

SISTEM MONITOR DAN KONTROL KONSUMSI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS IOT DAN ANDROID

¹Arif Rahkman Suharso, ²Alpin Nugraha, ³Dini Oktarina Dwi Handayani

¹Program Studi Teknik, ^{2,3}Program Studi Teknik Informatika

¹Politeknik Maritim Negeri Indonesia, ^{2,3}Universitas Nusa Putra

¹Jl. Pawiyatan Luhur I/1 Bendan Dhuwur Semarang, Jawa Tengah,

^{2,3}Jl. Raya Cibolang Kaler No. 21 Kab.Sukabumi

¹arif.rakhman@polimarin.ac.id, ²alpin555@gmail.com, ³dini.oktarina.dh@nusaputra.ac.id

Korespondensi : ¹arif.rakhman@polimarin.ac.id

ABSTRAK

Selain kenaikan tarif dasar listrik (TDL), tingginya biaya konsumsi listrik juga dipengaruhi oleh kurangnya kesadaran atau sikap kurang peduli kita dalam pemakaian alat-alat elektronik sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat prototipe sistem yang dapat memantau dan mengontrol pemakaian alat elektronik berbasis IoT atau melalui internet dimana data pemakaian listrik untuk disimpan di Firebase *realtime database* menggunakan sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B serta mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU V3. Alat ini akan mengirimkan data arus, tegangan serta watt kedalam *database* dan kemudian akan dikonversi menjadi kwh dan juga biaya yang ditimbulkan dari pemakaian listrik berdasarkan tarif dasar listrik PLN dan hasilnya dapat dilihat secara langsung melalui ponsel Android. Sistem ini dapat memonitor pemakaian listrik untuk 3 unit alat elektronik yaitu pompa air aquarium (unit 1), TV CRT 14" (unit 2) dan Dispenser (unit 3). Sistem ini juga berhasil menurunkan pemakaian listrik yaitu pada unit 2 penurunan terjadi sebanyak 27.49% dan unit 3 sebanyak 57.28%.

Kata Kunci : *Arduino, IoT, PLN, Monitor, Kontrol, Android, Firebase*

ABSTRACT

In addition to the increase in the basic electricity tariff (TDL), the high cost of electricity consumption is also influenced by a lack of awareness or attitude of our lack of care in the use of everyday electronic equipment. This study aims to design and create a prototype system that can monitor and control the use of IoT-based electronic devices or through the internet where electricity usage data is stored in Firebase *realtime database* using ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, Arduino Uno and NodeMCU V3. This tool will send current, voltage and wattage data and then converted to kWh and also the costs incurred from electricity usage based on the basic electricity tariff of PLN and the results can be seen directly through an Android. This system can monitor electricity usage for 3 units of electronic equipment i.e. water pump (unit 1), 14 "CRT TV (unit 2) and Dispenser (unit 3). It's also succeeded in reducing electricity consumption. Unit 2 the decline occurred as much as 27.49% and unit 3 the decline occurred as much as 57.28%.

Keywords : *Arduino, IoT, PLN, Monitor, Kontrol, Android, Firebase*

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan berita dari situs Kompas.com pada tanggal 2 Juli 2019 bahwa "Pemerintah berencana melakukan penyesuaian tarif dasar listrik pada 2020".Penyesuaian ini menyusul

rencana pemerintah yang ingin memangkas kompensasi kepada PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebab nilai subsidi listrik yang terus meningkat dari tahun ke tahun sementara tarif dasar listrik tidak pernah naik sejak tahun 2017.

Sebagai konsumen listrik PLN kita dihadapkan pada masalah dimana kenaikan TDL tentunya akan sangat berpengaruh terhadap biaya yang harus dikeluarkan setiap bulannya untuk membayar listrik yang akan semakin tinggi.

Selain karena tarif dasar listrik (TDL) dari PLN, tingginya biaya konsumsi listrik juga dipengaruhi oleh kurangnya kesadaran atau sikap kurang peduli kita dalam pemakaian alat-alat elektronik sehari-hari.

Kenaikan tarif dasar listrik (TDL) adalah sesuatu yang akan dan mungkin sekali terjadi seiring beban Pemerintah yang semakin tinggi untuk mensubsidi listrik negara. Ditambah dengan perilaku kita sebagai konsumen yang kurang dalam kesadaran penggunaan alat-alat listrik secara tepat dan bijak, sehinggamengakibatkantingginyabiaya yang harus dikeluarkan setiap bulannya untuk pemakaian listrik tersebut.

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut penulis akan membuat sebuah sistem untuk memonitor dan mengontrol pemakaian listrik rumah tangga berbasis IoT dan Android. Alat ini berguna untuk memonitor dan mengatur pemakaian listrik. Dengan adanya alat ini maka setiap alat elektronik/alat listrik dapat dimonitor pemakaian listriknya berikut biaya secara real time melalui perangkat Android.

