

RANCANG BANGUN MONITORING DAN CONTROLLING DAYA LISTRIK MENGUNAKAN APLIKASI ANDROID

Dimas Azka Ardhana; Mohammad Nasrul Mubin
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan manusia pada zaman ini. Pembayaran listrik tergantung dari besarnya energi listrik yang dipakai oleh pengguna. Oleh karena itu penulis memiliki rencana untuk membuat alat yang dapat menghitung, memantau dan mengontrol penggunaan listrik secara efisien dan dimanapun. Alat yang dibuat untuk membaca energi listrik yang dipakai adalah PZEM-004t v30 dan mikrokontroler ESP32 yang dapat mengirimkan data ke *database firebase* sehingga dapat diakses menggunakan antarmuka IoT aplikasi android yang dibuat menggunakan *platform* Kodular. Alat juga memiliki *display* berupa *LCD I2C* yang digunakan untuk melihat penggunaan *watt* pada peralatan elektronika. Hasil dari pengujian alat terbagi menjadi 4 bagian yaitu pengujian tegangan dengan *error* sebesar 0,47 , pengujian arus dengan *error* sebesar 0,10 , pengujian daya dengan *error* sebesar 3,10 , pengujian beban yang memiliki pembacaan yang menyamai dengan alat ukur yang telah dikalibrasi dan pengujian secara langsung di mana alat diuji dengan alat yang sama. Alat dibuat memiliki sistem kerja dimana akan membaca penggunaan energi listrik selama satu hari dan pemakaian energi listrik tersebut akan di kirimkan pada *firebase* untuk didata sehingga pada aplikasi yang dibuat dapat mengkalkulasikan penggunaan energi listrik selama satu bulan. Aplikasi yang dibuat memiliki fitur seperti monitoring pemakaian harian, pengendalian pemutusan aliran listrik jarak jauh, pendataan penggunaan listrik harian, kalkulasi penggunaan energi listrik bulanan dan estimasi pembayaran bulanan serta terdapat fitur pembayaran menggunakan *e-commerce*.

Kata Kunci: Listrik, *Firebase*, Kodular, ESP32, PZEM-004t v30

Abstract

Electricity is an essential energy source for humans today. Electricity bills depend on the amount of electrical energy used by the consumer. Therefore, I plan to create a device that can efficiently measure, monitor, and control electricity usage anytime and anywhere. The device will use the PZEM-004t v30 to read the electrical energy consumed and the ESP32 microcontroller to send the data to a *Firebase* database. This data can then be accessed through an IoT interface on an Android application built using the Kodular platform. The device will also feature an *LCD I2C* display to show the wattage usage of electronic appliances. The testing of the device is divided into four parts: voltage testing with an error of 0.47, current testing with an error of 0.10, power testing with an error of 3.10, and load testing that matches readings with calibrated measuring instruments. Additionally, direct testing is performed where the device is tested against the same measuring tools. The device operates by reading the electricity usage over a day and sending this data to *Firebase* for record-keeping. The application then calculates the electricity usage over a month. The application features include daily usage monitoring, remote control of electricity supply, daily electricity usage recording, monthly electricity usage calculation, monthly bill estimation, and payment via *e-commerce*.

Keywords: Electricity, Firebase, Kodular, ESP32, PZEM-004t v3.0

1. PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan listrik dalam kehidupan sehari-hari, terutama disebabkan oleh penggunaan yang keluar dari perangkat elektronik seperti lampu, televisi dan berbagai peralatan lainnya, menimbulkan tantangan dalam mengelola dan mengoptimalkan konsumsi daya. Penggunaan listrik seringkali kurang efisien, menyebabkan pemborosan yang tidak perlu dan biaya energi yang meningkat. Dalam konteks hunian, di mana penghuni mungkin memiliki gaya hidup dan pola penggunaan yang beragam, menjadikan penting untuk menerapkan solusi cerdas untuk memantau dan mengendalikan daya listrik.

Sebagian besar energi listrik di Indonesia masih dihasilkan dari pembangkit listrik yang menggunakan batu bara, gas, dan bahan bakar fosil (diesel) di mana bahan-bahan tersebut merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan. Sistem penyebaran listrik di Indonesia menggunakan sistem sentralisasi yang mengakibatkan ketidakmerataan penyebaran listrik di Indonesia, sehingga mengkonsumsi listrik yang berlebih dan boros mengakibatkan penggunaan energi fosil dan nonfosil akan meningkat.

Pemakaian listrik rumahan saat ini hanya bisa memantau penggunaan daya listrik melalui KWh dan data penggunaan listrik hanya dapat dilihat pada struk pembayaran listrik bulanan berupa jumlah biaya listrik bulanan yang harus dibayarkan, tetapi tidak ada jumlah KWh listrik yang telah dikonsumsi selama satu bulan.

PLN telah mendistribusikan alat ukur KWh penggunaan daya listrik di beberapa sektor industri. Penggunaan alat tersebut tidak memberikan informasi secara detail tentang beberapa penggunaan daya listrik yang terhubung pada KWh meter. Kasus di lapangan sering terjadi perubahan daya yang mendadak karena kerusakan mesin atau pemeliharaan mesin yang kurang baik, hal ini mengakibatkan terjadinya pemborosan konsumsi daya listrik. Oleh karena itu, diperlukan alat monitoring konsumsi daya listrik sehingga dapat memantau daya listrik.

Saat ini pengoprasian KWh meter kebanyakan di wilayah Indonesia seperti di rumah-rumah atau rumah kos, sistem kerja KWh meter dengan hanya menggunakan KWh meter utama dalam satu rumah. Tempat hunian pasti berbeda dalam penggunaan listriknya, sehingga ketika tegangan listrik dari PLN turun, maka arus akan naik hingga ke titik tertentu mengakibatkan MCB akan memutus aliran listrik tersebut untuk mengamankan peralatan listrik agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

Sejalan dengan jumlah alat listrik, jumlah penghuni memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Dengan semakin banyaknya jumlah penghuni dalam satu unit,

kebutuhan akan kapasitas dan intensitas pengguna alat listrik semakin tinggi. Penghuni yang sering menerima kunjungan teman-temannya akan meningkatkan konsumsi daya listrik pada hunian tersebut, mengakibatkan tagihan listrik semakin membesar.

Sebelumnya, sudah ada penelitian monitoring daya listrik. Dua diantaranya adalah Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Web dan Protokol Komunikasi Websocket (Zakky Dkk., 2019), dan Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet Of Things (IoT) Ivan Dkk., 2019). Penelitian oleh Zakky dkk. condong pada pembuatan sistem akurasi monitoring daya listrik untuk memudahkan pengguna memantau dan mengelola penggunaan listrik melalui web dengan bantuan Websocket sebagai *server* dan menggunakan sensor YHDC SCT-013-000. Penelitian oleh Ivan dkk. hampir serupa dengan penelitian Zakky dkk. yang membedakan pada bagian penggunaan sensor, pada Ivan dkk. menggunakan sensor ZMPT101b dan untuk pemantauan penggunaan energi listrik menggunakan [thinkspeak.com](https://www.thinkspeak.com).

