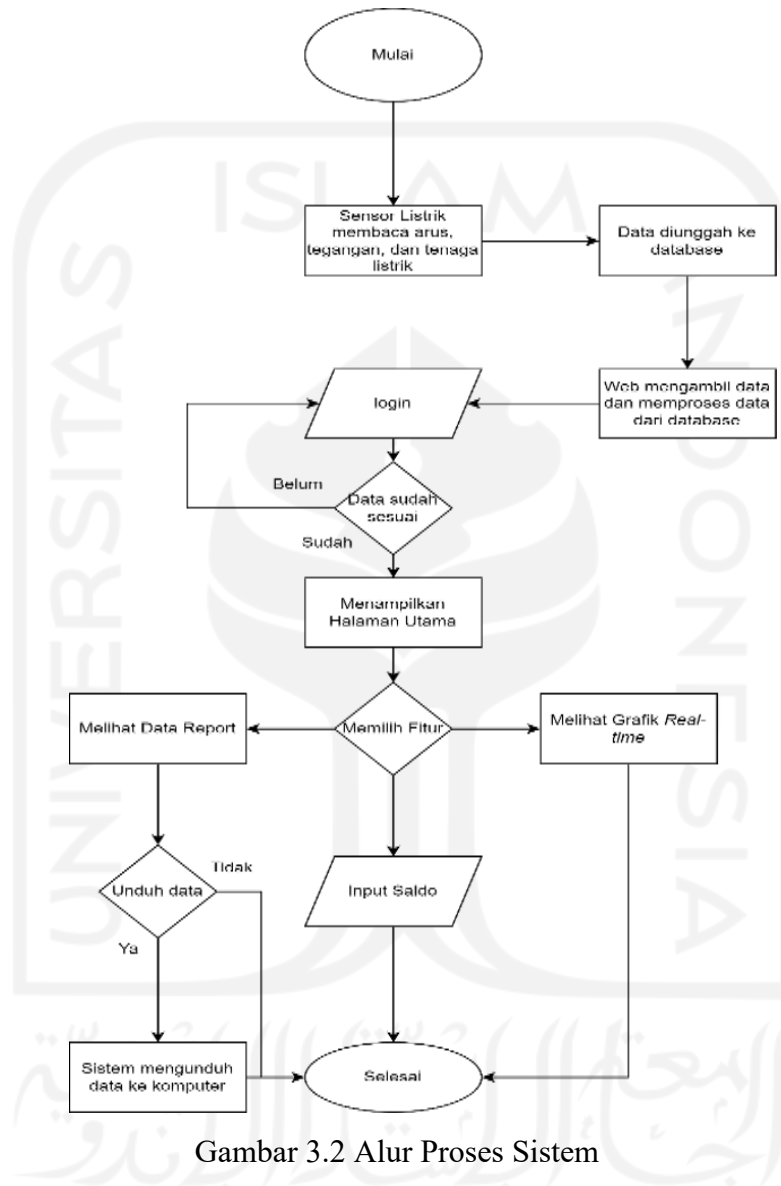


Gambar 3.1 Metode Waterfall

- a. Analisa Kebutuhan: Pada tahap ini dilakukan analisis untuk menentukan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan sistem monitoring listrik.
- b. Perancangan dan Desain Sistem: Pada tahap ini, sistem mulai dikembangkan dengan merancang alur proses sistem, arsitektur sistem, dan perancangan desain antarmuka sistem.
- c. Penulisan Kode Program: Pada tahap ini akan dilakukan penulisan kode program berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Tahapan ini menghasilkan tampilan dari pembacaan sensor listrik yang berhasil terkirim ke database dan ditampilkan di website.
- d. Pengujian Program: Sistem yang dibangun diuji untuk melihat apakah sistem yang dibangun memenuhi harapan.

3.2 Alur Proses Sistem

Sistem Monitoring listrik dikembangkan dengan tujuan untuk memantau data listrik yang digunakan, menampilkan jumlah kWh yang digunakan menampilkan jumlah kWh yang tersisa, dan menampilkan data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu. Sistem ini memiliki proses yang akan digambarkan pada Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Alur Proses Sistem

Penjelasan Gambar 3.2 adalah sebagai berikut. Pertama, Sensor membaca data tegangan, daya, dan arus listrik dari alat elektronik yang dihubungkan ke konektor listrik yang sudah dirangkai dengan sensor. Sensor ini terhubung dengan Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengirim data sensor ke database.

Selanjutnya, Mikrokontroler akan mengambil data dari sensor listrik ke *database* MySQL. Sistem akan mengambil data yang sudah dikirim ke *database* oleh *mikrokontroller* untuk di proses dan ditampilkan ke dalam website. Pengkodean Mikrokontroller dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE, XAMPP, dan PHPMyAdmin.

Pengguna mengakses website dan melakukan login. Pengguna masuk dengan mengisi *username* dan *password* untuk mengakses halaman utama. Setelah berhasil login, user akan masuk ke halaman utama website. Ada tiga pilihan menu yaitu *Input* saldo, Lihat Data dan grafik *real time*. Pengkodean dalam proses ini melibatkan Visual Studio Code sebagai platform pengkodean website.

Jika pengguna memilih menu *Input* saldo, maka halaman website akan berpindah ke halaman *Input* Saldo. Menu *Input* Saldo berisikan pilihan saldo listrik yang akan diisi, setelah user memilih nominal saldo yang dibutuhkan, maka saldo akan otomatis bertambah. Selama sensor masih berjalan, saldo listrik akan berkurang sesuai pemakaian

Jika pengguna memilih menu Lihat data, maka halaman website akan berpindah ke halaman lihat data. Menu lihat data berisikan data penggunaan listrik yang terdiri dari waktu, tegangan, arus, daya, dan energi yang dipakai. Pengguna juga bisa mengunduh data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu sesuai yang dibutuhkan pengguna.

Terakhir, jika pengguna memilih menu grafik *real time*, maka halaman website akan berpindah ke halaman grafik *realtime*. Menu grafik *real time* berisikan grafik penggunaan listrik yang sedang diterima oleh website dari sensor listrik secara *real time*. Di halaman ini juga terdapat penggunaan listrik harian dan rata rata penggunaan listrik mingguan.

3.3 Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menemukan kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam pengembangan sistem ini. Analisis kebutuhan dibuat berdasarkan penelitian terdahulu dan untuk kebutuhan *hardware* berdasarkan penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Meteran Listrik Berbasis IoT Untuk Listrik Prabayar”(Nurfaizi, 2022).

3.3.1 Kebutuhan Hardware

Kebutuhan *hardware* dari sistem adalah sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler ESP32
- b. Sensor arus PZEM-004T
- c. Terminal Listrik

- d. Komputer

3.3.2 **Kebutuhan *Input***

Kebutuhan *Input* dari sistem adalah sebagai berikut:

- a. *Username* dan *Password*
- b. Nominal Saldo Listrik

3.3.3 **Kebutuhan *Output***

Kebutuhan *software* dari sistem adalah sebagai berikut:

- a. Grafik *real time* data penggunaan listrik
- b. *Data report* penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu

3.3.4 **Kebutuhan *Software***

Kebutuhan *Software* dari sistem adalah sebagai berikut:

- a. Visual Studio Code
- b. XAMPP
- c. Arduino IDE
- d. PHPmyAdmin

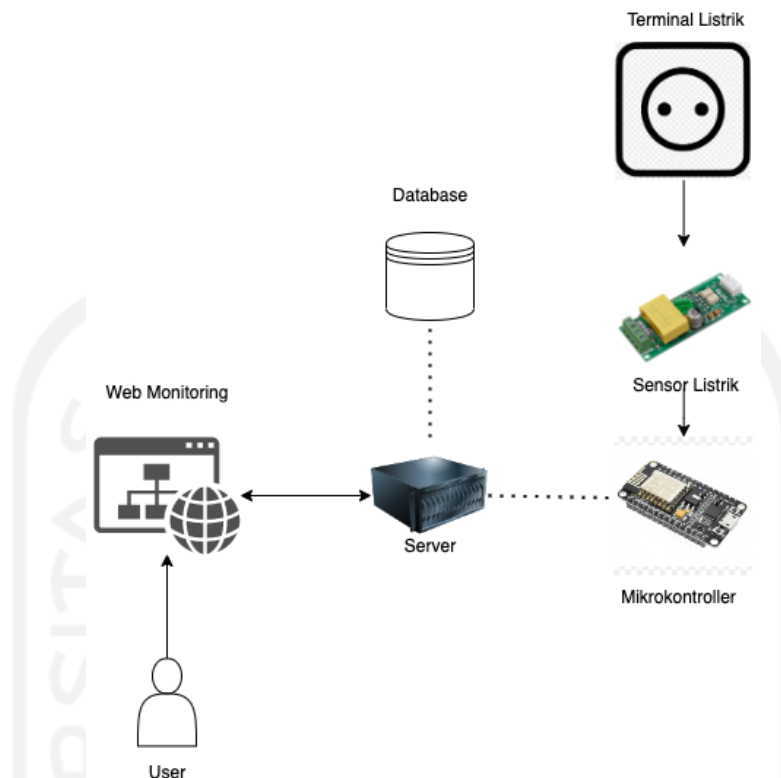
3.3.5 **Kebutuhan Proses Sistem**

Kebutuhan proses dari sistem adalah sebagai berikut:

- a. Sistem dapat menampilkan data yang diambil dari *database*
- b. Sistem dapat memperlihatkan data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu.
- c. Sistem dapat menampilkan grafik penggunaan listrik secara *real time*.
- d. Pengguna dapat meng*Input* saldo pada sistem.
- e. Pengguna dapat mengunduh data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu.

3.4 Perancangan dan Desain Sistem

3.4.1 Arsitektur Sistem



Gambar 3.3 Arsitektur Sistem

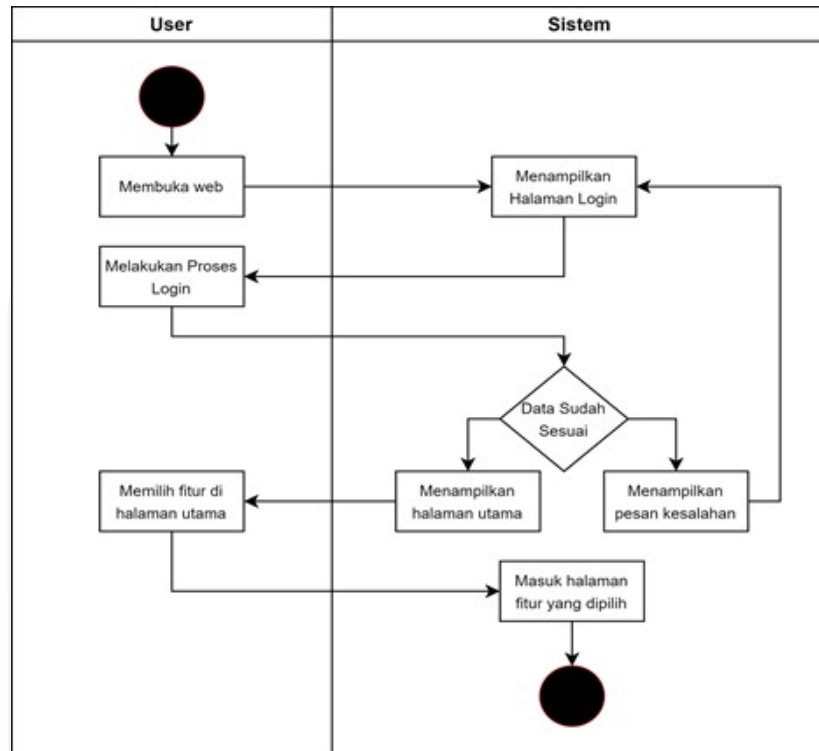
Arsitektur sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 akan dijelaskan pada pembahasan dibawah:

- Sensor Arus dihubungkan ke terminal listrik. Sensor arus akan membaca data listrik dari alat elektronik yang terhubung
- Hasil pembacaan data listrik diproses oleh Mikrokontroler dan mengunggah data ke *database* melalui server. Mikrokontroler harus selalu terhubung ke komputer karena daya untuk menyalakan berasal dari komputer.
- Sistem yang sudah dibuat akan mengambil data yang telah diunggah ke *database* dan menampilkannya di halaman web.

3.4.2 Rancangan Desain Sistem

Perancangan desain sistem dibuat dengan *Unified Modelling Language* (UML) dengan format *activity diagram*. UML tersebut akan dijelaskan pada penjelasan dibawah ini.

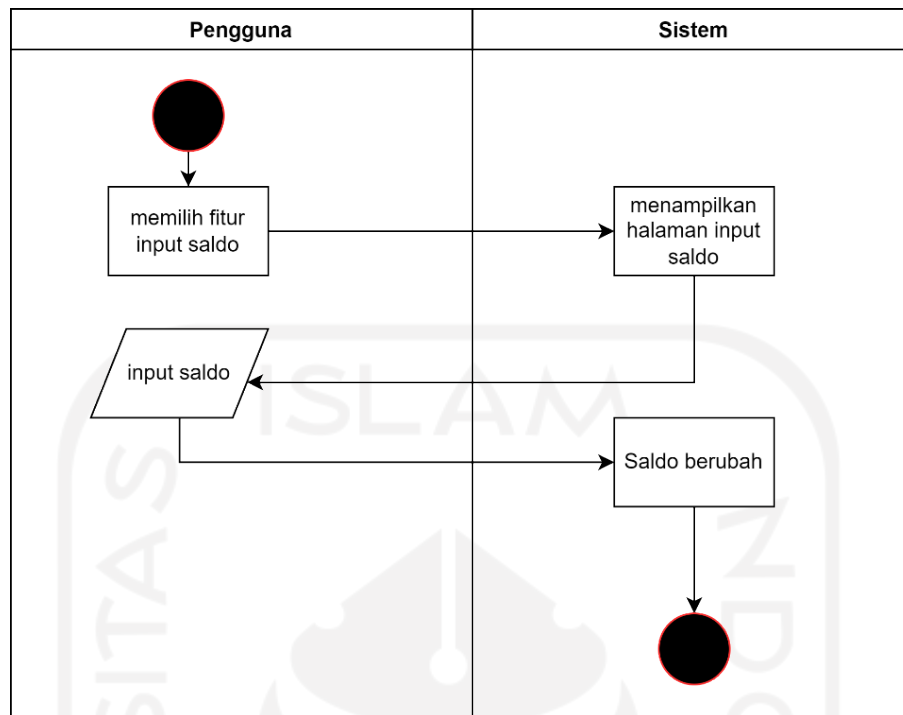
a. Halaman Utama



Gambar 3.4 Activity Diagram Halaman Utama

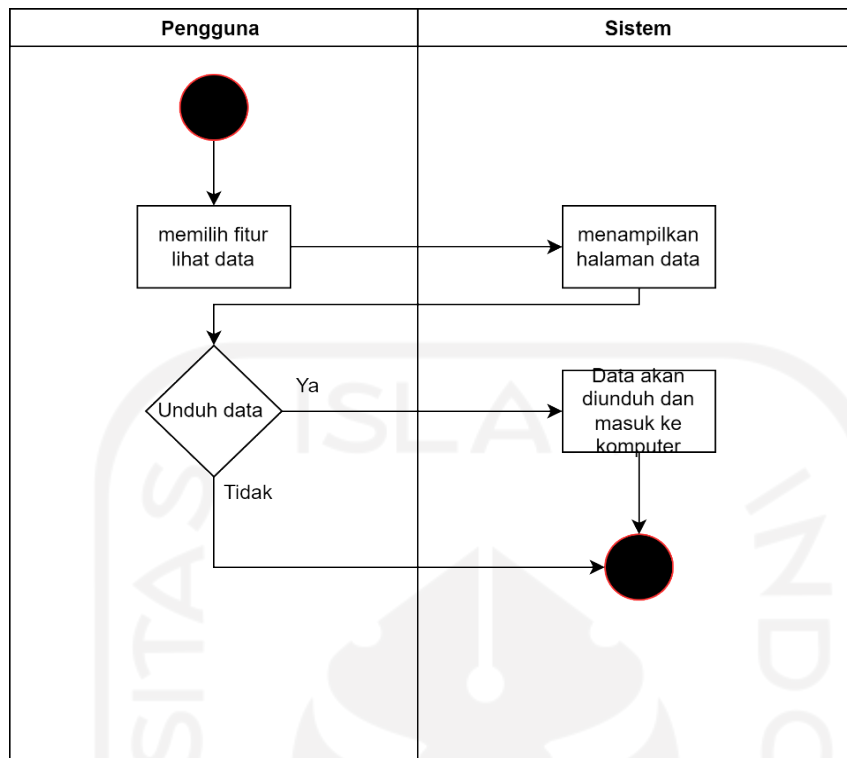
Gambar 3.4 menampilkan interaksi antara pengguna dan sistem pada tampilan utama. Urutan aktivitas antara sistem dan pengguna adalah sebagai berikut:

1. Pengguna membuka web
2. Sistem menampilkan halaman login, lalu pengguna memasukkan data *Username* dan *Password*. Sistem akan mengecek apakah data *login* sudah sesuai. Jika sudah sesuai akan masuk ke tampilan utama.
3. Pengguna yang sudah masuk ke tampilan utama bisa memilih fitur yang ingin digunakan. Sistem akan menampilkan halaman yang di pilih oleh pengguna.

b. *Input Saldo*Gambar 3.5 *Activity Diagram Input Saldo*

Error! Reference source not found. menampilkan interaksi antara pengguna dan sistem pada halaman *Input saldo*. Urutan aktivitas antara sistem dan pengguna adalah sebagai berikut:

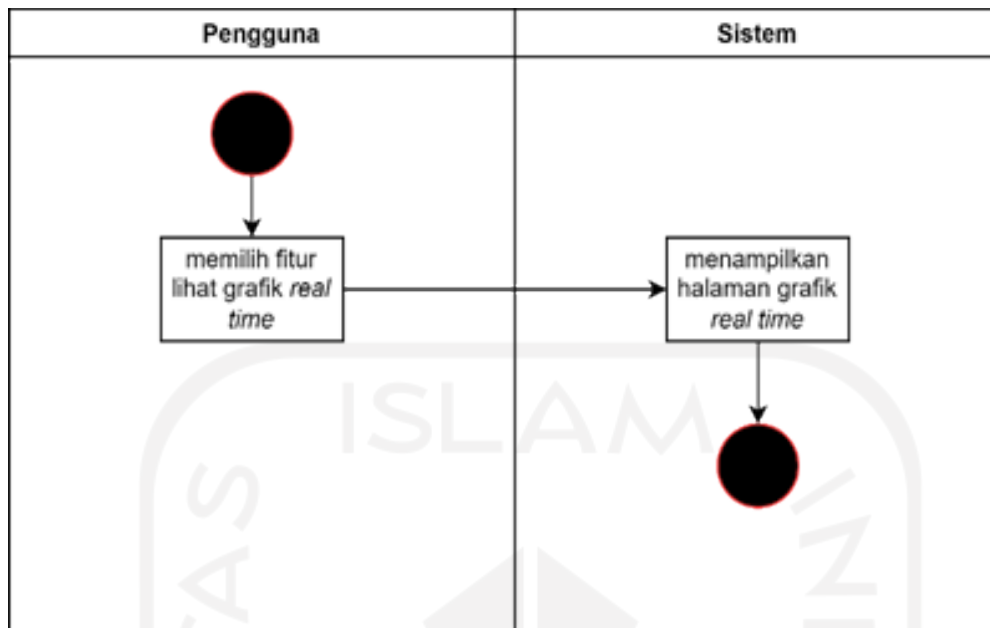
1. Pengguna mengklik tombol *Input* pada halaman utama
2. Sistem menampilkan pop up *Input saldo*
3. Pengguna memilih nominal saldo yang akan di tambahkan
4. Pengguna mengklik tombol *Input*
5. Sistem menerima dan memproses data saldo yang baru saja di *Input* oleh pengguna
6. Sistem memperbarui nilai saldo pada halaman utama system

c. Halaman *Data report*Gambar 3.6 Activity Diagram halaman *data report*

Gambar 3.6 Activity Diagram halaman *data report* menampilkan interaksi antara pengguna dan sistem pada halaman Pengingat. Urutan aktivitas antara sistem dan pengguna adalah sebagai berikut:

1. Pengguna mengklik tombol lihat data pada halaman utama
2. Sistem menampilkan halaman lihat data
3. Pengguna bisa memilih rentang waktu data penggunaan yang akan ditampilkan
4. Sistem akan menampilkan data penggunaan listrik sesuai yang dipilih pengguna
5. Pengguna bisa memilih untuk mengunduh data penggunaan listrik sesuai rentang waktu yang dipilih
6. Sistem akan otomatis mengunduh data penggunaan listrik ke computer pengguna

d. Fitur Grafik real time



Gambar 3.7 Activity Diagram halaman grafik real time

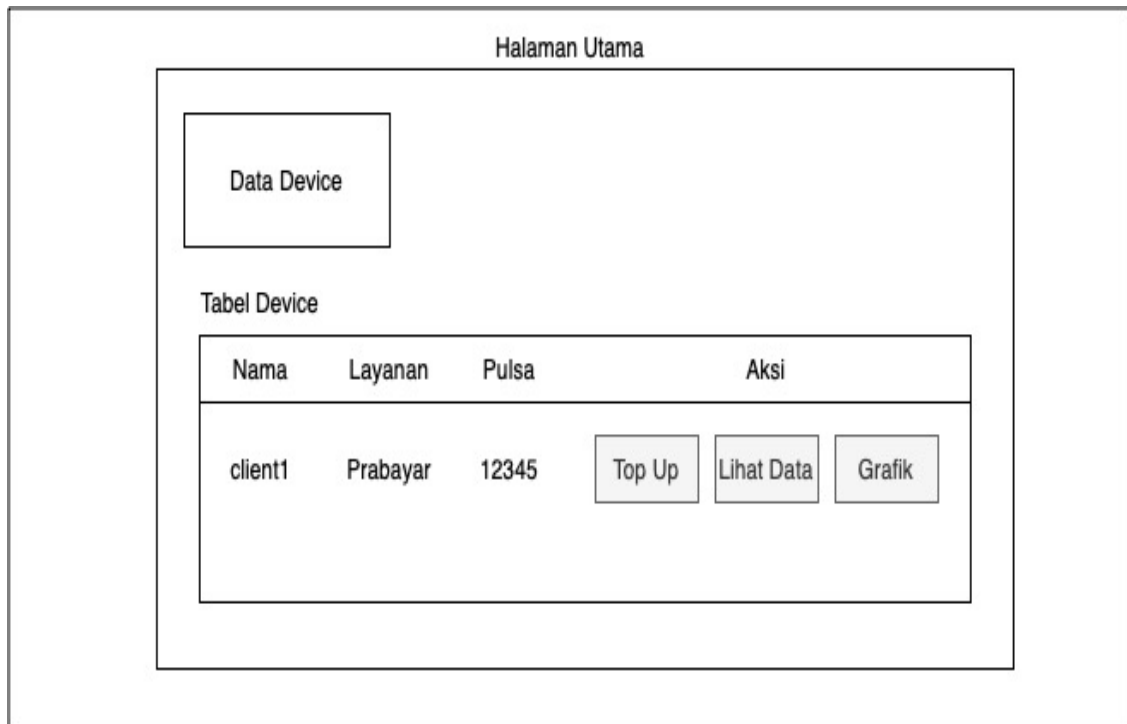
Gambar 3.7 menampilkan interaksi antara pengguna dan sistem pada halaman grafik *real time*. Urutan aktivitas antara pengguna dan sistem adalah sebagai berikut:

1. Pengguna mengklik tombol lihat grafik pada halaman utama
2. Sistem akan menampilkan halaman grafik *real time*
3. Pengguna bisa melihat data penggunaan listrik yang terdiri dari Tegangan, Arus, daya, dan energi secara *real time*.