Selain memonitor sistem ini juga mampu menjadi pengatur/pengontrol alat elektronik menggunakan modul relay yang berfungsi sebagai saklar elektrik untuk menyalakan dan mematikan alat elektronik yang dapat dikontrol melalui perangkat Android.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu hal yang paling penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik dibutuhkan dalam beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, industri, bisnis, sosial, gedung kantor pemerintah, dan penerangan jalan umum. [1].

1. Arus Listrik

Arus listrik adalah muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan coulomb/detik atau ampere yang dilambangkandengan (A). Arus listrik bergerak dari potensial yang tinggi kepotensial rendah. Jadi,

pergerakannya berlawanan dengan arah elektron meskipun pada umumnya arus listrik terjadi dari aliran elektron. Secara matematis, arus listrik dapat ditentukan dengan persamaan berikut [5]:

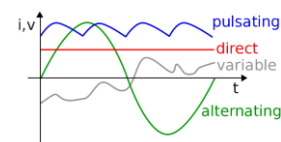
$$I = Q/t$$

Dengan:

I = arus listrik, Q = muatan listrik, dan T = waktu (time)

Arus bolak balik adalah arus listrik yang besar dan arah arusnya berubah-ubah secara bolak-balik. Nama lain dari arus ini adalah *alternating current* atau disingkat AC. Arus AC berubah-ubah menurut gelombang sinusoida. Bentuk gelombang sinusoida tersebut memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien [2].

Arus searah adalah aliran elektron dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Dalam nama lain arus ini adalah *direct current* atau disingkat DC. Arus searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor, tetapi tidak menutup kemungkinan arus searah juga mengalir pada semikonduktor, isolator, dan ruang hampa udara [2].



Gambar 1. Diagram arus bolak-balik (garis hijau) dan arus searah (garis merah)

2. Tegangan

Tegangan adalah tenaga yang dapat menyebabkan elektron bebas mengalir dalam suatu penghantar listrik. Tegangan sering disebut juga sebagai beda potensial atau gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik adalah besarnya energi per satuan muatan yang dilakukan oleh suatu sumber tegangan seperti baterai atau generator untuk menggerakkan muatan. Dengan adanya gaya gerak listrik, sebuah tegangan dapat menghasilkan aliran listrik mengalir dalam suatu rangkaian[2].

3. Daya Listrik

Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang digunakan oleh peralatan listrik dalam satuan waktu. Daya listrik dinotasikan dengan symbol P dan memiliki satuan watt (W). Dalam sistem internasional (SI), satuan daya listrik adalah joule

per detik (J/s) secara matematis, daya listrik dapat ditentukan dengan persamaan berikut[2]:

Dengan:

$$P = W/t = V.i = i^2.R = \frac{V^2}{R}$$

P = daya listrik (watt)

W = energi listrik (joule)

t = waktu (s)

V = tegangan (volt)

i = kuat arus (ampere)

R = hambatan (ohm)

2.2 Tarif Dasar Listrik (TDL)

Tarif dasar listrik adalah tarif harga jual listrik yang dikenakan oleh Pemerintah untuk para pelanggan PLN. Istilah tarif dasar listrik bisa disebut pula tarif listrik atau tarif tenaga listrik.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah kesatuan sistem perangkat komputasi yang saling berhubungan atau berkomunikasi, baik mekanisme mesin dan *digital*, seperti manusia, hewan, dan benda apapun yang dilengkapi identifikasi unik dan mampu melakukan *transfer data* melalui jaringan internet tanpa memerlukan bantuan manusia ke manusia atau manusia ke computer [3].

Secara harfiah Internet of Things diartikan sebagai “Internet untuk Segalanya”. CASAGRAS (Coordination And Support Action for Global RFID-related Activities And Standardisation) mendefinisikan Internet of Things (IoT) sebagai sebuah infrastruktur jaringan global, yang menghubungkan benda-benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dan kemampuan komunikasi. Sedangkan menurut IEEE, Internet of Things didefinisikan sebagai jaringan dari benda-benda yang dilengkapi dengan sensor yang terhubung dengan internet [4].

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan *program* yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator

yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya [5].

1. Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat open-source *hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. [5].

Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain, sederhana dan mudah pemrogramannya, perangkat lunaknya *open source*, perangkat kerasnya *open source* (perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328, ATMEGA1280, ATMEGA2560) [6].



Gambar 2.Arduino Uno

2.3.1 NodeMCU V3

NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System, juga *firmware* yang digunakan yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah Node MCU secara *default* sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras *development kit* [7].

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai *board* arduinonya ESP8266 yang akan menghubungkan sensor-sensor. NodeMCU ini berfungsi untuk mengirimkan dan menerima data baik dari sensor dan komponen lainnya.

