

Power Meter Monitoring Dengan Mobile Apps dan Metode Direct Calculation

Kevin Wibisono Lokananto¹

Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya
60236
Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) -
8417658

kevin.wibisono.1997@gmail.co
m¹

Resmana Lim²

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya
60236
Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) -
8417658

resmana@petra.ac.id²

Alexander Setiawan³

Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya
60236
Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) -
8417658

alexander@petra.ac.id³

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan pokok yang masih belum optimal di Indonesia, selain itu pemborosan listrik di Indonesia juga termasuk lumayan besar, maka dari itu dengan adanya alat ini bisa membantu untuk penghematan energi listrik, selain itu juga bisa memantau beban yang terpasang pada alat bisa untuk membantu mengelola keuangan karena di alat ini menampilkan total pemakaian dan total harga.

Alat yang saya buat ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler Arduino, modul sensor tegangan ZMPT101B, modul sensor arus ACS712 30A. Dari beban yang terpasang, data berupa tegangan dan arus akan dibaca oleh sensor dan dikirimkan menuju mikrokontroler untuk dilakukan penghitungan.

Hasil penghitungan akan di upload ke Firebase, yang nantinya akan di tampilkan oleh aplikasi Android, aplikasi juga dilengkapi dengan fitur lain seperti switch on-off, reset, history, setkwh dan total biaya.

Kata Kunci: *Energy monitoring* , Firebase, Arduino, ZMPT101B, ACS712

ABSTRACT

Electricity is a basic need that is still not optimal in Indonesia, and the waste of electricity in Indonesia which is quite large, therefore with this tool can help to save electrical energy, but it can also monitor the burden attached to the tool can help manage financial because this tool displays total usage and total price.

The tool that I made consisted of several main components such as the Arduino microcontroller, the ZMPT101B voltage sensor module, the ACS712 30A current sensor module. From the installed load, the data in the form of voltage and current will be read by the sensor and sent to the microcontroller for calculation.

The calculation results will be uploaded to Firebase, which later will be fetched and showed by the Android application, The application will also be equipped with other features such as, on-off switch, reset, history, setkwh and total cost .

Keywords: *Energy monitoring* , Firebase , Arduino, ZMPT101B, ACS712

1. PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan industri 4.0, *internet of think* sudah merambah ke berbagai hal seperti smart watch, smart home, tesla connected car, AI assistant(siri, google assistant, amazon alexa) namun di indonesia pemanfaatan teknologi untuk pemantauan energi masih belum. Rumah tangga merupakan sektor pelanggan listrik yang berkontribusi besar dalam mempengaruhi tingginya beban puncak. Hal ini disebabkan karena pada periode ini masyarakat mulai menyalakan lampu, televisi dan peralatan listrik lain untuk menjalankan aktifitasnya yang tentu saja mempengaruhi ketersediaan energi listrik [11]. Pemantauan energi merupakan hal yang penting agar bisa mengetahui profil pengguna, juga persediaan sumber daya alam yang semakin lama semakin habis, diperlukan sebuah upaya untuk mengurangi konsumsi energi listrik, terutama golongan rumah tangga, Contohnya bilamana kita tidak mengetahui penyebab kenaikan pembayaran listrik kita, maka kita hanya bisa memperkirakan device(benda) yang mana, dengan alat ini maka kita bisa melakukan pengecekan di setiap alat yang dapat di curigai memakan listrik banyak, contoh nya Filter udara AC yang kotor mengurangi aliran udara di dalam sistem yang membuat sistem Anda bekerja lebih keras, semakin keras sistem anda harus bekerja, semakin rendah tingkat efisiensi energi. Itu menyebabkan tagihan listrik yang lebih tinggi [10]. Dan ini berguna juga untuk melengkapi alat yang membaca meteran utama. Kelebihan alat ini adalah bisa di pindah-pindah ke titik yang pengguna inginkan serta juga bisa mengetahui alat mana saja yang tidak hemat listrik, sehingga kedepannya bisa di ganti dengan yang lebih hemat listrik