3.4.3 Rancangan Tampilan Sistem

Perancangan tampilan Sistem bertujuan untuk menggambarkan interface sistem yang akan dibuat. Berikut adalah rancangan tampilan dari sistem dan penjelasannya:

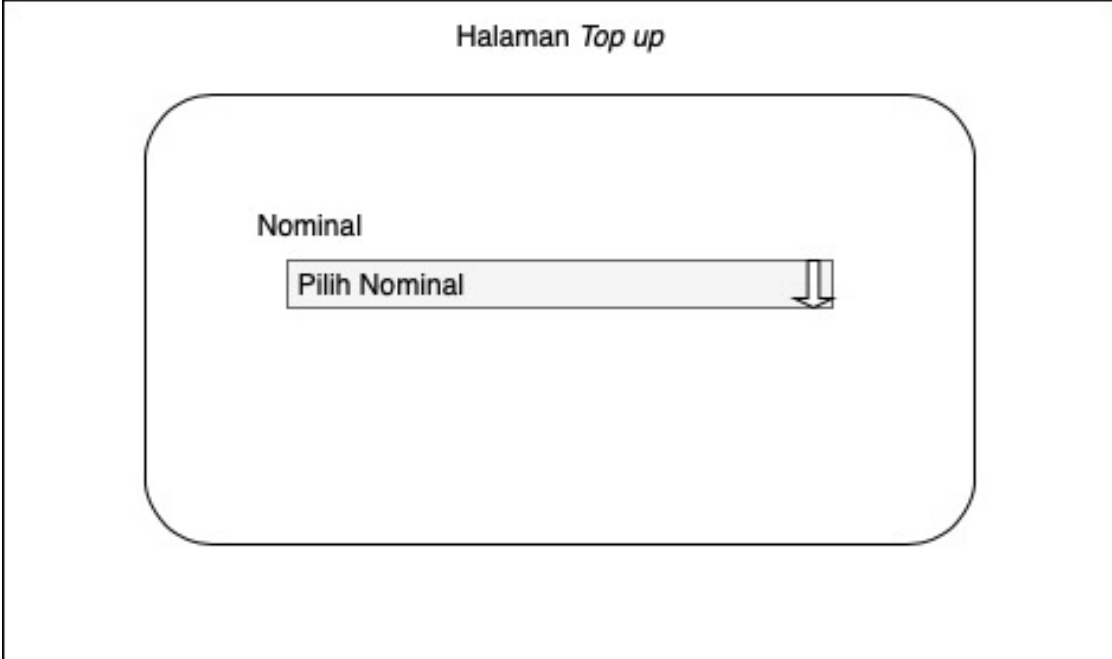
a. Rancangan halaman utama



Gambar 3.8 Rancangan tampilan halaman utama

Pada Gambar 3.8, elemen yang akan ditampilkan ke dalam sistem adalah data pengguna yang meliputi:

1. Nama Pengguna
2. Jenis Layanan
3. Saldo Listrik
4. Pilihan Menu *Top Up*, Lihat data, dan Grafik Real time

b. Rancangan halaman *Input* saldo

The image shows a wireframe for a 'Halaman Top up' (Top up page). It features a central rounded rectangular container. Inside this container, the word 'Nominal' is positioned above a horizontal dropdown menu. The dropdown menu has the text 'Pilih Nominal' and a downward-pointing arrow on its right side.

Gambar 3.9 Rancangan tampilan halaman *Input*


Pada Gambar 3.9 akan otomatis muncul pop up *Input* saldo yang berisikan pilihannominal saldo listrik yang akan di *Input*. Nominal yang disediakan menyesuaikan dengan nominal yang bisa dibeli oleh pengguna listrik Prabayar yang telah ditetapkan oleh PLN

Nominal Pulsa yang akan disediakan dalam sistem adalah:

1. Rp. 20.000,00
2. Rp. 50.000,00
3. Rp. 100.000,00
4. Rp. 250.000,00
5. Rp. 500.000,00
6. Rp. 1.000.000,00

c. Rancangan halaman *Data report*

Halaman *Data Report*


Unduh Data

Tabel Data histori

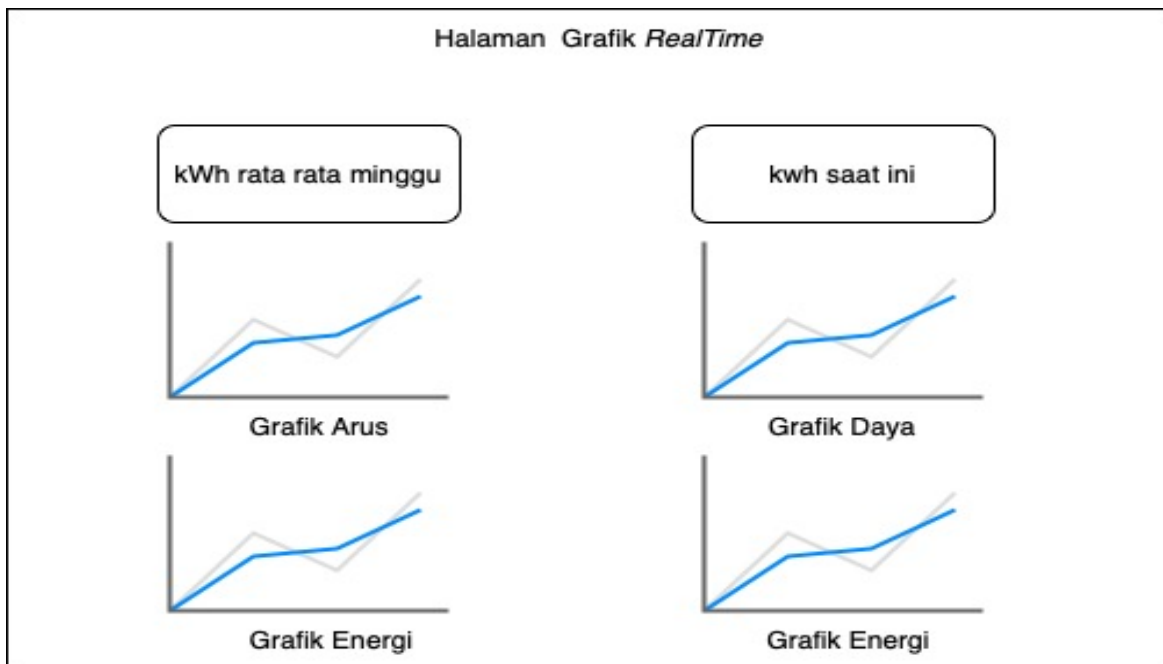
Kolom memilih waktu melihat data				
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi

Gambar 3.10 Rancangan tampilan halaman *data report*

Pada Gambar 3.10, halaman akan menampilkan data penggunaan listrik dalam bentuk table yang berisikan data:

1. Waktu
2. Tegangan
3. Arus
4. Daya
5. Energi

Halaman ini juga menampilkan pilihan untuk mengunduh data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu dan pilihan untuk menghapus data penggunaan listrik.