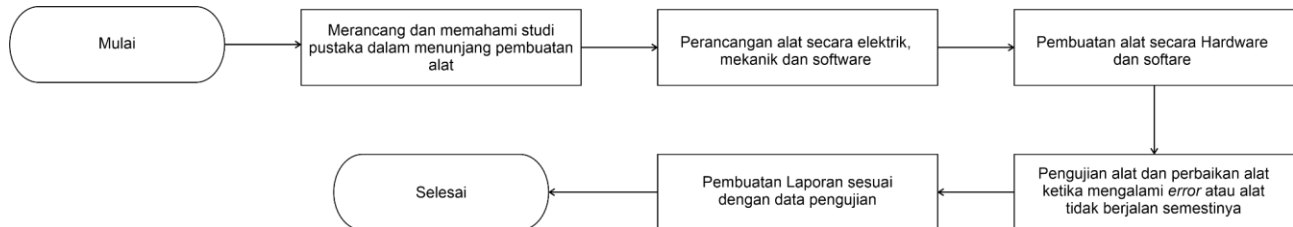
Dibandingkan penelitian yang sudah ada, penelitian ini berfokus pada efisiensi dan efektifitas. Penelitian ini akan mengembangkan sebuah alat yang dimana alat ini akan dapat memantau penggunaan listrik dan pemutusan listrik jarak jauh menggunakan internet. Penelitian ini akan mengembangkan sebuah aplikasi yang terintegrasi dengan alat secara langsung menggunakan IoT. Alat ini diberi nama “LISTRIK” yang dimana pada fitur-fitur yang terdapat aplikasi ini berupa pemantauan pengguna listrik harian dengan estimasi pembayaran pada hari tersebut, terdapat fitur pemutusan aliran listrik secara jarak jauh menggunakan internet, terdapat fitur pemantauan penggunaan energi listrik perhari yang telah didata sebelumnya sehingga dapat melihat perbedaan penggunaan perharinya, terdapat fitur estimasi pembayaran perbulan, dan yang terakhir terdapat fitur pembayaran yang terhubung pada *e-commerce* Shopee dan Tokopedia sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pembayaran listrik. Fitur-fitur diatas terdapat dalam satu aplikasi yang sama sehingga memudahkan pemantauan dan pengendalian penggunaan listrik secara efektif dan efisien.

Dengan menggunakan sensor PZEM-004t yang dapat mengukur tegangan dan arus secara akurat dalam sistem listrik AC, prototipe ini bermaksud memberikan data *realtime* tentang penggunaan daya. Data akan dikirim ke *Firebase* melalui ESP32, memungkinkan penyimpanan dan akses terpusat. Aplikasi android akan berfungsi sebagai antarmuka intuitif, memungkinkan penggunaan untuk memantau konsumsi listrik mereka, mendapatkan wawasan tentang pola penggunaan dan mengendalikan perangkat terhubung secara *remote*.

Secara ringkas, implementasi sistem pemantauan dan pengendalian daya listrik berbasis IoT yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun selama terhubung pada internet ini merupakan langkah proaktif untuk mengatasi tantangan penggunaan listrik yang tidak efektif dan efisien.

2. METODE

Dalam pembuatan prototipe *monitoring* dan *controlling* daya listrik menggunakan aplikasi terdapat beberapa tahap yang dikerjakan. Tahapan metode dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Pembuatan Alat

Berdasarkan pada gambar diatas dapat dipaparkan sebagai berikut:

- Dalam mendukung pembuatan alat, pencarian dan pemahaman studi pustaka dapat disesuaikan dengan parameter pembuatan alat.
- Tahapan ini dimaksudkan untuk mempermudah perancangan alat dan mengurangi kesalahan dengan merancang alat secara elektrikal, mekanikal, dan perangkat lunak.
- Tahapan ini ditujukan untuk mempermudah alat dan mengurangi kesalahan dengan membuat alat secara *hardware* dan *software*.
- Pengujian alat dilakukan untuk mengidentifikasi ketidakberesan dan memperbaikinya, sehingga mempermudah penyelesaian masalah dan memastikan alat berjalan dengan baik.
- Tahapan akhir digunakan untuk menghasilkan laporan yang sesuai dengan pengujian alat, yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis data sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh.

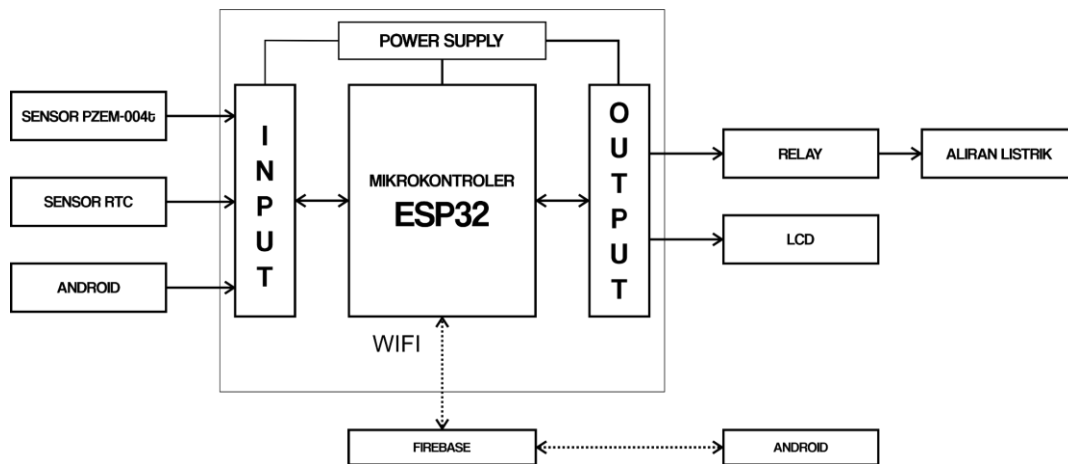
2.1. Perancangan dan Pembuatan

Tahap ini meliputi pemrograman pada ESP32, serta pemrograman kodular sebagai platform antarmuka, transfer data akan dilakukan secara sinkron antara ESP32 dan aplikasi android dan data akan dikirim pada *Firebase* yang mana data akan tertampil dan tersimpan secara *realtime*. *Firebase* sebagai penyimpan data, kedua ESP32 akan mengirimkan dan menerima data yang dibutuhkan secara terus menerus ketika alat diaktifkan, ketiga aplikasi yang dihasilkan kodular berfungsi untuk menampilkan dan memberikan perintah secara *realtime*. Perancangan dan pembuatan alat bertujuan

untuk memudahkan dalam mengetahui kelebihan maupun kekurangan dari alat yang digunakan dan juga berfungsi untuk memudahkan mengidentifikasi komponen yang akan dibuat.