Data dari sensor arus ACS712 dan sensor

tegangan ZMPT101B akan diterima oleh Arduino Uno dan melalui Software Serial diteruskan Node MCU akan dilanjutkan untuk dikirimkan ke firebase *real time database* sebagai *data logging*, yang nantinya akan dibaca pada perangkat android. Untuk pengaturan relay akan dikirimkan melalui perangkat android dan dibaca oleh NodeMCU sebagai pengontrol modul relay untuk mematikan maupun menyalakan perangkat elektronik yang sebelumnya sudah dipasang modul relay (dalam penelitian ini modul relay dipasang pada stop kontak).



Gambar 3. NodeMCU V3

2.4 Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan sensor arus dengan memanfaatkan *hall effect*. Sensor ini merupakan buatan Allegro. ACS712 merupakan sensor arus yang memiliki tingkat presisi yang baik untuk mengukur arus AC atau DC, untuk pembacaan arus di dalam dunia industri, otomotif, komersil dan juga dalam sistem komunikasi.

Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *Hall Effect* IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.

Dengan sensor arus ini akan dibaca pemakaian listrik setiap alat elektronik sebagai bahan monitor pemakaian konsumsi listrik. Arus akan dihitung dengan dikalikan tegangan sehingga mendapatkan nilai watt dan dikalikan dengan tarif dasar listrik dari PLN sehingga akan didapatkan nilai pemakaian listrik perhari untuk setiap alat elektronik yang dimonitor.



Gambar 4. Sensor Arus ACS712

2.5 Sensor Tegangan 220v ZMPT101B

ZMPT101B, *transformator* tegangan ideal untuk mengukur tegangan AC. Ini memiliki

akurasi tinggi, konsistensi yang baik untuk pengukuran tegangan dan daya dan dapat mengukur hingga 250V AC. Sangat mudah digunakan dan dilengkapi dengan potensiometer *multi turn trim* untuk menyesuaikan *output* ADC.

Pengukuran tegangan AC ini berfungsi untuk memonitor tegangan yang diterima dari PLN.



Gambar 5. Sensor Tegangan ZMPT101B

2.6 Modul Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

Modul relay dapat digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus. Kompatible dengan semua mikrokontroler khususnya Arduino.



Gambar 6. Modul Relay 4 Channel

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE bisa diunduh secara gratis di *website* resmi Arduino IDE.

Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga memvalidasi

kode program. Bisa juga digunakan untuk mengunggah ke *board* Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “*sketch*” atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi *file source code* .ino.

2.8 Android Studio

Android Studio merupakan sebuah *software tools* dengan *Integrated Development Environment* (IDE) untuk *platform* Android. Android Studio ini bersifat gratis dibawah Apache License 2.0, yang digunakan untuk membuat aplikasi android.

2.9 Firebase Realtime Database

Firebase adalah suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi. Dengan adanya Firebase, pengembang aplikasi bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan usaha yang besar. Fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Firebase Realtime Database*.

Untuk penelitian ini, peneliti secara khusus akan menggunakan layanan “*Firebase Real Time Database*”. *Real Time Database* adalah sebuah *NoSQL database* yang disediakan oleh Firebase. *NoSQL database* adalah *database* yang tidak menggunakan sistem relasi layaknya pada *database* tradisional (MySQL, dll). Metode penyimpanan data di dalam *NoSQL* menggunakan objek yang menggunakan format JSON (*JavaScript Object Notation*).

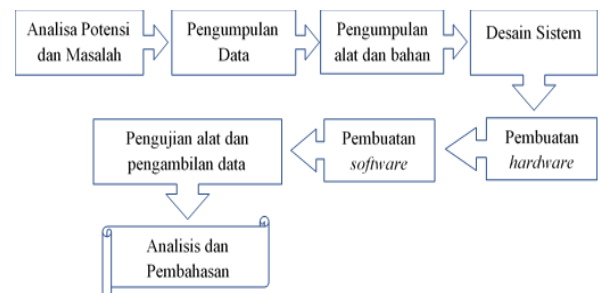
Karena layanan ini sangat cocok apabila digunakan untuk sistem yang akan dibuat yaitu sistem berkaitan dengan monitor dan kontrol konsumsi listrik, karena alat-alat tersebut elektronik akan dimonitor setiap saat secara *real time* dan saat terjadi perubahan data pada *database*, *user* dapat segera mendapatkan *update* secara *real time*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif deskriptif adalah berupa penelitian dengan metode atau pendekatan studi kasus (*case study*). Sebuah studi kasus adalah sebuah *puzzle* yang harus dipecahkan. Hal pertama yang harus diingat tentang penggunaan studi kasus

adalah bahwa kasus ini harus memiliki masalah bagi para peneliti untuk memecahkannya. Kasus ini harus memiliki informasi yang cukup didalamnya, dimana peneliti dapat memahami apa masalahnya dan memungkinkan dikembangkan suatu kerangka analisis untuk memecahkan kasus tersebut. Menurut Suharsimi Arikunto, “Studi kasus dilakukan secara intensif, terinci dan mendalam terhadap suatu organisasi, lembaga atau gejala tertentu.