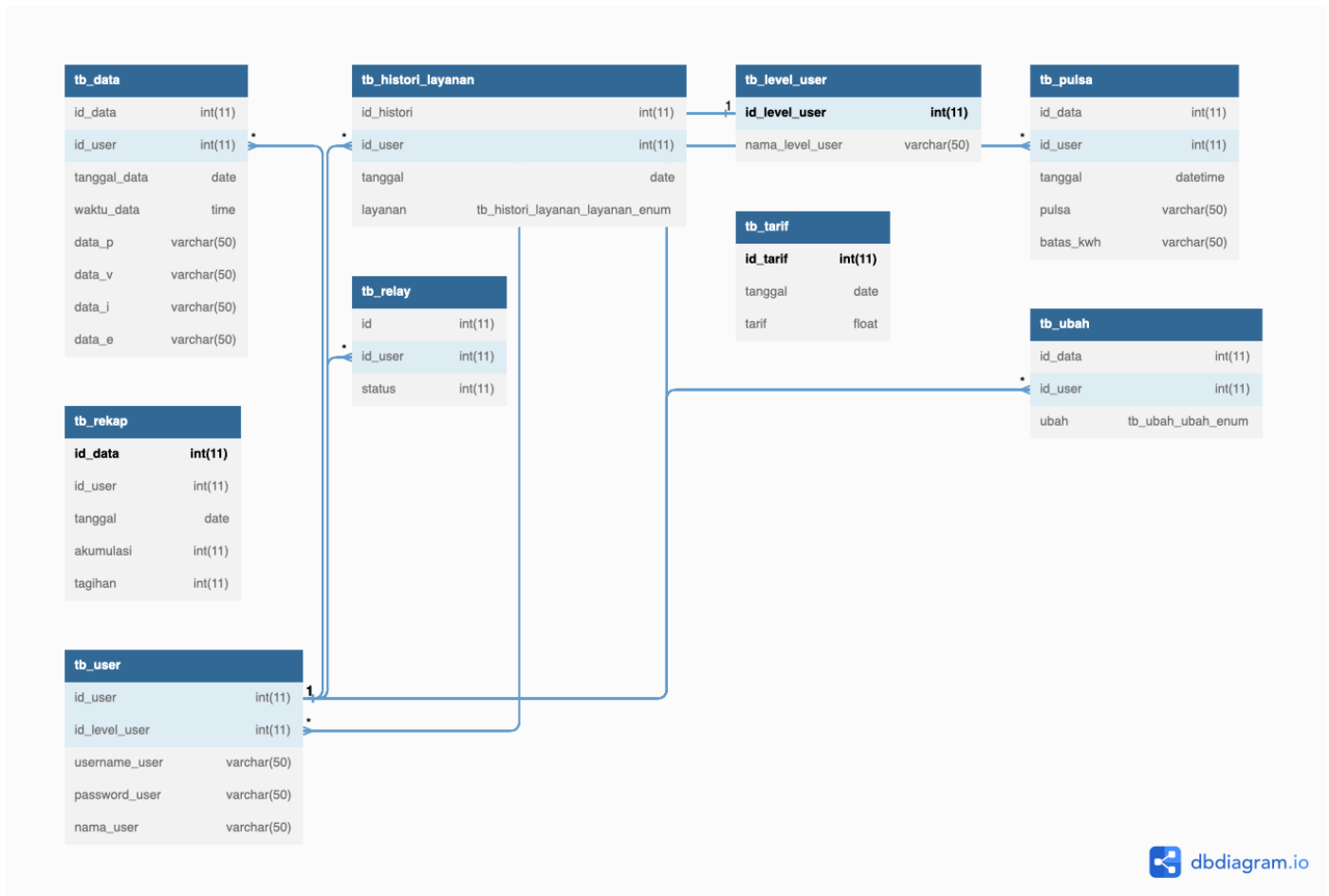
d. Rancangan halaman grafik *real time*Gambar 3.11 Rancangan tampilan halaman grafik *real time*

Pada Gambar 3.11, halaman akan menampilkan data penggunaan listrik yang terdiri dari:

1. Arus secara real time
2. Tegangan secara real time
3. Daya secara real time
4. Energi secara real time
5. Penggunaan kwh rata-rata rentang waktu seminggu
6. kWh penggunaan harian

Pembacaan data listrik dilakukan secara *real time* selama sensor arus berjalan. Grafik akan berjalan mengikuti data yang diterima dari sensor dan akan berhenti bergerak jika sensor sudah tidak terhubung lagi dengan web.

3.4.4 Rancangan Database Sistem



Gambar 3.12 Rancangan Database Sistem

Database yang digunakan dalam sistem ini menggunakan SQL database. SQL adalah singkatan dari Structured Query Language, yang bertindak sebagai bahasa untuk mengakses dan mengelola data dalam basis data relasional.

3.5 Penulisan Kode Program

Dalam pengembangan sistem ini, bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah sebagai berikut

- HTML: Penggunaan bahasa pemrograman HTML adalah sebagai struktur utama dari website sistem monitoring yang dikembangkan
- CSS: Penggunaan bahasa pemrograman CSS digunakan sebagai pengatur dari tampilan dari halaman website
- PHP: Penggunaan PHP dalam pengembangan website sistem monitoring adalah sebagai bahasa untuk menghubungkan sistem dengan *database*

- d. Javascript: Penggunaan Javascript dalam pengembangan website sistem monitoring untuk membuat tampilan dari halaman web menjadi dinamis.

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian yang akan digunakan dalam pengembangan Sistem Monitoring Listrik Cerdas Prabayar Berbasis Web adalah *User Acceptance Test (UAT)*. *User Acceptance Test (UAT)* adalah aktivitas pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan user. Jenis UAT yang akan digunakan pada penelitian kali ini yaitu *Black-Box Testing*. *Black-Box Testing* merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengamati hasil Input dan output dari software tanpa melihat dari struktur kode dari software yang diuji (Nur Cholifah & Melati Sagita, 2018). Pengujian dilakukan di akhir pembuatan software untuk mengetahui apakah software dapat berjalan sesuai dengan perencanaan pengembangan.

Pengujian akan diujicobakan kepada 15 orang responden yang merupakan pelanggan listrik prabayar. Pengujian akan dilakukan secara jarak jauh menggunakan *software Zoom* dan responden akan diberikan akses remote control saat share screen sistem. Responden diberikan akses untuk menguji fitur-fitur yang sudah dikembangkan pada sistem. Setelah melakukan pengujian, responden akan mengisi form kuisisioner menggunakan Google Form terkait dengan penilaian sistem yang sudah diujicoba. Skenario pengujian terpadat pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Skenario Pengujian

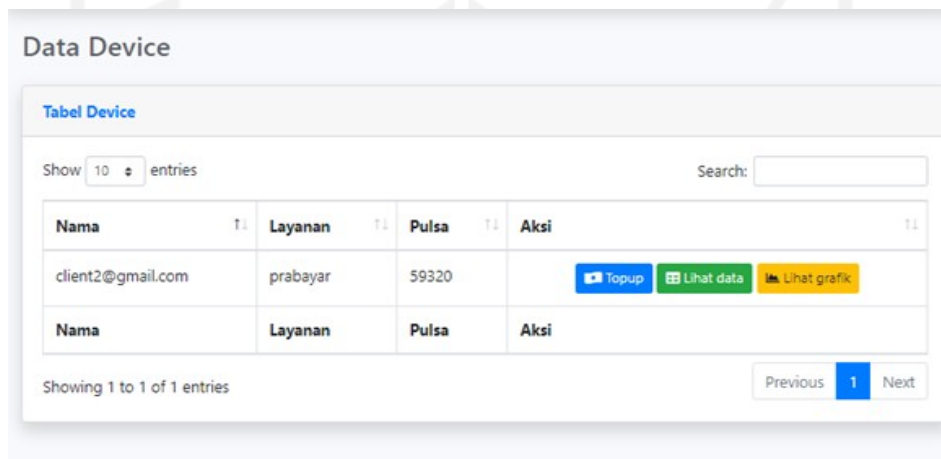
No.	Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Tipe Pengujian
1	<i>Login</i> Pengguna	Pengguna melakukan <i>Login</i> untuk masuk ke sistem	Blackbox
2	Akses Halaman <i>Input Saldo</i>	Pengguna masuk ke halaman <i>Input</i> saldo	Blackbox
3	Menambahkan saldo listrik	Pengguna memasukkan saldo yang akan ditambahkan dan saldo akan berubah sesuai dengan nominal yang dipilih	Blackbox
4	Akses halaman <i>Data report</i>	Pengguna masuk ke halaman <i>Data report</i>	Blackbox
5	Melihat <i>Data report</i> sesuai tanggal yang dipilih	Pengguna dapat melihat <i>Data report</i> sesuai tanggal yang dipilih	Blackbox
6	Mengunduh <i>Data report</i> sesuai tanggal yang dipilih	Pengguna dapat mengunduh <i>Data report</i> sesuai tanggal yang dipilih	Blackbox
7	Akses halaman Grafik <i>Real Time</i>	Pengguna masuk ke halaman grafik <i>real time</i> Pengguna dapat melihat data listrik secara <i>Real Time</i>	Blackbox

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Antarmuka

Terdapat empat macam tampilan antarmuka pada aplikasi pemantauan listrik Prabayar ini. Empat tampilan tersebut adalah halaman utama, halaman *Input* saldo, halaman pengingat saldo, dan notifikasi.