2.1.1. Perancangan

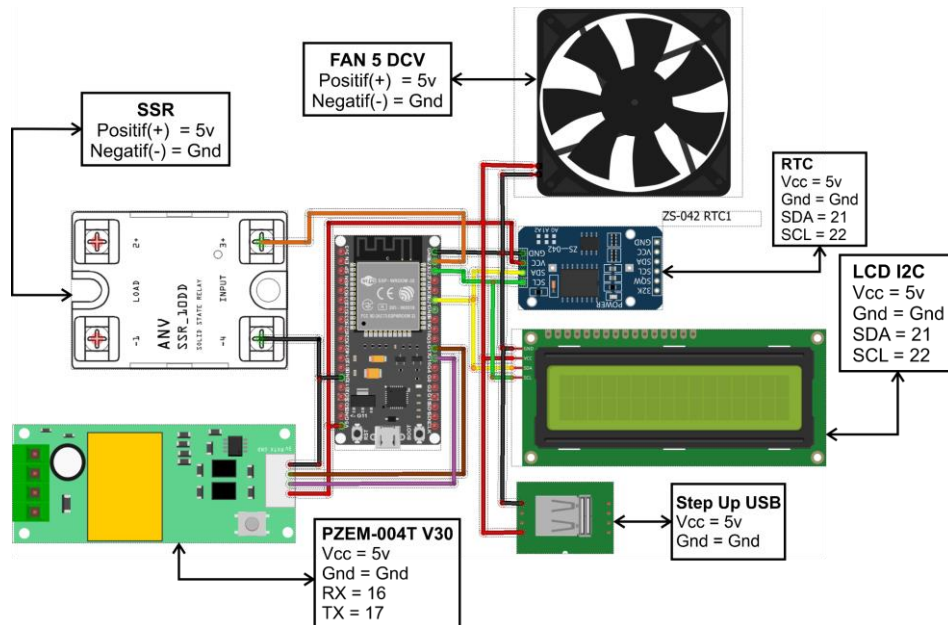
Perancangan difungsikan untuk memberikan gambaran dan keselarasan yang sesuai dengan keinginan yang akan dibuat, serta tahap ini difungsikan untuk memperkecil kesalahan dalam pembuatan alat dan agar ketika mengalami alat tidak berjalan dengan semestinya. Perancangan alat ini digunakan sebagai patokan dalam proses pembuatan alat, pembuatan sistem *monitoring* dan *controlling* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

● Perancangan Elektrikal

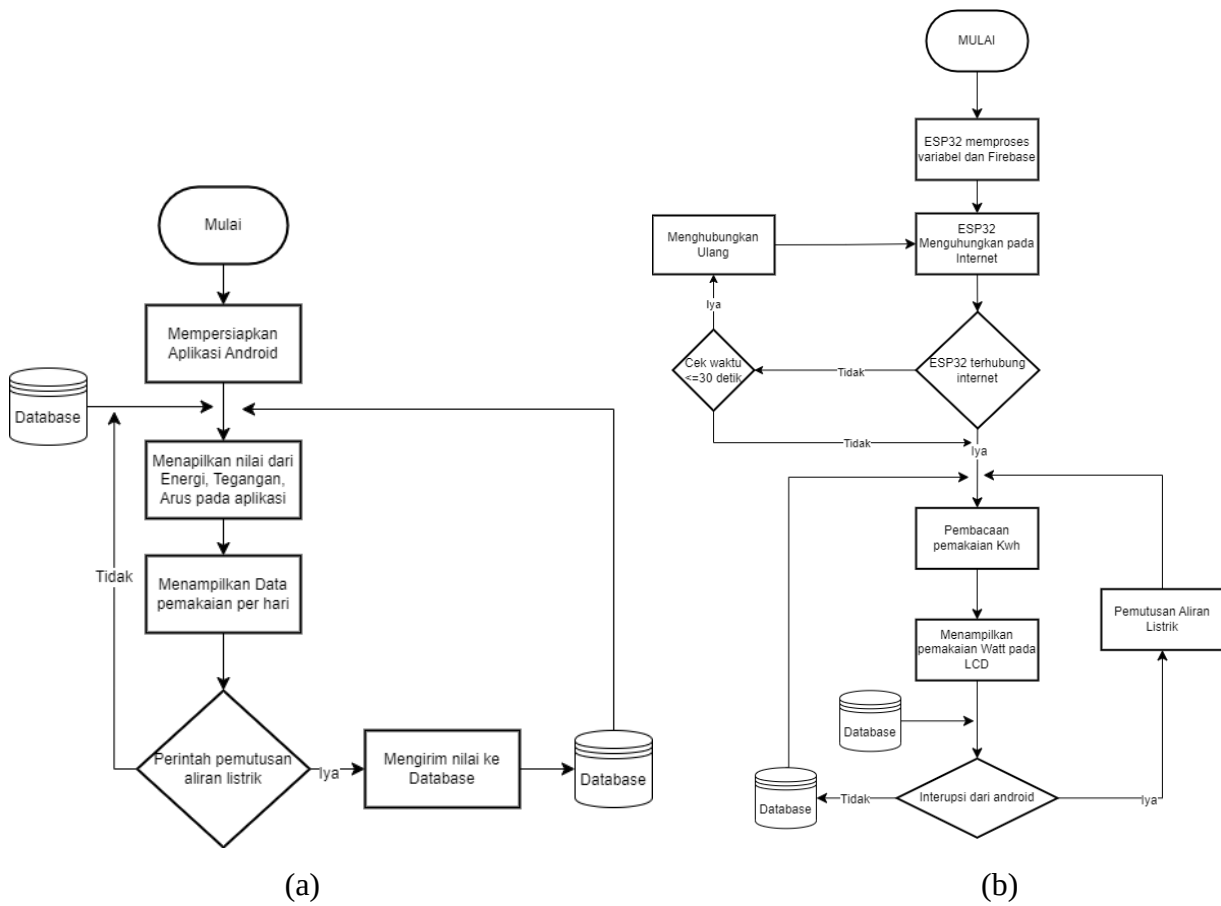
Tahap ini difungsikan untuk merancang sistem instalasi setiap komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat, pada perancangan elektrik terdiri dari beberapa komponen seperti sensor, mikroprosesor dan aktuator. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali setiap komponen elektronika, dimana input berasal dari sensor PZEM-004t v30 yang digunakan untuk pembacaan arus, tegangan, dan daya, selanjutnya sensor RTC (*Real Time Clock*) difungsikan untuk penentu waktu. Output relay digunakan untuk memutus aliran listrik yang dapat diatur oleh ESP32 dan untuk LCD digunakan untuk menampilkan waktu dan hasil daya yang terbaca oleh sensor PZEM-004t v30, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Wiring Diagram

• Perancangan Software

Tahapan ini merupakan perancangan *software* dengan merancang program pada mikrokontroler dan aplikasi android yang berfungsi untuk *monitoring* dan *controlling* yang akan digunakan. Perancangan ini memiliki 2 tahapan yaitu tahapan pertama dengan membuat program kendali untuk EPS32 agar dapat mengoperasikan dan mengintegrasikan komponen-komponen elektrikal dan untuk tahap kedua dengan membuat aplikasi android dengan *platform* Kodular. Program mikrokontroler ESP32 terdapat *firebase* yang berfungsi sebagai server untuk menghubungkan antara perangkat keras dan aplikasi android. Alur perancangan *software* bisa dilihat pada Gambar 4.(a) dan Gambar 4.(b)



Gambar 4. Flowchart perancangan Software (a) Aplikasi Android dan (b) Perangkat Keras

Flowchart diatas menjelaskan alur kerja dan hubungan antara aplikasi yang dibuat dengan mikrokontroler ESP32. Gambar 4 (a) adalah alur kerja dari aplikasi android yang dimana ketika aplikasi dijalankan maka akan mempersiapkan data pada aplikasi dan akan lanjut pada screen untuk menampilkan energi, tegangan dan arus pada aplikasi pada hari tersebut. Screen yang sama terdapat perintah untuk memutus atau menghubungkan arus listrik, ketika tombol koneksi pada aplikasi ditekan maka akan secara otomatis merubah tulisan menjadi “CONNECT” atau “DISCONNECT”, ketika tertampil tulisan “CONNECT” maka aplikasi akan mengirimkan nilai 1 pada database yang berarti menghubungkan aliran listrik pada alat, ketika tertampil tulisan “DISCONNECT” maka aplikasi akan mengirimkan nilai 0 pada database yang berarti memutuskan aliran listrik pada alat. Gambar 4 (b) adalah alur kerja dari perangkat keras yang di dalamnya terdapat mikrokontroler dan komponen penunjang lainnya. Perangkat keras dijalankan maka ESP32 akan memproses variabel dan database berupa firebase, ketika selesai proses maka ESP32 akan menghubungkan pada wifi yang telah diatur sebelumnya, ketika ESP32 telah terhubung pada koneksi wifi maka perangkat keras akan dioperasikan dan ketika waktu untuk menghubungkan ESP32 dengan jaringan wifi melebihi 30 detik maka perangkat keras akan tetap dioperasikan tetapi untuk datanya tidak terkirimkan pada database.