Langkah-langkah penelitian pada penelitian ini dijelaskan pada gambar 7, Penelitian ini dilakukan dengan analisa potensi dan masalah dilanjutkan dengan langkah-langkah berikutnya sampai dengan perancangan sistem (*hardware* dan *software*), pengujian sampai dengan analisis dan pembahasan.



Gambar 7. Langkah-langkah penelitian yang digunakan

3.1 Metode Pengembangan Sistem

Adapun dalam proses pengembangan sistem ini menggunakan dua buah metode pengembangan sistem, yaitu metode pengembangan sistem model prototipe untuk mengembangkan perangkat keras (*hardware*) dan metode pengembangan sistem model *Rapid Application Development* (RAD) untuk mengembangkan perangkat lunak (*software*).

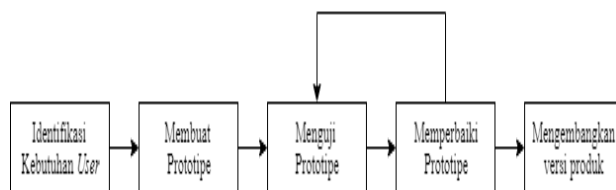
Untuk yang pertama, metode pengembangan sistem model Prototipe. Prototipe adalah proses *iterative* dalam pengembangan sistem, dimana kebutuhan/*requirement* dapat diubah ke dalam sistem yang bekerja (*working system*) yang secara terus menerus diperbaiki melalui kerjasama antara pengguna (*user*) dan analis.

Metode ini sangat baik digunakan untuk menyelesaikan masalah kesalahpahaman antara

user dan analis yang timbul akibat user tidak mampu mendefinisikan secara jelas kebutuhannya.

Adapun tahapan-tahapan dalam metode Prototipe adalah sebagai berikut:

1. *Analisa kebutuhan/Identifikasi Kebutuhan Pemakai.* Dalam tahap ini pengguna dan pengembang Bersama-sama melakukan identifikasi format keseluruhan sistem yang akan dibuat, mengidentifikasi semua kebutuhan dan garis besar sistem yang akan dibuat.
2. *Membuat Prototipe.* Pada tahap ini peneliti mulai membangun prototype dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pengguna.
3. *Menguji Prototipe.* Pada tahap ini dilakukan pengujian prototipe oleh pengguna dan pengguna dapat memberikan kritik dan saran.
4. *Perbaikan Prototipe.* Pada tahap ini pengembang melakukan modifikasi sesuai dengan masukan dari pengguna.
5. *Mengembangkan versi produk.* Pada tahap ini pengembang menyelesaikan sistem sesuai dengan masukan terakhir dari pengguna.



Gambar 8. Tahapan pengembangan sistem metode prototipe

Dan metode yang kedua, metode pengembangan sistem yang digunakan yaitu *Rapid Application Development (RAD)*. RAD adalah sebuah metode pengembangan sistem yang diciptakan untuk menekan waktu yang dibutuhkan untuk mendesain serta mengimplementasikan sistem informasi sehingga dihasilkan siklus pengembangan yang sangat pendek (-+ 60 sampai 90 hari).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitor dan kontrol konsumsi listrik rumah tangga berbasis IoT dan Android ini merupakan alat yang terdiri dari gabungan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai sebuah sistem yang dibuat untuk mengetahui berapa banyak pemakaian listrik

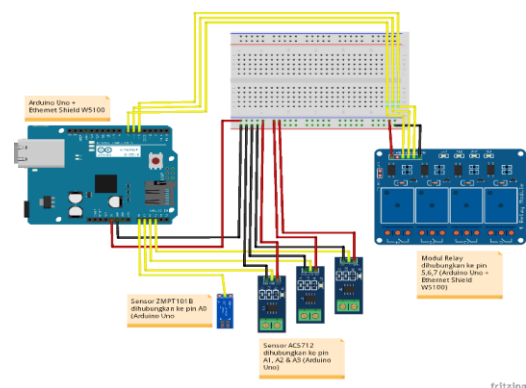
yang digunakan dan juga bisa sebagai alat pengontrol alat elektronik karena alat elektronik tersebut dapat dikendalikan pemakaiannya melalui internet (IoT). Dari informasi yang didapatkan dari alat ini, dapat diketahui pemakaian listrik sehari-hari mulai dari alat yang paling banyak menggunakan listrik sampai alat yang paling hemat listrik. Dari sistem ini juga bisa didapatkan pada jam-jam berapa saja pemakaian listrik sedang tinggi. Dari informasi tersebut bisa dilakukan penghematan pemakaian listrik pada jam-jam tertentu melalui kontrol secara *online* menggunakan perangkat Android. Berikut ini hasil rancang bangun sistem monitor dan kontrol konsumsi listrik rumah tangga berbasis IoT dan Android yang terdiri dari:

4.1 Perancangan Sistem

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat suatu alat atau sistem yang dapat memonitor pemakaian listrik rumah tangga secara *real time* dan juga membuat alat kontrol jarak jauh dimana peralatan listrik bisa dihidupkan dan dimatikan melalui perangkat Android. Sehingga pengguna dapat lebih bijak dalam pemakaian alat listrik sehari-hari. Penelitian ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (*hardware*) maupun perancangan perangkat lunak (*software*).