Dalam membantu dan mempermudah pengecekan listrik , agar dapat mengetahui seberapa besar penggunaan listrik yang sedang di gunakan sekarang, dan alat-alat mana saja yang banyak memakan daya listrik. Kita tidak perlu repot-repot melihat secara langsung dan mencatat, serta dapat melihat melalui aplikasi dan data-data listrik akan ditampilkan di *smartphone*. Dalam mencapai tujuan dari *powermeter* dengan *mobile apps* ini digunakan metode *direct calculation* yang dapat membaca arus dan voltase secara spesifik dan langsung yang bisa memberikan informasi berupa arus, voltase, daya, total biaya penggunaan listrik pada setiap titik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah Arduino Uno dengan board mikrokontroler berdasarkan ATmega328P . Arduino Uno Ini memiliki 14 pin input / output digital, 6 input analog, quartz crystal 16 MHz, koneksi USB, input adapter, header ICSP, dan tombol reset [2], Dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Uno [2].

2.2 Wemos D1 R2

WeMos D1 R2 Uno berbasis ESP8266 merupakan board pengembangan mikrokontroler nirkabel 802.11 (Wifi) yang kompatibel dengan Arduino IDE. Ternyata modul nirkabel (WiFi) ESP8266 yang sangat populer menjadi papan pengembangan yang lengkap. Tata letak papan ini didasarkan pada desain perangkat keras Arduino standar. [3] , Dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wemos D1 R2 [3].

2.3 Sensor Tegangan ZMPT101

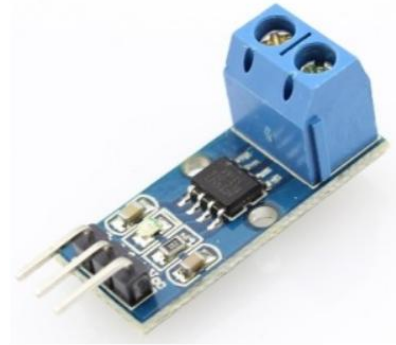
Modul sensor tegangan ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dibuat dari *transformer* tegangan ZMPT101B. Ini memiliki akurasi tinggi, dengan konsistensi yang baik untuk pengukuran tegangan dan daya, dan dapat mengukur hingga 250VAC. Modul ini mudah digunakan dan dilengkapi dengan potensiometer multi turn trim untuk menyesuaikan output ADC [1] , Dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Modul Sensor Tegangan ZMPT101B [1].

2.4 Sensor Arus ACS712

Untuk mendapatkan data arus, akan digunakan sebuah modul sensor arus. Modul sensor arus yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini memanfaatkan sensor arus ACS712. Sensor arus ACS712 adalah sebuah sensor arus yang memanfaatkan konsep *hall effect*. Sensor *hall effect* adalah sebuah peralatan yang mamampu mendeteksi adanya medan magnet. Apabila kerapatan fluks magnet melebihi batas yang sudah ditentukan, maka sensor akan mendeteksi dan menghasilkan *output* berupa tegangan [5] , Dapat di lihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul Sensor Arus ACS712 [4].

2.5 Firebase

Firebase merupakan suatu layanan dari google untuk mempermudah para *developer* untuk mengembangkan aplikasinya. Dengan adanya Firebase, *developer* bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan effort yang besar untuk urusan *backend*. Firebase memiliki beberapa yang disediakan., yaitu:

2.5.1 GoogleAnalytic

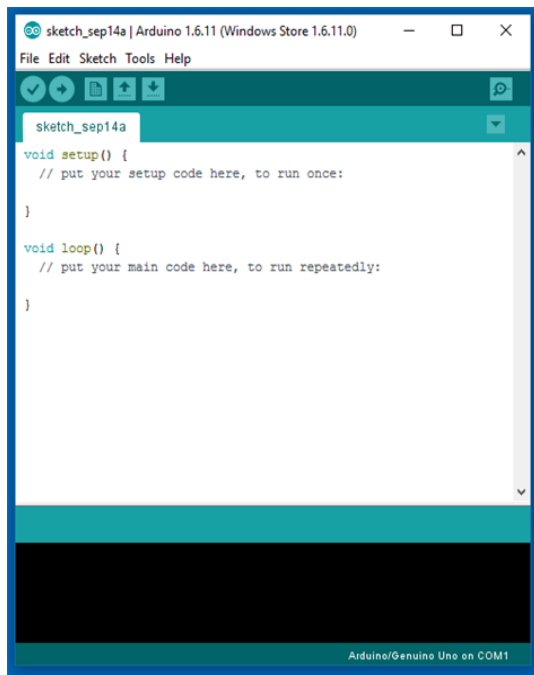
Analytics menyajikan data seputar perilaku pengguna pada aplikasi Android dan iOS agar Anda dapat mengambil keputusan yang lebih baik tentang produk dan pengoptimalan pemasaran. Lihat data error, efektivitas notification, performa *deep link*, data pembelian dalam aplikasi, dan lain-lain[7].