Perangkat keras yang telah berjalan akan membaca penggunaan listrik yang terhubung pada perangkat keras dan akan tertampil pada LCD 16x2. Terdapat interupsi yang dilakukan oleh aplikasi yang mempengaruhi dari perangkat keras, interupsi tersebut adalah untuk memutus atau menghubungkan aliran listrik. ESP32 menerima nilai dari *database* berupa nilai 1, maka untuk perangkat keras akan menghubungkan aliran listrik pada perangkat keras dan apabila nilai yang diterima oleh ESP32 bernilai 0 maka pada perangkat keras akan memutus aliran listrik.

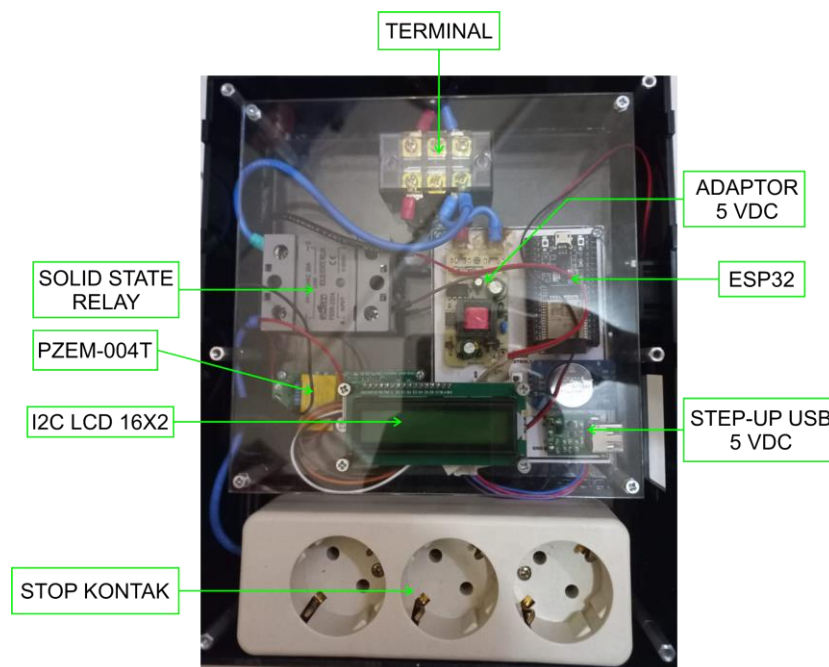
2.1.2. Pembuatan Alat

Pembuatan alat ini perlu melalui beberapa tahapan, tahapan ini dari berupa pembuatan rangkaian elektrikal, pembuatan mekanikal alat dan pembuatan aplikasi android.

Pembuatan Rangkaian Elektrikal

Berikut proses dari pengerjaan dari rangkaian elektrikal sebagai berikut:

1. Menentukan komponen yang diperlukan untuk pembuatan alat
2. Menempatkan komponen yang telah ditentukan dan ditempatkan pada akrilik yang telah dirancang dan dibentuk.
3. Mengintegrasikan komponen yang digunakan.
4. Melakukan uji coba rangkaian yang telah terintegrasi yang dapat dilihat seperti pada Gambar



Gambar 5. Penempatan Komponen

Pembuatan Mekanik Alat

Rangkaian elektrikal yang telah selesai diletakkan di dalam tempat yang telah dibuat, terdapat 2 bagian untuk alat ini bagian pertama yaitu bagian dalam yang digunakan untuk melindungi bagian elektrikal

agar aman saat digunakan, bagian dalam ini menggunakan bahan akrilik bening yang terbentang pada bagian atas dan bawa komponen agar bagian komponen tidak *overhead*. Kedua yaitu bagian terluar yang menggunakan bahan akrilik solid hitam agar bagian samping-sampingnya tidak tembus pandang. Bentuk alat ditunjukkan pada Gambar 6

Pembuatan aplikasi Android

Tahapan pembuatan aplikasi android ini adalah untuk mengintegrasikan *software* dan *hardware* yang bertujuan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan, pembuatan *software* dibuat dengan menggunakan Arduino IDE dan Kodular, dimana bagian Arduino IDE difungsikan untuk menghubungkan antara komponen elektrik yang telah terintegrasi dengan ESP32 agar terhubung kepada *database firebase* yang telah dibuat, bagian Kodular difungsikan sebagai *platform* untuk pembuatan aplikasi android yang telah terintegrasi dengan *firebase* sehingga hasil yang telah di dikirim dari ESP32 kedalam *firebase* dapat dibaca oleh Kodular. Tampilan IoT ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi

2.2. Pengujian Alat dan Perbaikan

Pengujian alat dan perbaikan ini merupakan salah satu tahapan yang berfungsi untuk memeriksa kinerja alat yang telah dibuat apakah sesuai dengan hasil yang dibutuhkan.

2.3. Analisa Data

Tahapan analisis data berupa hasil dari pengujian yang kemudian akan dianalisa dengan melihat penggunaan konsumsi daya listrik.

Nilai Error dan Persentase Error

Nilai *error* adalah penyimpangan nilai dari hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya, dapat dinyatakan dengan :

$$\text{Selisih} = |Y_n - X_n| \quad (2.1)$$

Dimana:

- Selisih = Selisih
- Y_n = Nilai Sebenarnya
- X_n = Nilai Pengukuran

Jika ingin menyatakan *Error* dalam persen dapat dilihat pada persamaan

$$\text{Error (\%)} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \quad (2.2)$$

Nilai akurasi adalah keterdekatan hasil pengukuran alat ukur terhadap nilai standar yang benar, dapat dinyatakan dengan persen akurasi sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Error} \quad (2.3)$$

2.4. Pembuatan Laporan

Tahapan pembuatan laporan terdiri dari mengenai alur proses pembuatan dan perancangan alat serta hasil didapatkan dari pelaksanaan pengujian alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *monitoring* dan *controlling* dengan menggunakan sistem IoT yang dapat memantau penggunaan daya listrik. Sistem ini dapat mendata penggunaan daya listrik harian untuk melihat pengeluaran selama 1 hari yang dapat dikalkulasikan menjadi 1 bulan sehingga pengguna aplikasi dapat melihat pengeluaran selama 1 bulan.