4.1.1 Halaman Utama



The screenshot shows a web interface titled "Data Device". It features a table with the following structure:

Nama	Layanan	Pulsa	Aksi
client2@gmail.com	prabayar	59320	Topup Lihat data Lihat grafik

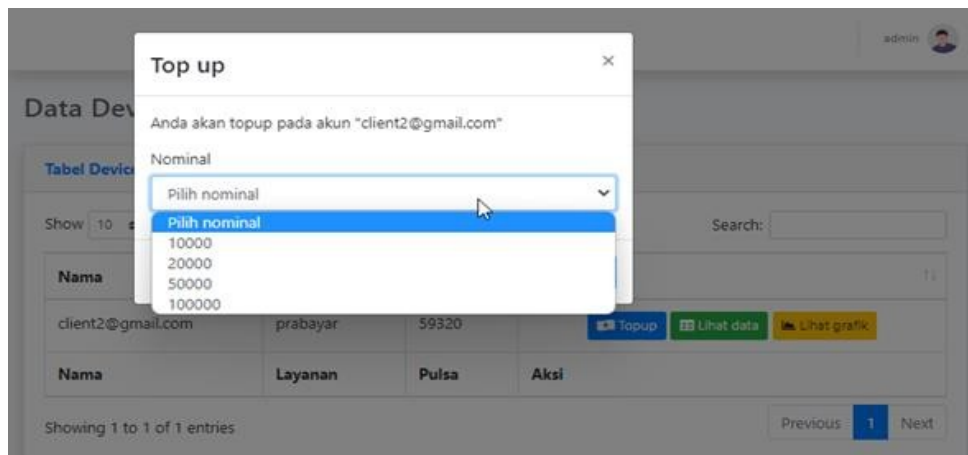
Below the table, there are navigation controls: "Showing 1 to 1 of 1 entries" and "Previous 1 Next".

Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama

Pada halaman utama, terdapat tabel yang berisi 4 kolom. Kolom tersebut adalah kolom “Nama”, “Layanan”, “Pulsa”, dan “Aksi”. Berikut penjelasan dari setiap kolom yang ada pada tabel di halaman utama:

- a. Kolom “Nama”: Kolom ini berisikan nama dari pengguna sistem monitoring listrik.
- b. Kolom “Layanan”: Kolom ini berisikan jenis layanan listrik yang digunakan pengguna. Dalam sistem ini, layanan sudah default menjadi layanan prabayar.
- c. Kolom “Pulsa”: Kolom ini berisikan pulsa yang dimiliki oleh pengguna listrik dan akan berkurang secara otomatis seiring dengan berjalannya pembacaan penggunaan listrik.
- d. Kolom “Aksi”: Pada bagian “aksi” terdapat 3 menu yaitu “Topup”, “Lihat data”, dan “Lihat grafik”. Menu “Input” berfungsi untuk memunculkan pop up untuk penginputan saldo. Menu “Lihat data” berfungsi untuk masuk ke halaman data report yang berisikan data penggunaan listrik. Menu “Lihat grafik” berfungsi untuk masuk ke halaman grafik real time yang berisikan penggunaan listrik secara real time.

4.1.2 Halaman *Input Saldo*



Gambar 4.2 Halaman *Input Saldo*

Input berisikan nominal yang diinginkan untuk meng*Input* saldo listrik. Setelah pemilihan nominal saldo, jumlah pulsa yang berada di halaman utama akan otomatis bertambah sesuai dengan nominal yang dipilih dan akan berkurang otomatis selama alat monitoring listrik berjalan.

4.1.3 Halaman *Data Report*

Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi
22:32:14	222.50	0.20	37.30	0.34
22:32:08	223.00	0.20	37.50	0.34
22:32:03	223.10	0.20	37.50	0.34
22:31:58	223.10	0.20	37.60	0.34
22:31:53	223.30	0.20	37.60	0.34
22:31:48	223.20	0.20	37.60	0.34
22:31:42	223.20	0.20	37.60	0.34
22:31:37	223.20	0.20	37.70	0.34
22:31:32	223.20	0.20	37.60	0.34
22:31:27	223.30	0.20	37.50	0.34
Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Energi

Gambar 4.3 Halaman *Data Report*

Pada halaman lihat data, data yang ditampilkan adalah “Waktu”, “Tegangan”, “Arus”, “Daya”, dan “Energi”. Pada bagian atas tabel data penggunaan listrik, terdapat tombol “Filter” untuk memilih tanggal penggunaan data listrik yang akan dilihat. Di bagian kanan atas

halaman, terdapat tombol “Cetak data” dan “Hapus data”. “Cetak data” berfungsi untuk mengunduh data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu. “Hapus Data” berfungsi untuk menghapus data penggunaan listrik dari rentang waktu tertentu. Berikut penjelasan dari data yang ditampilkan di halaman Lihat data:

a. Waktu

Informasi yang ditampilkan di kolom ini adalah waktu saat sensor arus listrik membaca data listrik yang terhubung ke terminal listrik. Informasi yang ditampilkan pada kolom “Tegangan” adalah hasil pembacaan tegangan dari seluruh alat elektronik yang terhubung ke terminal listrik. Nilai yang ditampilkan pada kolom ini memberikan informasi kepada pengguna mengenai besarnya tegangan listrik yang mengalir pada seluruh alat elektronik yang terhubung di terminal listrik.

b. Arus

Informasi yang ditampilkan pada kolom “Arus” adalah hasil pembacaan arus dari seluruh alat elektronik yang terhubung ke terminal listrik. Nilai yang ditampilkan pada data ini memberikan informasi kepada pengguna mengenai besar arus yang mengalir pada terminal listrik yang terhubung dengan seluruh alat elektronik. Data arus berguna untuk memprediksi besar konsumsi listrik dalam satuan kWh ketika dikalkulasikan bersama tegangan.

c. Daya

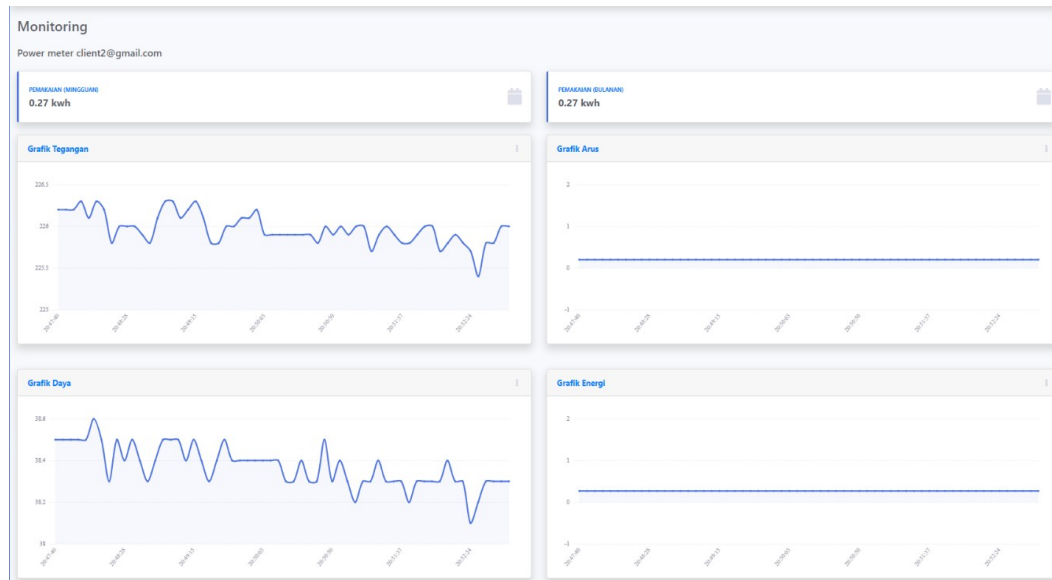
Informasi yang ditampilkan pada data “Daya” berisi pembacaan daya dari seluruh alat elektronik yang terhubung ke terminal listrik. Nilai yang ditampilkan pada data ini dapat digunakan oleh pengguna untuk memantau besarnya daya alat-alat elektronik tertentu serta besarnya daya listrik secara keseluruhan.

d. Energi

Informasi yang ditampilkan pada kolom “Energi” berisi jumlah energi listrik yang digunakan oleh alat-alat listrik yang terhubung ke terminal listrik.