2.5.2 Real-timedatabase

Untuk menyimpan dan sinkronkan data antara pengguna dan perangkat secara *realtime* menggunakan database noSQL yang dihosting secara *cloud*. *real-time* adalah kondisi pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki batas waktu yang jelas, relatif terhadap waktu suatu peristiwa atau operasi terjadi, jadi data akan dikirim seketika waktu itu juga [7].

2.6 Arduino IDE

Arduino IDE adalah sebuah *software open-source* yang dapat digunakan untuk menulis, menyusun, dan mengunggah program pada Arduino [8]. Pemrograman dalam Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai C++. Arduino IDE dapat digunakan oleh berbagai macam *platform* selain Arduino, salah satunya adalah Wemos yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini, Dapat di lihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arduino IDE [8].

2.7 Blynk

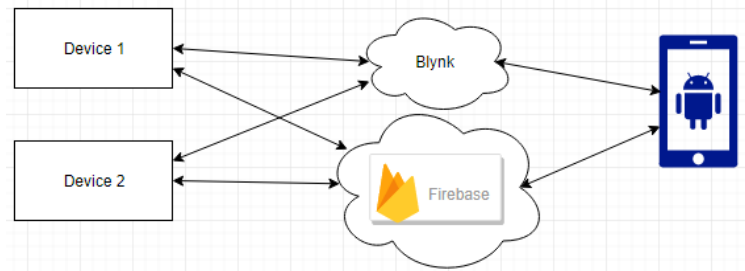
Blynk adalah sebuah aplikasi pada Android atau iOS yang dapat digunakan untuk mengontrol berbagai macam *hardware* seperti Arduino, Raspberry Pi, Sparkfun, dan lain-lain [11]. Aplikasi Blynk digunakan sebagai wifi auto reconnecting dan kalibrasi.

2.8 Android Studio

Android Studio adalah Lingkungan Pengembangan Terpadu (Integrated Development Environment/IDE) resmi untuk pengembangan aplikasi Android, yang didasarkan pada IntelliJ IDEA. Selain sebagai editor kode dan fitur developer IntelliJ yang andal, Android Studio menawarkan banyak fitur yang meningkatkan produktivitas Anda dalam membuat aplikasi Android, seperti:

- Sistem build berbasis Gradle yang fleksibel
- Emulator yang cepat dan kaya fitur
- Lingkungan terpadu tempat Anda bisa mengembangkan aplikasi untuk semua perangkat Android
- Terapkan Perubahan untuk melakukan push pada perubahan kode dan resource ke aplikasi yang sedang berjalan tanpa memulai ulang aplikasi
- Template kode dan integrasi GitHub untuk membantu Anda membuat fitur aplikasi umum dan mengimpor kode sampel
- Framework dan fitur pengujian yang lengkap
- Fitur lint untuk merekam performa, kegunaan, kompatibilitas versi, dan masalah lainnya
- Dukungan C++ dan NDK
- Dukungan bawaan untuk Google Cloud Platform, yang memudahkan integrasi Google Cloud Messaging dan App Engine [9].