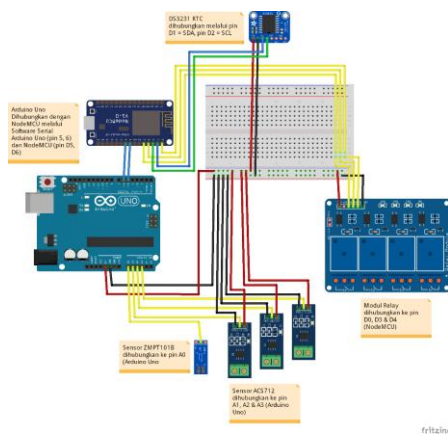
1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan akhir (prototipe) perangkat keras pada penelitian ini, dihasilkan dibuat setelah dua (2) kali perancangan dan dapat dilihat perbandingan perancangan pertama sampai dengan perancangan terakhir pada gambar 9 dibawah ini.



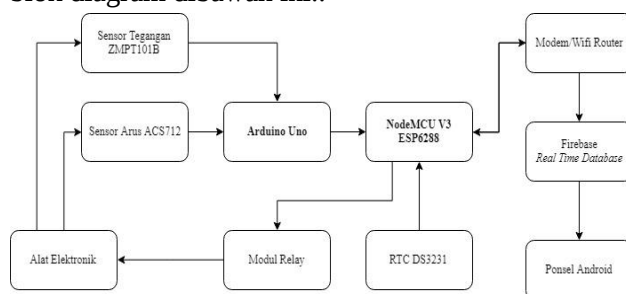
Gambar 9. Desain prototipe *hardware* (pertama)

Pada perancangan pertama dalam hal pembacaan sensor arus dan sensor tegangan sudah dapat dibaca dengan baik. Namun kendala pada perancangan pertama adalah masih belum adanya *library* untuk dapat terhubung dengan firebase *realtime database*, karena perancangan awal sistem ini adalah menggunakan firebase *realtime database* sebagai pusat penyimpanan data dari sistem yang akan dibuat, dan kendala tersebut dapat diatasi dengan menambahkan modul NodeMCU V3. Semua data dari sensor berhasil dibaca dan dikirimkan ke firebase *realtime database*. Adapun hasil perancangan terakhir untuk alat ini dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Desain prototipe hardware (final)

Dan secara umum dari penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yang dapat digambarkan pada blok diagram dibawah ini..



Gambar 11. Blok diagram sistem

4.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada bagian ini akan diberikan penjelasan mengenai rancang bangun pembuatan perangkat lunak (*software*) berdasarkan studi kelayakan dan analisis kebutuhan untuk sistem yang akan dibuat.

Kebutuhan yang dimaksud adalah kebutuhan para pelaku (*user*) dari sistem dan alat yang akan dibuat beserta proses alur menjalankan

programnya. Perancangan ini untuk membuat tampilan antarmuka (*interface*) sebagai media monitor dan kontrol sistem, antara lain sebagai berikut:

- a. Halaman Awal, yang terdiri dari beberapa tampilan berupa grafik dan data terkini, yaitu ;
 - Grafik tren pemakaian listrik harian *realtime* (dalam satuan rupiah).
 - Data pemakaian terkini untuk setiap unit alat yang dimonitor serta status alat (*on/off*), data yang ditampilkan yaitu besaran arus, tegangan, watt, kwh serta rupiah.
- b. Halaman rekaman data (*Record*), yang terdiri dari beberapa tampilan berupa grafik dan data (perhari dan perjam), yaitu:
 - Grafik pemakaian listrik untuk setiap unit perhari (dalam rupiah)
 - Tabel pemakaian listrik (perhari dan perjam) dalam satuan Kwh dan rupiah.
- c. Halaman Kontrol, yaitu halaman untuk mengontrol alat melalui perangkat android (pengaturan *on/off* alat).