4.1.4 Halaman Grafik *Real Time*

Pada halaman ini, data yang ditampilkan adalah “Grafik Tegangan”, “Grafik Arus”, “Grafik Daya”, dan “Grafik Energi”. Pada halaman ini juga terdapat rata-rata penggunaan energi listrik dalam rentang waktu mingguan dan bulanan. Berikut penjelasan dari masing masing grafik.



Gambar 4.4 Halaman Grafik *Real Time* secara keseluruhan

a. Grafik Tegangan



Gambar 4.5 Tampilan Grafik Tegangan

Grafik tegangan menampilkan nilai tegangan dari alat elektronik yang terhubung dengan terminal listrik secara real time. Pada grafik ini diperlihatkan di sumbu X memperlihatkan waktu saat data tegangan tersebut terbaca dan sumbu Y memperlihatkan besarnya tegangan.

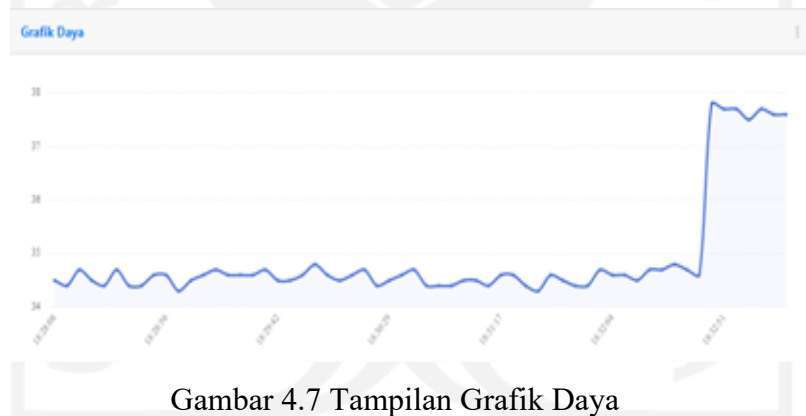
b. Grafik Arus



Gambar 4.6 Tampilan Grafik Arus

Grafik arus menampilkan nilai arus dari alat elektronik yang terhubung dengan terminal listrik secara real time. Pada grafik ini diperlihatkan di sumbu X memperlihatkan waktu saat data tegangan tersebut terbaca dan sumbu Y memperlihatkan besarnya tegangan.

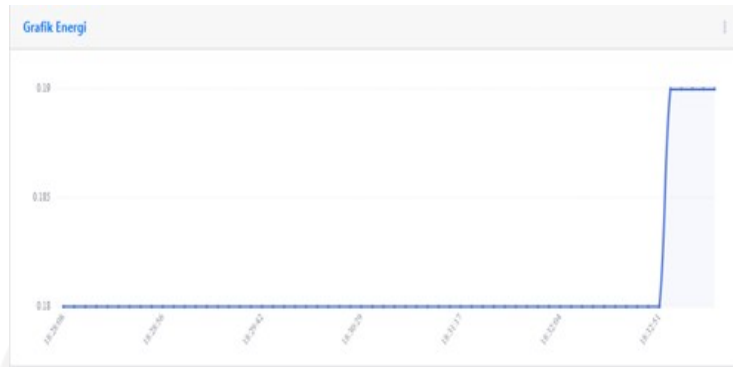
c. Grafik Daya



Gambar 4.7 Tampilan Grafik Daya

Grafik Daya menampilkan nilai daya listrik dari alat elektronik yang terhubung dengan terminal listrik secara real time. Pada grafik ini diperlihatkan di sumbu X memperlihatkan waktu saat data daya listrik terbaca dan sumbu Y memperlihatkan besarnya daya listrik.

d. Grafik Energi



Gambar 4.8 Tampilan Grafik Energi

Grafik arus menampilkan besar energi listrik yang digunakan dari alat elektronik yang terhubung dengan terminal listrik secara *real time*. Pada grafik ini diperlihatkan di sumbu X memperlihatkan waktu saat data energi listrik tersebut terbaca dan sumbu Y memperlihatkan besarnya energi listrik yang digunakan.

4.2 Pengkodean Program

Dalam Sistem ini, *Hardware* mengirimkan data ke database agar bisa diterima oleh halaman web untuk ditampilkan. Berikut *Source code* yang digunakan agar data listrik bisa ditampilkan ke halaman web.

1. Pengiriman data dari Hardware ke “api_insert.php”

```

if (detik > 5) {
    detik = 0;
    String protokol = "&I=" + String(arus) + "&V=" + String(tegangan) +
                    "&P=" + String(daya) + "&E=" +
String(kwh)+"&BATAS="+String(total_kwh_bayar);

    String respond = send_log("/page/api_insert.php?id="+ id_alat +
protokol);
    Serial.println("Respond Kirim:" + respond);
    if(respond=="Ubah" || respond=="Reset"){
        beep(1);
        Serial.println("Status Respond:"+respond +"->
"+send_konfirm("/page/api_konfirm.php/?id="+id_alat));
    }
}

```

Gambar 4.9 *Source Code* Mikrokontroler

2. Penerimaan data untuk diteruskan ke database

```

include "../config/config.php";
include "../function/function.php";
$id = $_GET["id"];
$I = $_GET["I"];

```

```

$V = $_GET["V"];
$P = $_GET["P"];
$E = $_GET["E"];

$data = histori2($conn, $id);
$last_kwh = $data['data_e'];
$mode = $data['mode'];
$status_ubah = $data['status_ubah'];
$batas_kwh = get_batas_kwh($conn, $id);
if($mode=='prabayar'){
    if($status_ubah == '0'){
        $bts_kwh = $_GET["BATAS"];
    }else{
        $bts_kwh = '';
    }
    $mode = '0';
}else{
    $bts_kwh = '';
    $mode = '1';
}
$tarif = $data['tarif'];
$pulsa = $data['pulsa'];
$batas_kwh = get_batas_kwh($conn, $id);

if(tambah_data($conn, $id, $I, $V, $P, $E, $batas_kwh, $mode)){
    $data = histori2($conn, $id);
    $last_kwh = $data['data_e'];
    $mode = $data['mode'];
    $status_ubah = $data['status_ubah'];
    if($mode=='prabayar'){
        $mode = '0';
    }else{
        $mode = '1';
    }
    $tarif = $data['tarif'];
    $pulsa = $data['pulsa'];
    $batas_kwh = get_batas_kwh($conn, $id);
}

```

Gambar 4.10 Source Code penerimaan data

4.3 Pengujian Sistem

Pada tahap ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem akan dilakukan dengan metode *Blackbox testing*. Setelah melakukan pengujian, responden mengisi form kuisisioner terkait dengan sistem menggunakan Google Form. Berikut pertanyaan yang terdapat pada kuisisioner termuat dalam Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Pertanyaan kuisisioner

No.	Pertanyaan
1	Apakah fitur "Input Saldo" bekerja dengan baik
2	Apakah fitur "Melihat Data" bekerja dengan baik
3	Apakah fitur "Grafik <i>Real Time</i> " bekerja dengan baik
4	Apakah data monitoring yang ditampilkan sudah cukup lengkap
5	Apakah sistem ini bisa membantu jika diimplementasikan ke dunia nyata
6	Saran untuk pengembangan

Bobot penilaian untuk pertanyaan 1-5 terdapat pada Tabel 4.2 dibawah:

Tabel 4.2 Keterangan bobot nilai

No.	Keterangan Bobot Nilai
1	Sangat tidak setuju
2	Tidak Setuju
3	Ragu
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Tabel 4.3 Hasil Penilaian responden