3. DESAIN SISTEM



Gambar 6. Desain Sistem

Desain sistem secara keseluruhan dapat dilihat dari gambar di atas. Data yang di dapat oleh Device 1 dan Device 2 dari kedua sensor yang ada akan di upload ke Server Firebase secara *Realtime* menggunakan servis *Realtime Database* yang disediakan oleh Firebase, kegunaan blynk di sini hanya sebagai calibrator tambahan bila ada data yang kurang pas bisa di kalibrasi secara langsung tanpa mengganti coding secara langsung pada Arduino nya. Pada aplikasi di Android dapat membaca voltase, arus, daya, energi, dan biaya listrik dengan cara mengambil data dari *Realtime Database* yang dipakai, Dapat di lihat pada Gambar 6.

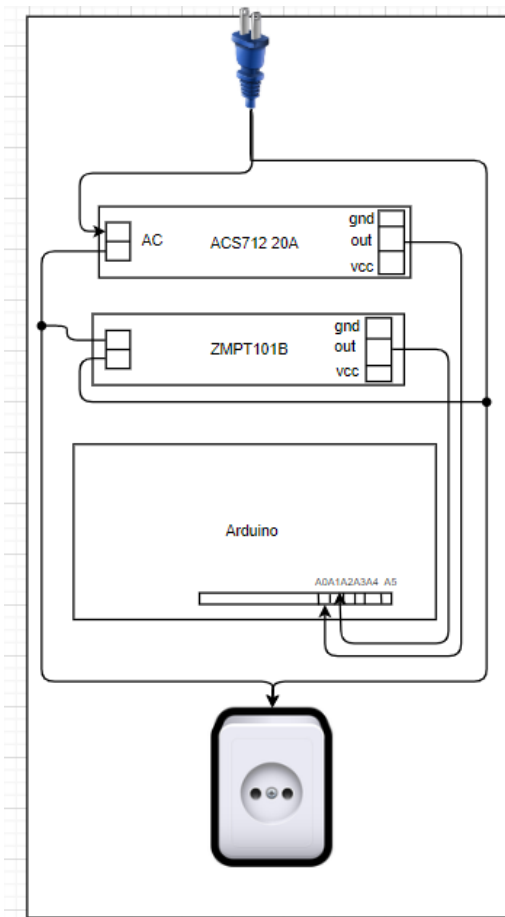
Untuk menampilkan device 1 dan device 2 bisa langsung memilih device 1 maupun device 2 dan data akan langsung terdisplay secara keseluruhan, mulai dari informasi tentang voltase, arus, daya, Kwh, dan total harga .

Pembuatan aplikasi dilakukan menggunakan Android studio, dan untuk melakukan kalibrasi menggunakan Blynk, sehingga bila melakukan kalibrasi tidak harus melalui hard code di Arduino IDE, bisa dilakukan langsung di hp Android dengan cara mengeser slider yang disediakan.

Smartphone dan perangkat (*Device 1 dan Device 2*) dapat berkomunikasi secara dua arah. Melalui Blynk Server yang ada di cloud dan juga *Firebase Realtime Database*, *smartphone* mampu mengirimkan perintah untuk melakukan kalibrasi sensor dan juga menerima hasil pembacaan sensor dari perangkat. Begitu juga sebaliknya, perangkat mampu menerima perintah untuk mengubah angka yang akan di kalibrasi dan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke Blynk dan Firebase yang nantinya akan di terima oleh *smartphone*.

3.1 Desain Hardware

Pada subbab ini akan dijelaskan desain dari *hardware* yang digunakan mulai dari desain rangkaian elektronik. Rangkaian elektronik perangkat dapat dilihat dari gambar di atas. Dari colokan listrik yang terhubung dengan soket listrik PLN. Modul *relay* pada perangkat terbatas pada arus maksimal 10 A. Terdapat adaptor untuk mensupply power ke mikrokontroler, power untuk kedua sensor berasal dari power mikrokontroler langsung. Sensor tegangan digunakan untuk mengukur besarnya tegangan pada beban yang terpasang, sedangkan sensor arus digunakan untuk mengukur besarnya arus yang dipakai oleh beban yang terpasang pada perangkat. Hasil pembacaan sensor akan dikirimkan menuju mikrokontroler untuk diproses. karena ada permasalahan yang terjadi pada saat menggunakan ads 1115 maka diputuskan untuk device 1 hanya menggunakan 1 sensor, sedangkan device 2 menggunakan mikrokontroler arduino yang mempunyai pin analog yang cukup dan arduino akan mengirimkan data daya ke wemos menggunakan *serial communication*, Dapat di lihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram Rangkaian Elektronik

3.2 Desain Software

Pada subbab ini akan dibahas mengenai desain *software* yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini, mulai desain program Arduino dan desain antarmuka aplikasi android.