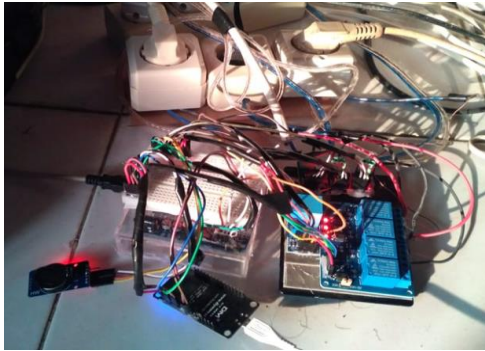
4.3 Implementasi Perangkat Keras – Prototype Device

Prototype Device ini merupakan komponen utama atau sebagai unsur inti dalam sistem ini, alat ini sebagai media yang langsung berhubungan dengan sumber data utama yaitu arus dan tegangan listrik.

Dalam perancangan alat ini dibutuhkan alat-alat utama diantaranya yaitu:

1. Arduino Uno (mikrokontroler)
2. NodeMCU V3 (mikrokontroler)
3. Sensor Arus ACS712
4. Sensor Tegangan ZMPT101B
5. Modul Relay 4 Channel
6. Dan alat pendukung lainnya.

Berikut ini *prototype device* yang telah dirancang dan dibuat, dapat dilihat pada gambar 12 dibawah ini.



Gambar 12. Prototype device sistem monitor & kontrol

4.4 Implementasi Perangkat Lunak – Aplikasi Android

Aplikasi (*software*) ini sebagai implementasi antarmuka (*interface*) yang merupakan tahapan dalam memenuhi kebutuhan *user*, dalam berinteraksi dengan *prototype device* yang telah dibuat sebelumnya. *Interface* yang dibuat sebagai alat monitoring dan juga kontrol terhadap *prototype device*.

1. Tampilan Home (Halaman Utama)

Pada tampilan ini *user* dapat memonitor secara *realtime* data terakhir untuk tiga unit alat elektronik yang sebelumnya telah terpasang sensor arus, tegangan dan relay modul. Pada halaman ini juga *user* melihat pemakaian listrik pada hari itu melalui grafik garis (dalam satuan rupiah) dan juga data-data lainnya dalam bentuk angka mulai dari tegangan, arus, watt, kwh serta biaya terakhir. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 13 dibawah ini.

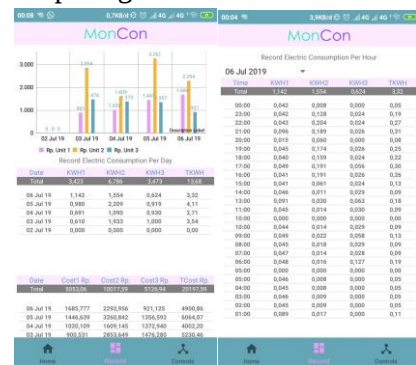


Gambar 13. Tampilan antarmuka (Home)

2. Tampilan Record (Halaman record data)

Pada tampilan ini *user* dapat memonitor pemakaian listrik perhari untuk setiap unit alat yang dimonitor dalam grafik batang dan juga tabel

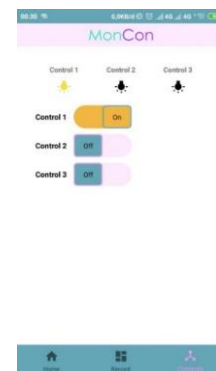
dalam satuan kwh dan rupiah, juga data pemakaian listrik perjam dalam satu hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Tampilan antarmuka (Record)

3. Tampilan Control (Halaman Kontrol Alat)

Pada tampilan ini *user* dapat mengontrol alat elektronik melalui halaman *control*, dari sini *user* bisa menyalakan ataupun mematikan peralatan elektronik yang diinginkan melalui internet (IoT). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15. Tampilan antarmuka (Controls)

4. Pengujian Alat (Hardware & Software)

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan melakukan uji fungsionalitas untuk keseluruhan sistem ini mulai dari perangkat keras sampai dengan perangkat lunak. Pengujian pertama yaitu pengujian keakuratan pembacaan sensor sekaligus pengkalibrasian sensor agar pembacaannya bisa akurat dan baik sesuai dengan pembacaan multimeter/energy meter. Untuk pengujian sensor arus peneliti menggunakan satu buah alat pemanas ruangan, dimana pemanas tersebut dapat diatur penggunaannya mulai dari 0.1 A, 4 A, 8 A agar didapatkan pembacaan yang akurat terkait arus yang hendak dibaca.