3.1 Pengujian ketahanan dan akurasi dengan alat ukur standar

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan alat ukur dengan pembacaan sensor PZEM-004t v30 dan didapat hasil berupa selisih dari pembacaan, perbandingan pembacaan beban dilakukan di LAB Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta pada jam 19:00, berikut hasil pengujian akurasi tegangan listrik.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

No	Beban	Waktu (WIB)	Tegangan (V)		Arus (A)		Daya (W)	
			Power Meter	PZEM-004t	Power Meter	PZEM-004t	Power Meter	PZEM-004t
1	Kipas (high)	19:01	233,0	233,0	0,13	0,10	20,0	21,2
		19:02	233,0	233,0	0,13	0,10	20,3	21,8
		19:03	233,0	232,0	0,13	0,10	20,3	21,5
		19:04	232,0	232,0	0,13	0,10	20,3	21,6
		19:05	232,0	232,0	0,13	0,10	20,4	21,8
		19:06	232,0	232,0	0,13	0,10	20,2	21,9
		19:07	232,0	232,0	0,13	0,10	20,2	21,5
		19:08	232,0	232,0	0,13	0,10	20,2	21,8
		19:09	232,0	232,0	0,13	0,10	20,2	21,5
		19:10	231,0	231,0	0,13	0,10	20,2	21,8
Rata-rata			232,2	232,1	0,13	0,10	20,2	21,6
2	Pemanas Air (High)	19:17	232,3	233,0	2,13	2,15	502,7	498,9
		19:18	233,6	233,0	2,13	2,13	502,7	495,6
		19:19	233,7	233,0	2,13	2,15	502,7	497,5
		19:20	233,8	232,0	2,13	2,15	502,7	498,5
		19:21	233,3	232,0	2,13	2,15	502,7	497,5
		19:22	233,6	233,0	2,13	2,15	502,7	489,5
		19:23	233,6	233,0	2,13	2,15	502,7	497,5
		19:24	233,7	233,0	2,13	2,14	502,7	492,0
		19:25	233,7	233,0	2,13	2,14	502,7	497,2
		19:26	233,8	233,0	2,13	2,14	502,7	498,2
Rata-rata			233,5	232,8	2,13	2,15	502,7	496,2
3	Charger Laptop	19:35	234,0	233,0	0,38	0,41	51,0	52,5
		19:36	234,7	233,0	0,38	0,41	50,9	52,2
		19:37	235,7	235,0	0,38	0,41	51,0	52,5
		19:38	235,0	235,0	0,38	0,41	51,0	52,5
		19:39	235,0	235,0	0,38	0,41	50,9	52,5
		19:40	236,5	236,0	0,38	0,41	50,9	52,5
		19:41	236,5	235,0	0,38	0,41	50,9	52,5
		19:42	234,0	234,0	0,38	0,41	50,9	52,4
		19:43	235,7	235,0	0,39	0,41	50,8	52,4
		19:44	235,0	235,0	0,39	0,41	50,8	52,4
Rata-rata			235,2	234,6	0,38	0,41	50,91	52,4



Gambar 7. Pengujian perbandingan alat ukur

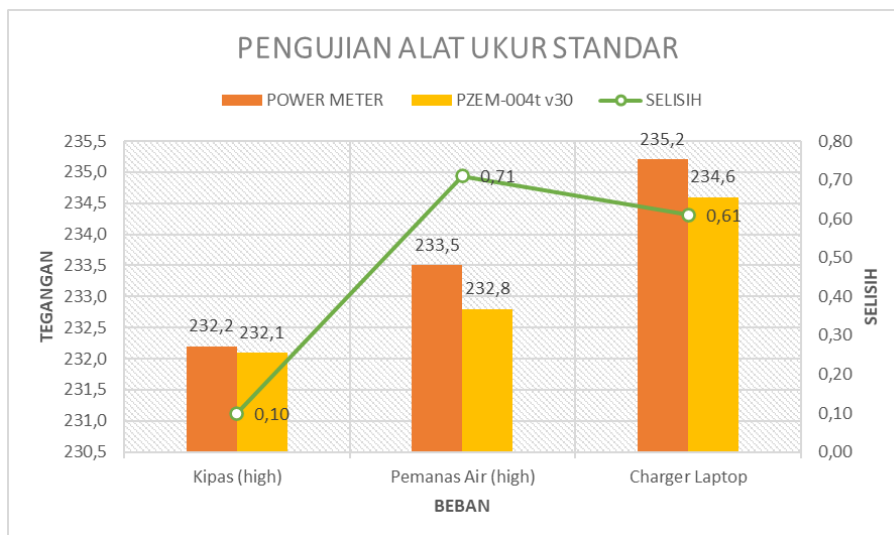
Tabel 1 merupakan data hasil dari perbandingan antara pembacaan sensor PZEM-004t dengan alat ukur *power meter*. Pengujian beban dilakukan sebanyak 10 kali dan setiap pengujian dilakukan selama 1 menit untuk mengetahui tingkat kestabilan pembacaan sensor PZEM-004t V30 dan dibandingkan dengan pembacaan *power meter*. Perbandingan nilai pembacaan antara *power meter* dengan sensor PZEM-004t v30 pada beban kipas saat level *high*, pembacaan nilai tertinggi pada *power meter* yaitu 233,0 V 0,13 A 20,4 W dan pembacaan sensor PZEM-004t v30 tertinggi 233,0 V 0,10 A 21,9 W. Pembacaan nilai terendah pada *power meter* mencapai 231,0 V 0,13 A 20,0 W dan pembacaan nilai terendah pada PZEM-004t v30 mencapai 231,0 V 0,10 A 21,2 W. Didapat nilai rata-rata pembacaan dari *power meter* adalah 232,2 V 0,13 A 20,2 W dan nilai rata-rata pembacaan PZEM-004t v30 adalah 232,1 V 0,10 A 21,6 W. Perbandingan nilai pembacaan antara *power meter* dengan PZEM-004t v30 pada beban pemanas air saat level *high*, pembacaan nilai tertinggi pada *power meter* mencapai 233,8 V 2,13 A 502,7 W dan pembacaan nilai tertinggi PZEM-004t v30 mencapai 233,0 V 2,15 A 498,9 W. Pembacaan nilai terendah pada *power meter* mencapai 232,3 V 2,13 A 507,7 W dan pembacaan terendah PZEM-004t v30 mencapai 232 V 2,13 A 495,6 W. Didapat nilai rata-rata pembacaan dari *power meter* adalah 233,51 V 2,13 A 502,7 W dan didapat nilai rata-rata dari pembacaan PZEM-004t v30 adalah 232,8 V 2,14 A 496,2 W. Perbandingan nilai pembacaan antara *power meter* dengan PZEM-004t v30 pada beban *charger* laptop, pembacaan nilai tertinggi pada pembacaan alat ukur *power meter* mencapai 236,5 V 0,39 A 51 W dan pembacaan nilai tertinggi dari PZEM-004t v30 mencapai 236,0 V 52,4 W. Pembacaan nilai terendah pada *power meter* mencapai 234,0 V 0,388 A 50,8 W dan nilai pembacaan dari PZEM-004t 233,0 V 0,41 A 52,2 W. Didapat nilai

rata-rata dari pembacaan *power meter* adalah 235,21 V 0,38 A 50,9 W dan nilai pembacaan dari PZEM-004t v30 adalah 234,6 V 0,41 A 52,4 W.