Program Wemos dengan Menggunakan Arduino IDE

Wemos dapat diprogram dengan menggunakan Arduino IDE, LUA *script*, sampai dengan MicroPython. Dalam pengerjaan tugas akhir ini mikrokontroler Wemos akan diprogram dengan menggunakan Arduino IDE, untuk itu diperlukan beberapa langkah agar Wemos yang berbasis ESP8266 dapat dijalankan pada Arduino IDE.

Pada pengerjaan tugas akhir ini, program *power meter* dibuat menggunakan Arduino IDE dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang menyerupai bahasa pemrograman C/C++. Pemrograman dengan menggunakan Arduino memanfaatkan fungsi *looping*, dimana program utama akan dijalankan dalam fungsi *loop* dan dijalankan secara berulang-ulang. Fungsi *setup* pada Arduino berguna untuk menjalankan beberapa perintah yang akan digunakan dalam program utama.

Pertama-tama dilakukan persiapan berupa inisiasi untuk *library* yang digunakan, definisi pin, deklarasi variabel, pemberian token autentikasi yang diberikan oleh Blynk, Firebase Host, Firebase Auth (Firebase secret) dan penentuan SSID dan *password* dari jaringan WiFi yang akan digunakan untuk menghubungkan device dengan internet. Setelah melakukan persiapan, maka akan

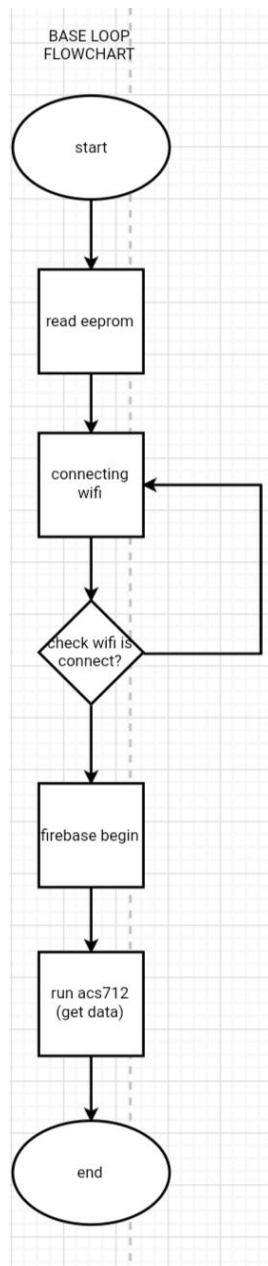
dijalankan fungsi *setup* dan *loop*. Proses singkat pada program utama dapat dilihat pada *flowchart*, Dapat di lihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Flowchart Program Utama

Fungsi *setup* digunakan untuk mengatur dan menjalankan komponen yang akan digunakan pada program utama. Hal pertama yang dilakukan adalah memulai koneksi Wifi sesuai SSID dan Password yang sudah di tentukan dan membaca data untuk Wh dari EEPROM yang sudah di save sebelum nya. Kemudian memulai koneksi Blynk sesuai dengan token autentikasi, SSID, dan *password* yang sudah disiapkan sebelumnya, dan memulai koneksi Firebase dengan *Host* dan *secret* yang sudah di tentukan. Setelah itu dilakukan pemanggilan untuk menjalankan pembacaan (*getACS712*, dapat dilihat pada *flowchart* di bawah ini, dan memulai koneksi Firebase dengan

Host dan secret yang sudah di tentukan Dapat di lihat pada Gambar 9.