Pertanyaan Ke	Penilaian Responden					Bobot Penilaian/Bobot Maksimal
	1 (x1)	2 (x2)	3 (x3)	4 (x4)	5 (x5)	
1	-	-	-	3(x4) = 12	12(x5) = 60	72/75
2	-	-	-	2(x4) = 8	13(x5) = 65	73/75
3	-	-	-	2(x4) = 8	13(x5) = 65	73/75
4	-	-	-	1(x4) = 4	14(x5) = 70	74/75
5	-	-	-	7(x4) = 28	8(x5) = 40	68/75

Dari data Tabel 4.3 pada diatas, didapatkan penilaian bobot total dari responden sebesar 360/375. Berikutnya, hasil tersebut dihitung persentase nilai rata-ratanya dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Persentase kepuasan} = \frac{\text{Jumlah bobot nilai responden}}{\text{Nilai bobot total}} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

Dari rumus (4.1) yang ditampilkan, didapat hasil nilai persentase kepuasan responden sebesar $360 / 375 * 100 = 96,0\%$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian pengembangan Sistem Monitoring Listrik Cerdas Prabayar Berbasis Web, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem dapat menjalankan fitur utama sesuai dengan rancangan sistem. Fitur utama tersebut terdiri dari fitur *Input* saldo, melihat data dalam rentang waktu tertentu, dan melihat grafik penggunaan listrik secara *real time*.
- b. Sistem dapat menjalankan fitur tambahan yaitu pengunduhan data penggunaan listrik dalam rentang waktu tertentu.
- c. Sistem dapat menampilkan data penggunaan listrik secara *real time* selama komputer terhubung dengan jaringan yang sama dengan mikrokontroller.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, berikut adalah saran agar penelitian selanjutnya dapat lebih ditingkatkan:

- a. Sistem bisa memberikan notifikasi jika saldo listrik hampir habis.
- b. Pengembangan sistem bisa dilanjutkan di platform mobile seperti IOS dan Android.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Wicaksono, S. A., & Arwani, I. (2019). Pembangunan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD) (Studi pada: SMK Negeri 11 Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Komputer*, 3(9), 8647–8655. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Amrullah, R. S. (2017). Pengembangan Sistem Monitoring Kegiatan Belajar Mengajar Dan Media Pembelajaran Sholat. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 1, Issue 2).
- Ardiansyah, A. (2020). *Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT*.
- Ayu Megawaty, D., Bakri, M., & Damayanti, E. (2020). Sistem Monitoring Kegiatan Akademik Siswa Menggunakan Websites. *Jurnal TEKNOKOMPAK*, 14(2), 98–101.
- Ayudhi Ridfi, O., Handayani, R., & Taftazani. (2021). Monitoring Penggunaan Listrik Pada Rumah Tangga Menggunakan Arduino Berbasis Web Server Dan Android. *E-Proceeding of Applied Science*, 7(4), 774.
- Badan Pusat Statistika. (2020). *Konsumsi Listrik per Kapita (MWH/Kapita), 2018-2020*. https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data/0000/Data/1156/Sdgs_7/1.
- Bolung, M., & Tampangela, H. R. K. (2017). Analisa Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak. *ELTIKOM*, 1(1), 1–10.
- erintafifah. (2021, October 8). *Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE*. <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>.
- Fajri, L. R. H. A. (2022, January 25). *UML*. <http://sistem-informasi-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/UML/Ee3f0891e57c8ae70ecf4b84d16ea6b3d9736018>.
- Fatma Andriani, Y., Fajrian Noor, M., & Salim, A. S. (2019). *Internet Of Things (IoT) - Tantangan dan Keamanan IoT Menggunakan Enkripsi AES* (Vol. 5).
- Guitarra, P. (2022, March 10). *Dahsyat! Jumlah Pelanggan PLN Bertambah Jadi 82,5 Juta*. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220310130758-4-321692/dahsyat-jumlah-pelanggan-pln-bertambah-jadi-825-juta>.
- Hasbiyalloh, M., & Jakaria, D. A. (2018). Aplikasi Penjualan Barang Perlengkapan Handphone Di Zildan Cekk Singaparna Kabupaten Tasikmalaya. *JUMANTAKA*, 1(1).
- Hidayati, N. (2019). Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan. In *Generation Journal* (Vol. 3, Issue 1).

- Hudan, I. S., & Rijianto, T. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(1).
<https://www.sparkfun.com/datasheets>
- Kurniawan, A., & Wilianto. (2018). Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet Of Things (IoT). *MATRIX - Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 8(2).
- Lumakto, G. (2022, March 2). *Bagaimana Sejarah Terciptanya World Wide Web atau WWW?*
<https://www.kompas.com/wiken/read/2022/03/02/214809681/bagaimana-sejarah-terciptanya-world-wide-web-atau-www?page=all>.
- Mahendra, I., Tresno, D., & Yanto, E. (2018). Agile Development Methods Dalam Pengembangan Sistem Informasi Pengajuan Kredit Berbasis Web (Studi Kasus: Bank BRI Unit Kolonel Sugiono). *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, 1(2), 13–24.
- Mutawali, L., Fathoni, B. K., & Asyari, H. (2020). Implementasi Scrum Dalam Pengembangan Sistem Informasi Jasa Desain Grafis. *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi*, 3(2).
- Nawawi, I., Abdilah, A., & Nurajijah, N. (2019). Sistem Monitoring Barang Cetak Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall. *Jurnal Inti Nusa Mandiri*, 14(1), 77–84.
www.bsi.ac.id
- Nur Cholifah, W., & Melati Sagita, S. (2018). Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android Dengan Teknologi Phonegap. In *Jurnal String* (Vol. 3, Issue 2).
- Nurfaizi, A. (2022). *Sistem Monitoring Listrik Berbasis IoT Untuk Listrik Prabayar*.
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMcu ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187.
<https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>
- Prayitno, B., Palupiningsih, P., & Agtriadi, H. B. (2019). *Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis IoT*. 12(1).
- Pricillia, T., & Zulfachmi. (2021). Survey Paper: Perbandingan Metode Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD). *Bangkit Indonesia*, X(01).
- Riyadi, H. (2022, June 10). *Pengertian phpMyAdmin Beserta Fungsi dan Fitur-fitur phpMyAdmin yang Perlu Anda Ketahui*. <https://www.nesabamedia.com/pengertian-phpmyadmin/>.
- Saudah, S., Oktaviani, N., & Bunyamin, M. (2019). Implementasi Metode Scrum Dalam Pengembangan Test Engine Try Out Sertifikasi. *JISKa*, 3(3), 202–210.

- Sekarningrum, A. (2021, September 15). *XAMPP adalah: Pengertian, fungsi, 5 komponen, dan cara menggunakannya*. <https://www.ekrut.com/media/xampp-adalah>.
- Siswidiyanto, S., Munif, A., Wijayanti, D., & Haryadi, E. (2020). Sistem Informasi Penyewaan Rumah Kontrakan Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 15(1), 18–25. <https://doi.org/10.35969/interkom.v15i1.64>
- Tasari, G. (2021, April 25). *Mengenal Visual Studio Code*. <https://www.gamelab.id/news/468-mengena-visual-studio-code>.
- Trisnawati, L., & Setiawan, D. (2022). Sistem Monitoring Kegiatan Kemahasiswaan Menggunakan Metode Agile Development. *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, 6(1), 49–57.
- Warkim, W., Muslim, M. H., Harvianto, F., & Utama, S. (2020). Penerapan Metode SCRUM dalam Pengembangan Sistem Informasi Layanan Kawasan. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 6(2). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v6i2.2711>
- Widodo, W., Ruswiensari, M., & Qomar, A. (2019). *Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*. 581.
- Winarso, B. (2021, June 17). *Pengertian, Sejarah dan Jenis-jenis Website*. <https://dailysocial.id/post/apa-itu-website>.
- Yulianti, W., & Tisnawati, L. (2020). Sistem Monitoring dan Evaluasi Tri Dharma Perguruan Tinggi Sebagai Implementasi Penjaminan Mutu Internal Dengan Laravel dan Rapid Application Development (RAD). *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, 4(Desember), 70–76.