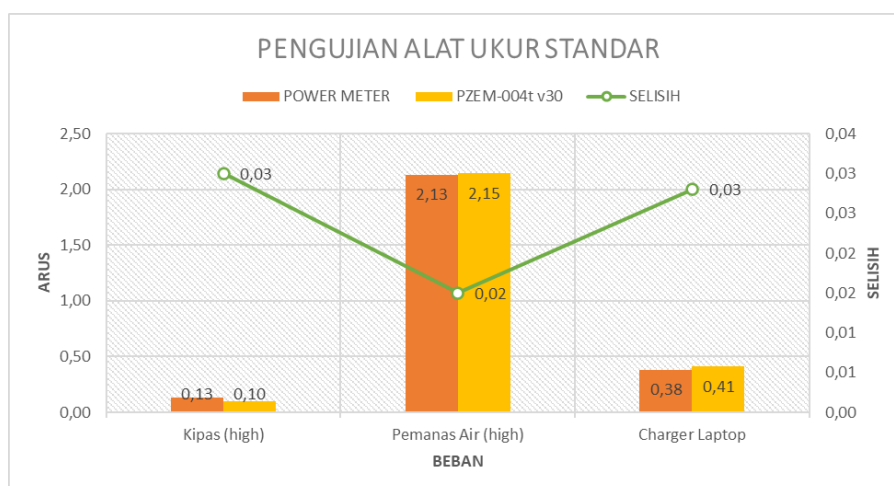
Tabel 2. Data Perbandingan akurasi

No	Beban	Tegangan (V)		Arus (A)		Daya (W)	
		Selisih Pengukuran	Error (%)	Selisih Pengukuran	Error (%)	Selisih Pengukuran	Error (%)
1	Kipas (<i>High</i>)	0,10	0,00	0,03	0,23	1,41	0,07
2	Pemanas Air (<i>High</i>)	0,71	0,00	0,02	0,01	6,46	0,01
3	Charger Laptop	0,61	0,00	0,03	0,07	1,53	0,03
Rata-rata		0,47	0,00	0,10	0,20	3,10	0,04
Akurasi		99,80%		99,51%		99,39%	

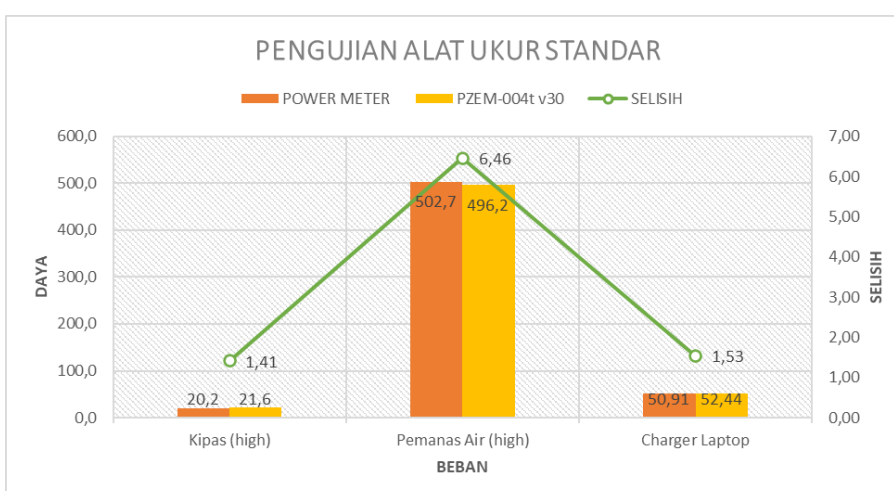
Tabel 2 merupakan perbandingan hasil akurasi antara pembacaan *power meter* dan sensor PZEM-004t v30. Hasil pengambilan data dari ketiga beban yang berbeda dapat diambil nilai akurasi antara nilai pembacaan *power meter* dan sensor PZEM-004t v30. Berdasarkan tabel diatas nilai *error* didapat dengan menggunakan persamaan selisih sehingga didapat nilai *error* pada beban kipas saat nilai *high* adalah 0,10 V 0,03 A 1,41 W dan untuk penggunaan beban pemanas air saat nilai *high* didapat nilai *error* adalah 0,71 V 0,02 A 6,46 W dan untuk penggunaan beban *charger* laptop didapat nilai *error* adalah 0,61 V 0,03 A 1,53 W. Nilai rata-rata yang didapat dari *error* ketiga beban tersebut adalah 0,47 V 0,10 A 3,10 W. Nilai *error* dalam bentuk persentase didapat dari persamaan *error* sehingga didapat nilai *error* dalam bentuk persentase pada beban kipas saat nilai *high* adalah 0,00 V 0,23 A 0,07 W dan untuk nilai *error* dalam bentuk persentase dengan beban pemanas air saat nilai *high* adalah 0,00 V 0,01 A 0,01 W dan untuk nilai *error* dalam bentuk persentase dengan beban *charger* laptop adalah 0,00 V 0,07 A 0,03 W. Nilai rata-rata *error* dalam bentuk persentase dari ketiga beban didapat 0,00 V 0,20 A 0,04 W. Perbandingan ketiga beban yang diujikan dapat ditarik nilai akurasi dengan persamaan selisih sehingga didapat nilai akurasi adalah 99,80 % untuk tegangan 99,51 % untuk arus 99,39 % untuk daya. Grafik nilai *error* berikut.



Gambar 8. Grafik nilai selisih pengukuran tegangan



Gambar 9. Grafik nilai selisih pengukuran arus



Gambar 10. Grafik nilai selisih pengukuran Daya

Dari hasil tabel diatas didapat grafik untuk nilai *error* pengukuran dari ketiga beban tersebut dengan membandingkan nilai pembacaan dari *power meter* dengan pembacaan sensor PZEM-004t

v30, pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai pembacaan tidak jauh berbeda, nilai pembacaan sensor PZEM-004t v30 hampir mendekati nilai pembacaan alat ukur acuan dari *power meter*. Grafik batang berwarna *orange* merupakan nilai dari pembacaan *power meter* dan batang yang berwarna kuning merupakan pembacaan dari sensor PZEM-004t v30 dan grafik garis merupakan nilai selisih antara pembacaan antara *power meter* dan sensor PZEM-004t v30.

3.2 Pengujian alat secara langsung

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja alat ketika dilakukan pengujian secara langsung. Pengujian alat akan ditempatkan pada kamar kos dan akan mengukur biaya listrik yang dipakai oleh penghuni kos selama 1 bulan. berikut dari pengujian alat secara langsung dengan tarif listrik yang berlaku pada saat ini sebesar Rp. 1.444,70.