Tabel 1. Pengujian pembacaan sensor arus dan tegangan

Uji Coba	Mikrokontroler			
	Sensor ZMPT101B	Sensor ACS712		
	Volt	Ampere 1	Ampere 2	Ampere 3
1	210	7.88	7.59	7.72
2	209	4.24	4.08	4.18
3	215	0.17	0.16	0.16
Uji Coba	Energy Meter/Multi Tester			
	Volt	Ampere 1	Ampere 2	Ampere 3
	Volt	Ampere 1	Ampere 2	Ampere 3
1	209.6	8.064	7.769	7.826
2	209.5	4.339	4.175	4.164
3	215.5	0.174	0.166	0.167
Uji Coba	% Error			
	Volt	Ampere 1	Ampere 2	Ampere 3
	Volt	Ampere 1	Ampere 2	Ampere 3
1	0.19%	2.28%	2.30%	1.35%
2	0.24%	2.28%	2.28%	0.38%
3	0.23%	2.30%	3.61%	4.19%

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa nilai kesalahan pembacaan tegangan berkisar mulai dari 0.19% - 0.24%, dan pembacaan arus berkisar antara 0.38% - 4.19%. Dan untuk pengujian perangkat lunak dilakukan dengan metode *black box testing*. Sama seperti pengujian *black box*, mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (*interface*), fungsionalitasnya tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detilnya (hanya mengetahui *input* dan *output*).

5. Hasil Penelitian

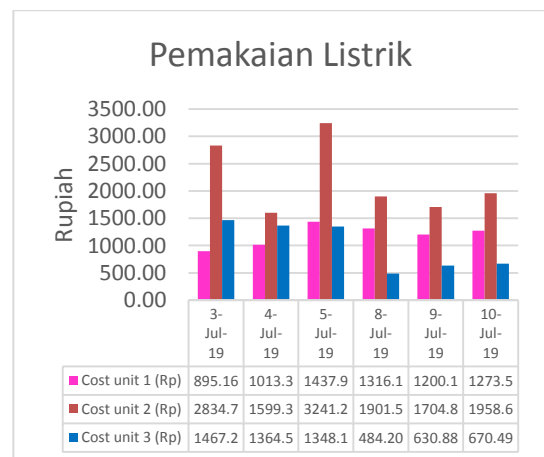
Sesuai dengan tujuan awal penelitian yaitu dapat membuat sistem yang dapat memonitor dan mengontrol konsumsi listrik rumah tangga, sistem yang telah dibuat ini akan diuji keefektifannya untuk mencapai tujuan yang dimaksud pada bab pendahuluan yaitu menciptakan sistem monitor dan kontrol konsumsi listrik rumah tangga berbasis IoT dan Android, mendapatkan informasi pemakaian listrik sehari-hari dan juga mendapatkan solusi untuk penghematan konsumsi listrik.

Pengujian keefektifan sistem dilakukan dengan membandingkan pemakaian listrik untuk 3 jenis alat elektronik yang berbeda pada saat sebelum dan sesudah dimonitor dan dikontrol oleh sistem ini. Pengujian ini dilakukan pada tanggal 3 Juli 2019 sampaidengan 10 Juli 2019, 3 jenisalateletroniktersebutyaitu:

- Unit 1: pompa air aquarium ikan
- Unit 2: TV CRT 14” merk Sanken
- Unit 3: Dispenser merk Sanken

Pengujian ini dibagi menjadi 2 periode, pengujianperiodepertamahanyaberfokuspadapeman-tauan data datapemakaianlistrikyaitupadatanggal 3 Juli 2019 sampai dengan 5 Juli 2019 dan pengujian periode kedua dilakukan pemantauan dan juga pengontrolan pemakaian listrik yaitu pada tanggal 8 Juli 2019 sampai dengan 10 Juli 2019.

Dari hasil pengujian pertama dapat ditarik kesimpulan bahwa pemakaian listrik tinggi pada jam 18:00 WIB keatasdikarenakanpenghuni mess pada jam-jam tersebut sudah pulang kantor sehingga pemakaian listrik meningkat. Dari pengujiandiatasterdapat 2 unit peralatanlistrik yang pemakaiannyatinggiyaitu unit 2 (TV) & unit 3 (Dispenser), maka dari itu pada pengujian kedua peneliti mencoba untuk mengatur pemakaian 2 unit peralatan listrik tersebut dimana peralatan tersebut dinonaktifkan melalui sistem ini (relay) pada jam 08:00 – 17:00 WIB dan jam 22:00 – 05:00 WIB. Maka didapatkan hasil seperti pada gambar 16 dan tabel 2 dibawah ini.



Gambar 16. Grafik konsumsi listrik per unit 3 – 10 Juli

Tabel 2. Konsumsi listrik tanggal 3 - 5 Juli 2019

Tanggal	KWH 1	KWH 2	KWH 3	Cost unit 1 (Rp)	Cost unit 2 (Rp)	Cost unit 3 (Rp)
3-Jul-19	0.61	1.93	1.00	895.1	2834.7	1467.2
4-Jul-19	0.69	1.09	0.93	1013.3	1599.3	1364.5
5-Jul-19	0.98	2.21	0.92	1437.9	3241.2	1348.1
Total	2.28	5.23	2.85	3346.4	7675.3	4180.0