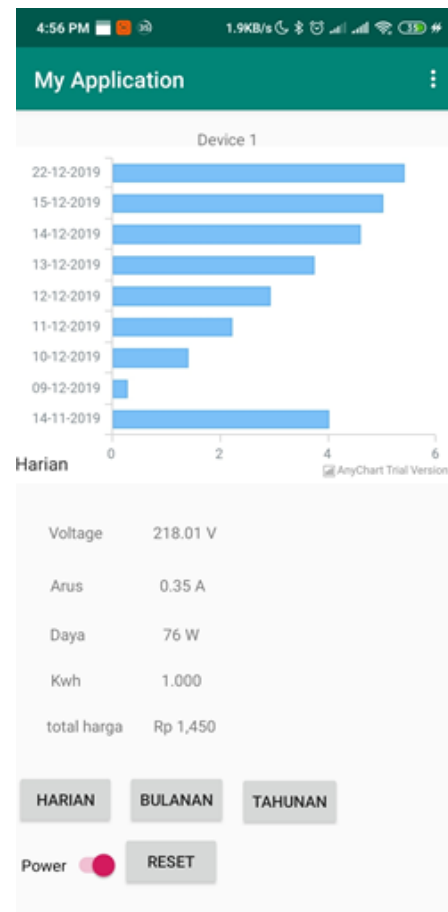
Gambar 9. Flowchart Fungsi Setup

4. IMPLEMENTASI SISTEM

4.1 MainActivity

MainActivity merupakan halaman activity pertama dimana pengguna akan di tampilkan informasi dari device yang pertama seperti Voltase, arus, Daya, kwh, dan total harga, juga di sertakan chart yang di dapatkan dari plugin di luar android studio, juga main activity ini ada 2 yaitu Main2Activity untuk device 2 dan MainActivity untuk device 1:

Text view di aplikasi ini di gunakan untuk menampilkan data yang di dapat dari firebase yang di update bila ada perubahan di realtime database (contoh textview menampilkan daya, harga, dsb)

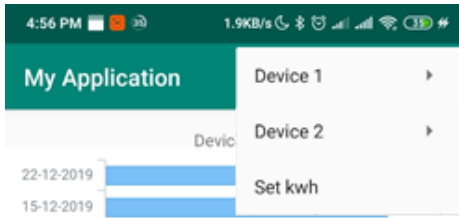


Gambar 10. Halaman Status

Power switch sebuah switch yang di gunakan sebagai switch on off yang akan mengirimkan angka 1 ataupun 0 yang nantinya akan di baca oleh arduino yang akan mengontrol relay(sebagai power cut dan power on).

Reset button sebuah button yang di gunakan untuk melakukan reset kwh dan melakukan registrasi ke history berupa kwh dan waktu pada saat melakukan reset, selain itu juga mengirimkan angka 1 yang akan di kirim ke firebase yang nantinya akan di gunakan sebagai pengecekan oleh arduino jika reset = 1 maka wh akan di jadikan 0 sehingga kwh juga 0, karena kwh di dapat dari wh/1000, yang nantinya setelah di terima oleh arduino dan di lakukan reset maka status untuk reset di kirim oleh arduino menjadi 0(jika 0 tidak melakukan reset, jika 1 melakukan reset dan mengembalikan value reset menjadi 0) Dapat di lihat pada Gambar 10.

4.2 Menu



Gambar 11. Halaman Menu

Program untuk menu ini di tempatkan di setiap halaman activity yang akan menampilkan menu, contohnya untuk di program saya ini berada di MainActivity dan Main2Activity hal ini di lakukan agar lebih simple dan lebih mudah, setiap id yang akan di pakai saya assign kan untuk melakukan fungsi contoh nya (R.id.info1 akan melakukan fungsi yang berada di openActivity1() yaitu berupa membuka atau menjalankan MainActivity) Dapat di lihat pada Gambar 11.

4.3 History activity

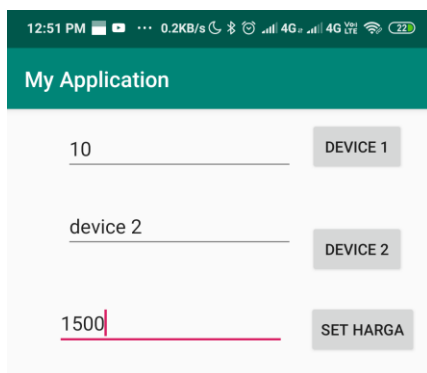
Program history ini membaca data dari firebase untuk history per device di pisah menggunakan path nya, device 1 menggunakan path device1/history sedangkan device2 menggunakan path device2/history Dapat di lihat pada Gambar 12.