Tabel 3. Total konsumsi energi satu bulan

Bulan	Aplikasi (kWh)	Riil (kWh)	Biaya Aplikasi (Rp.)	Biaya Riil (Rp.)
Juni	36,96	37,5	53.396	54.176

Tabel 4. Contoh data harian

Tanggal	kWh	Biaya Listrik	
09 Juni 2024	1,44	Rp.	2.080
10 Juni 2024	1,11	Rp.	1.603
11 Juni 2024	1,13	Rp.	1.632
Total	3,68	Rp.	5.316

Pengujian ini dilakukan selama 1 bulan untuk mengetahui biaya listrik yang dikeluarkan oleh penghuni kos dengan beban berupa alat elektronik yang sering dipakai seperti *charger HP*, *charger laptop*, kipas angin, *rice cooker*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan alat jika berada pada lingkungan yang sebenarnya. Alat dapat menyimpan data *kWh* ketika alat diputus dari sumber listrik. Alat juga dapat bekerja dan menyimpan data ketika terdapat gangguan *internet* tetapi ketika mengirim data ke *database*, pengirimannya sedikit terhambat dikarenakan jaringan yang tidak terhubung. *LCD* pada alat hanya menampilkan konsumsi *watt* pada elektronika yang terhubung pada alat. Table 3.3 merupakan tabel keseluruhan konsumsi energi listrik selama 30 hari dengan membandingkan antara biaya yang ditampilkan pada aplikasi dengan biaya riil, didapatkan hasil untuk biaya yang tertampil pada aplikasi sebesar Rp. 53.396 dengan konsumsi energi listrik sebesar

36,96 kWh dan untuk biaya riil sebesar Rp. 54.176 dengan konsumsi energi listrik sebesar 37,5 kWh. Terdapat selisih pembacaan energi sebesar 0,54 kWh antara data yang diterima pada aplikasi dengan data riil sehingga untuk biaya yang harus dibayarkan memiliki selisih sekitar Rp. 780.

3.3 Pengujian aplikasi

Pengujian ini memuat penjelasan terkait aplikasi yang telah dibuat menggunakan kodular. Kodular adalah situs web yang menyediakan alat untuk membangun aplikasi android dengan konsep pemrograman drag and drop block. Berikut dari pengujian aplikasi android berupa *controlling* yang digunakan untuk memutus aliran listrik jarak jauh. Perubahan pemutusan atau penghubungan aliran listrik dipengaruhi oleh *realtime database*. *Realtime database* dirancang untuk menangani beban kerja di mana transaksi memiliki batas waktu atau batasan waktu tertentu (Rao Dkk., 2018), sehingga *realtime database* digunakan untuk antarmuka secara *realtime* pada tampilan aplikasi. Dalam konteks sistem perangkat lunak, *database* dirancang untuk mengelola dan menyimpan data dengan efisien, memastikan integritas, keamanan, dan ketersediaan data (Roy Dkk., 2019).



Gambar 11. Tampilan terhubung

Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian aplikasi android untuk menghubungkan aliran listrik pada alat. Pengujian aplikasi untuk *controlling* diatas untuk mengetahui bahwa penghubungan aliran listrik dipengaruhi oleh pembacaan ESP32 label “MESIN” pada *realtime database (firebase)*. Aplikasi android akan menampilkan kondisi “CONNECT” dan akan mengirimkan nilai 1 pada label “MESIN” di *realtime database (firebase)* sehingga pada ESP32 akan menerima angka 1 dari label “MESIN” di *realtime database* sebagai perintah untuk menghubungkan aliran arus listrik.



Gambar 12. Tampilan terputus

Gambar 12 menunjukkan tampilan untuk memutus aliran listrik pada alat. Pengujian aplikasi untuk *controlling* diatas untuk mengetahui bahwa pemutusan aliran listrik dipengaruhi oleh pembacaan ESP32 label “MESIN” pada *realtime database (firebase)*. Kondisi “DISCONNECT” pada tampilan aplikasi android digunakan untuk mengirim nilai 0 pada label “MESIN” di *realtime database (firebase)* sehingga pembacaan ESP32 nilai 0 pada label “MESIN” di *realtime database* merupakan perintah untuk memutus aliran arus listrik.



Gambar 13. Tampilan server untuk menghubungkan aliran listrik

Gambar 14 merupakan tampilan dari *realtime database (firebase)* yang dapat diubah melalui aplikasi android yang dimana nilai 1 pada label “MESIN” akan dibaca oleh ESP32 sebagai kode untuk menghubungkan aliran listrik pada alat.



Gambar 14. Tampilan server untuk memutuskan aliran listrik

Gambar 14 merupakan tampilan dari *realtime database (firebase)* yang dapat diubah melalui aplikasi android yang dimana nilai 0 pada label “MESIN” akan dibaca oleh ESP32 sebagai kode untuk memutuskan aliran listrik pada alat.



Gambar 15 Tampilan server untuk membaca arus, tegangan, daya

Gambar 15 merupakan tampilan dari *realtime database (firebase)* yang berubah berdasarkan pembacaan dari sensor PZEM-004t yang terintegrasi oleh ESP32, pada ESP32 akan mengirimkan pembacaan arus, tegangan dan daya pada *realtime database (firebase)*. Data yang telah diterima pada *realtime database* akan ditampilkan pada aplikasi android.



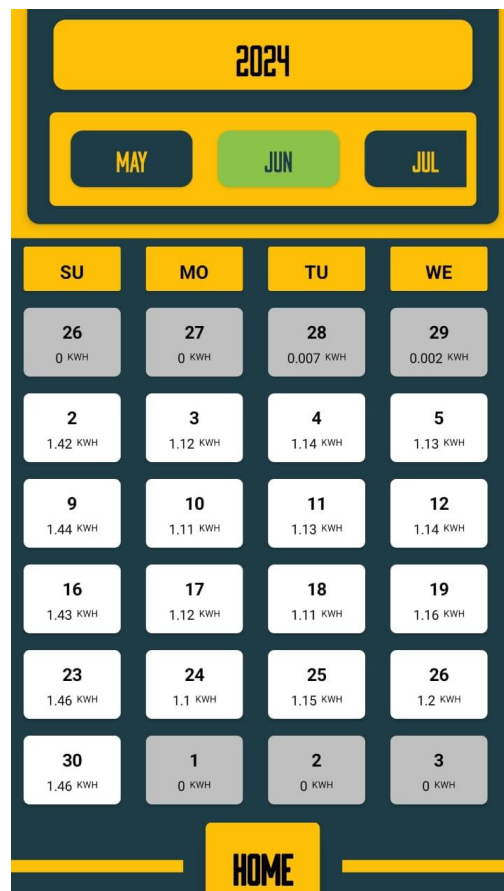
Gambar 16. Tampilan HOME pada aplikasi android

Gambar 16 merupakan tampilan utama pada aplikasi android yang telah dibuat menggunakan platform kodular, pada aplikasi di atas memuat monitoring pemakaian energi, pembacaan tegangan dan arus. Pembacaan energi, tegangan, arus berasal dari *realtime database* pada *firebase* label “CONNECT” yang dapat dilihat pada gambar 3.10, pada label “CONNECT” terdapat sub label berupa “A”, “V”, “W”. Masing-masing sub label tersebut mewakili pembacaan dari sensor PZEM-004t v30 seperti sub label “A” merupakan perwakilan dari pembacaan dari pemakaian arus, sub label “V” merupakan perwakilan dari pembacaan tegangan, sub label “W” merupakan pembacaan dari pemakaian energi. Nilai pada sub label berasal dari pembacaan sensor PZEM-004t v30 yang nantinya dari pembacaan tersebut akan dikirimkan oleh ESP32 ke *firebase*. Sub label pada label “CONNECT” akan di antarmuka kan pada aplikasi android sehingga hasil pembacaan dapat dilihat seperti gambar 3.10.