Tabel 3. Konsumsi listrik tanggal 8 - 10 Juli 2019

Tanggal	KWH 1	KWH 2	KWH 3	Cost unit 1 (Rp)	Cost unit 2 (Rp)	Cost unit 3 (Rp)
8-Jul-19	0.90	1.30	0.33	1316.1	1901.5	484.2
9-Jul-19	0.82	1.16	0.43	1200.1	1704.8	630.8
10-Jul-19	0.87	1.33	0.46	1273.5	1958.6	670.4
Total	2.58	3.79	1.22	3789.7	5565.1	1785.5

Dari data tabel 2 diatas didapatkan data perbandingan pemakaian listrik pada tanggal 3 – 5 Juli 2019 dan 8 – 10 Juli 2019 yang dapat dirangkum seperti pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4. Perbandingan pemakaian listrik

Alat	Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 1	Unit 2	Unit 3
Periode	KWH 1	KWH 2	KWH 3	Cost 1 (Rp)	Cost 2 (Rp)	Cost 3 (Rp)
3-5 Jul	2.28	5.23	2.84	3,346.4	7,675.3	4,180.0
8-10 Jul	2.58	3.79	1.21	3,789.7	5,565.1	1,785.5
Total	4.86	9.02	4.06	7,136.1	13,240.4	5,965.5
Selisih	-0.30	1.43	1.63	(443.3)	2,110.2	2,394.4
%	-13.2%	27.4%	57.2%	-13.2%	27.4%	57.2%

Dari pengujian diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- Unit yang dimonitor dan dikontrol ada 3 buah, unit 1 yaitu pompa air aquarium, unit 2 yaitu TV 14” CRT, unit 3 Dispenser.
- Unit 1 atau pompa air aquarium pada penelitian ini tidak dilakukan pembatasan atau tidak pernah dinonaktifkan untuk relaynya sehingga pemakaiannya cenderung tetap bahkan naik dengan persentase kenaikan sebesar 13.25%.
- Untuk unit 2 dan unit 3, didapatkan hasil yang cukup baik dan berhasil menurunkan pemakaian listrik. Pada unit 2 penurunan terjadi sebanyak 27.49% dan unit 3 sebanyak 57.28%.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Peneliti telah berhasil membuat sebuah prototype sistem monitor dan kontrol berbasis IoT dan Android, sistem ini dapat memantau dan mengontrol pemakaian listrik pada 3 buah alat elektronik yaitu unit 1 (pompa air aquarium), unit 2 (TV CRT 14”) dan unit 3 (Dispenser) melalui ponsel Android. Informasi pemakaian listrik berhasil didapatkan melalui sistem ini, mulai dari pemakaian listrik perhari dan juga pemakaian listrik perjam untuk mengetahui pola pemakaian listrik sehari-hari. Dengan adanya sistem ini, selain mendapatkan informasi pemakaian listrik juga bisa dijadikan sebagai alat kontrol jarak jauh yang dapat mengendalikan pemakaian listrik. Seperti dijelaskan pada bab IV, sistem ini berhasil menurunkan pemakaian listrik sebesar 27.49% pada unit 2 dan 57.28% pada unit 3. Dan sistem ini bisa menjadi solusi untuk menghemat konsumsi listrik rumah tangga.

5.2 Saran

Sistem ini baru diimplementasikan pada skala kecil terbatas pada monitor dan kontrol 3 unit alat elektronik/listrik, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat diimplementasikan dalam skala lebih besar misalnya keseluruhan alat elektronik/listrik dalam rumah tangga atau mungkin bisa dalam skala yang lebih besar lagi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya juga dapat ditambahkan fungsi schedule/jadwal untuk mengontrol alat-alat tersebut, sehingga dapat lebih efektif dan lebih mudah dalam mengontrol pemakaian listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y.Hakimah, “Analisis Kebutuhan Energi Listrik dan prediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan”, Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 7, Nomor 2, Juli 2019.
- [2] Pamungkas et.al. “Teknologi IoT dan Arduino guna Pemantauan Arus dan Tegangan Listrik”, Jurnal Universitas Narotama, Surabaya, 2018.
- [3] Y.Martadinata. “Arduino Itu Pintar”, Jakarta. Elex Media Komputindo. 2016.
- [4] T. P. Utomo. ” Potensi Implemntasi Internet of Things (IOT) Untuk Perpustakaan”, Buletin Perpustakaan Universitas Islam Indonesia, 2(1) 2019, 1-18

- [5] J.Arifin et.al “Perancangan Murotal Otomatis menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560”, Jurnal Media Infotama Vol. 12 No. 1, Februari 2016.
- [6]A.M.Alipudin et.al.“Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet of Things (IoT). Jurnal, Univ. Pakuan, Bogor. 2018.
- [7] W.K.Pertiwi,“Tagihan Listrik Mahal? Mungkin ini alasannya”, 02 Agustus 2018.[Online]. Tersedia: <https://tekno.kompas.com/read/2018/08/02/20090027/tagihan-listrik-mahal-mungkin-ini-alasannya>. [Diakses 25 Januari 2019.