Tanggal	KWH
2019-11-05 02:33:27	10
2019-11-05 02:34:59	15
2019-11-05 02:35:09	15
2019-11-07 09:44:49	15.5
2019-11-15 01:14:36	0.001013024
2019-11-18 11:21:36	0.012221012
2019-11-18 12:40:17	0.004
2019-11-18 01:32:32	0.089086518
2019-11-25 06:42:50	0.035121035
2019-11-27 01:24:56	1.000013351

Gambar 12. Halaman History

4.4 Halaman setkwh

Program setkwh ini di gunakan untuk melakukan pengesetan kwh di setiap alat(device 1 dan device 2) jika di perlukan untuk melakukan penyetelan ke kwh tertentu, dan juga bisa melakukan set harga per kwh bila ada perubahan harga per kwh. Dapat di lihat pada Gambar 13



Gambar 13. Halaman set Kwh

4.5 Hasil Pengujian Sistem

4.5.1 Pengujian Fitur pemantauan daya

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketepatan hasil pemakaian energi dan penghitungan biaya pemakaian dari beban yang terpasang pada perangkat Device1. Hasil penghitungan energi akan dibandingkan dengan pembacaan KWh meter digital, Dapat di lihat pada Gambar 14.



Gambar 14. KWh Meter Digital Pemandang

Pengujian akan dilakukan pada 5 beban yaitu pemanas air, solder, lem tembak, setrika, dan rice cooker. Pengujian dilakukan selama satu jam pemakaian saja.

Tabel 1 Pengujian Penghitungan Daya

Beban	Daya(Watt)			Error 1	Error 2
	KWH meter(device1)	KWH meter(device2)	KWH meter pembanding		
Pemanas air	365 w	355 w	346 w	5.3 %	2.5 %
Solder orang e	29.8 w	30 w	31 w	3.9 %	3.2 %
Lem Tembak	21w/8.5 w	21/9 w	21.9/9 w	6%	6%
Setrika	300 w	255 w	280 w	6.9 %	9.3 %
Rice Cooker (war m)	34 w	35 w	37 w	8.4 %	5.5 %

Dari hasil pengujian yang dilakukan selama total waktu satu jam didapatkan hasil seperti pada Tabel 1, untuk di lem tembak setelah lem tembak mencapai suhu untuk melelehkan lem daya yang di konsumsi menurun menjadi sekitar 9 watt, bagian kiri daya awal pada saat belum panas.

4.5.2 Pengujian Fitur Penghitungan Biaya

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketepatan hasil pemakaian energi dan penghitungan biaya pemakaian dari beban yang terpasang pada perangkat *power meter*. Hasil penghitungan energi akan dibandingkan dengan pembacaan KWh meter digital, pengujian menggunakan alat kwh meter digital yang sama seperti di Gambar 14.

Pengujian akan dilakukan pada 5 beban yang sudah diujikan sebelumnya yaitu pemanas air, solder, lem tembak, setrika, dan *rice cooker*. Pengujian dilakukan selama satu jam pemakaian saja.

Tabel 2 Pengujian Penghitungan Energi

Beban	Energi (KWh)			Error	Error
	KWh meter(device1)	KWh meter(device2)	KWh meter perbandingan		
Pemanas air	0.152	0.150	0.148	2.6 %	1.3 %
Solder orang	0.029	0.029	0.031	6.6 %	6.6 %
Lem Tembak	0.095	0.093	0.1	5.1 %	7.2 %
Setrika	0.3	0.255	0.28	6.9 %	9.3 %
Rice Cooker (mode warm)	0.034	0.035	0.037	8.4 %	5.5 %

Dari hasil pengujian yang dilakukan selama total waktu satu jam didapatkan hasil seperti pada Tabel 2. Error pada beban di bawah 10% pada pemanas air dan lem tembak akan turun ketika sudah mencapai temperature panas yang optimal.