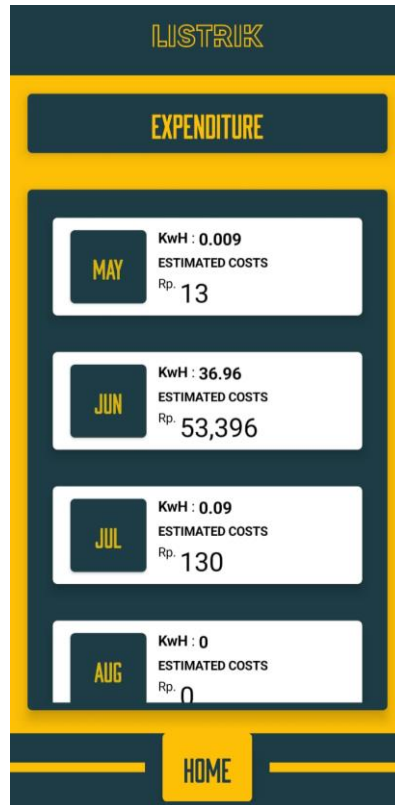
Gambar 17. Tampilan *database* penggunaan energi harian

Gambar 17 merupakan *database* yang digunakan untuk menampung data penggunaan energi dalam satu hari. *Database* ini akan digunakan untuk menampung penggunaan energi sehingga pada aplikasi yang telah dibuat dapat mengolah data yang berada pada *database* secara efektif dan efisien.



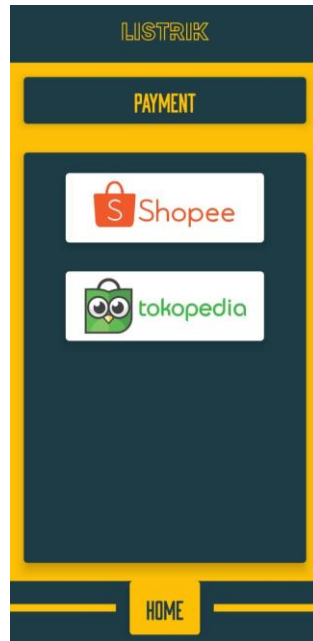
Gambar 18. Tampilan aplikasi penggunaan energi harian

Gambar 18 merupakan tampilan aplikasi android yang menampilkan pemakaian energi dalam harian yang datanya diambil dari *database* di *firebase* pada label “jun” yang dapat dilihat pada gambar 18 Tampilan data pada *screen* seperti gambar 18 telah tersinkron dengan *database* label “2024” dengan sub label yang menyesuaikan dengan bulan yang ingin ditampilkan pada *screen*. Sub label yang berada pada *database* label “2024” menyesuaikan dengan tanggal yang diinputkan, sehingga perubahan yang terjadi pada *database* akan sangat mempengaruhi tampilan yang ada pada aplikasi.



Gambar 19. Tampilan aplikasi estimasi pembayaran bulanan

Gambar 19 merupakan tampilan pada aplikasi android yang dimana pada *screen* ini digunakan untuk menghitung perkiraan pengeluaran selama satu bulan. Hasil dari perkiraan pengeluaran satu bulan didapat dari *database* pada label “2024” dengan sub label yang disesuaikan dengan bulan pemakaiannya, seperti pada bulan juni angka pemakaian energi pada bulan tersebut tertampil 36,96 kWh sehingga estimasi pembayaran pada bulan tersebut adalah Rp. 53.396. *Screen* ini telah dibuatkan algoritma yang dimana akan mentotal keseluruhan konsumsi listrik pada setiap bulannya dengan biaya yang dikalikan dengan 1.444,7 Rp/kWh.



Gambar 20. Pembayaran

Gambar 20 merupakan sebuah *screen* yang digunakan untuk melakukan pembayaran yang terhubung kepada *e-commerce* yang tertampil pada *screen*. Tombol *icon* shopee ditekan maka akan beralih ke aplikasi shopee pada halaman pembayaran tagihan dan ketika tombol tokopedia ditekan akan beralih pada aplikasi tokopedia pada halaman Listrik PLN. Ketika pada android tidak terpasang salah satu aplikasi dari *e-commerce* diatas maka ketika menekan tombol *e-commerce* yang tidak terinstal tersebut maka akan beralih ke bagian web dari *e-commerce* tersebut.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian *Monitoring* dan *Controlling* Daya Listrik Menggunakan Aplikasi Android penelitian ini terbagi menjadi 4 bagian yaitu pengujian tegangan dengan *error* sebesar 0,47 , pengujian arus dengan *error* sebesar 0,10 , pengujian daya dengan *error* sebesar 3,10 , pengujian beban yang memiliki pembacaan yang menyamai dengan alat ukur yang telah dikalibrasi dan pengujian secara langsung di mana alat diuji dengan alat yang sama. Hasil dari penelitian ini adalah alat yang dapat menghitung biaya listrik yang dilengkapi dengan antarmuka aplikasi android “LISTRIK” yang dapat diakses dimanapun selama memiliki internet yang dimana aplikasi tersebut terhubung pada *database* sehingga dapat memahami konsumsi listrik selama ini.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan ada beberapa saran pengembangan pada sistem *monitoring* dan *Controlling* agar menjadi lebih baik sebagai berikut:

- Alat yang dibuat menggunakan akrilik yang memiliki dimensi yang besar dan dirasa terlalu besar dan kurang efisien. Diharapkan pengembang selanjutnya bisa menggunakan PCB sehingga alat akan terlihat kecil dan lebih efisien.
- Antarmuka IoT yang digunakan sudah menggunakan aplikasi android, tetapi pada aplikasi yang telah dibuat masing memiliki bug.
- Bahan *PCB* yang kurang bagus sehingga dapat memutus aliran listrik pada rangkaian.
- Pengaturan *wifi* yang harus diubah secara manual ke dalam program sehingga menyulitkan ketika alat diproduksi secara massal, untuk itu disarankan mencari metode untuk *setting wifi* tanpa harus memprogram.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah, demi Allah SWT, dengan rahmatnya dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan banyak pihak, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Saya juga mengucapkan terimakasih kepada Dias Khairul Ihsan, Alwi Wirzal, Farid Ahmad Fauzan yang telah membantu saya dalam bertukar pikiran sehingga dapat mengembangkan alat yang saya buat.

DAFTAR PUSTAKA

- J. W. Jokanan, A. Widodo, N. Kholis, and L. Rakhmawati, "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Aplikasi," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 11, no. 1, pp. 47–55, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p47-55>.
- D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, vol. 8, no. 2, p. 26, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i2.109138>.
- Zakky Ramadhan, Sabriansyah Rizqika Akbar, and Gembong Edhi Setyawan, "Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Web dan Protokol Komunikasi Websocket," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 205–211, 2019, Accessed: Jan. 16, 2024. [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4067>.
- Ivan Safril Hudan and Tri Rijanto, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK PADA KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 8, no. 1, Jan. 2019.
- T. R. Rao, P. Mitra, R. Bhatt, and A. Goswami, "The big data system, components, tools, and technologies: a survey," *Knowledge and Information Systems*, vol. 60, no. 3, pp. 1165–1245, Sep. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s10115-018-1248-0>.
- N. Roy-Hubara and A. Sturm, "Design methods for the new database era: a systematic literature

review,” *Software & Systems Modeling*, Jun. 2019, doi: <https://doi.org/10.1007/s10270-019-00739-8>.