5. KESIMPULAN

Pembuatan perangkat *power meter* dan aplikasi pada Android berhasil berfungsi dengan baik dalam menjalankan fitur-fitur yang dimiliki. Berikut adalah poin-poin penting yang dapat disimpulkan dari data pengujian:

- Fitur Pemantauan Daya pada *power meter* berjalan baik, dengan error *margin* di bawah 10% (untuk alat non induktif pada device1).
- Fitur penghitungan biaya pada *power meter* berjalan dengan baik, namun terdapat error *margin* sebesar 3% pada device1 untuk alat non induktif, dan 6% untuk device 2.
- Fitur on-off pada *power meter* berjalan baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.
- Fitur Reset pada *power meter* berjalan baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

- Fitur update kwh pada *power meter* berjalan baik, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Berdasarkan percobaan dan melihat limitasi pada device 1 maka disimpulkan bahwa device 2 lebih reliable dalam pembacaan daya tetapi dengan delay yang cukup besar.

Saran untuk sistem *Power Meter Monitoring* Multi Point Dengan MobileApps adalah sebagai berikut:

- Melakukan uji coba pengujian beban lebih banyak dan dalam jangka waktu lebih lama.
- Menggunakan arduino uno wifi rev2 original sebagai mikrokontroler agar tidak kekurangan port analog.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abubakar, I., Khalid, S. N., Mustafa, M. W., Shareef, H., & Mustapha, M. 2017. CALIBRATION OF ZMPT101B VOLTAGE SENSOR MODULE USING POLYNOMIAL REGRESSION FOR ACCURATE LOAD MONITORING, *I2(4)*. Retrieved 22 Mei 2019 from https://www.academia.edu/35436923/CALIBRATION_OF_ZMPT101B_VOLTAGE_SENSOR_MODULE_USING_POLYNOMIAL_REGRESSION_FOR_ACCURATE_LOAD_MONITORING
- [2] Aqeel Adnan 2018. Introduction to Arduino Uno. Retrieved 22 Mei 2019 from <https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-uno.html>
- [3] Hobbycomponents.(n.d.). D1 (R2) ESP8266 Development Board Retrieved 22 Mei 2019 from <https://hobbycomponents.com/development-boards/863-wemos-d1-r2-esp8266-development-board>
- [4] 14CORE. 2017. Introduction of ACS712 Current Sensor Module – 30A 14core.com. Retrieved 24 Mei 2019 from <https://www.14core.com/introduction-of-ac712-current-sensor-module-30a-with-arduino/>
- [5] ITEAD. 2017. AC DC Power Isolation Converter Module Analog 5V 700mA V2 AC 85~265V For Arduino DIY Projects From China iTead.cc. Retrieved 24 Mei 2019 from <https://www.itead.cc/ac-dc-power-module-5v-700ma-v2.html>
- [6] Electronics Tutorials. n.d). Hall Effect Sensor. Retrieved 24 Mei 2019 from <https://www.electronicstutorials.ws/electromagnetism/hall-effect.html>
- [7] Kurniawan, Arif. 2018. Apa itu Firebase Retrieved from <https://internetclub.or.id/apa-itu-firebase>
- [8] Arduino. n.d.. Getting started with the Arduino Uno Retrieved 24 Mei 2019 from <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>
- [9] Rathod, S. S., kulkarni, A. D., Nalawade, A. S., Kore, M. S., & Indapure, N. K. 2017. IOT Based Energy Meter Reading and Theft Monitoring Retrieved from https://www.academia.edu/35630242/IOT_Based_Energy_Meter_Reading_and_Theft_Monitoring
- [10] Reza Muthia, Nurhalim, Dian Yayan Sukma 2016. Penghematan Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga dengan Penerapan Peak Clipping dan Strategic Conservation di Kota Pekanbaru Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/201183-penghematan-konsumsi-energi-listrik-ruma.pdf>
- [11] Hossein, Vidya. 2009. Rancang Bangun KWH Meter Digital Dengan Antar Muka Mikrokontroler Atmel AT89C52 Retrieved 22 Mei 2019 from <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/vidya.pdf>