

Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan Listrik Barang Elektronik Berbasis Mikrokontrolleur

Design and Development of a Microcontroller-Based Electrical Current and Voltage Monitoring System for Electronic Goods

Ali Hakim Akbar Nasution, Yuwono Marta Dinata*

Program Studi Informatika, Universitas Ciputra, Surabaya 60219, Indonesia

(*Email Korespondensi: yuwono.dinata@ciputra.ac.id)

Abstrak: Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan masyarakat, terutama Rumah Tangga, mulai menggunakan barang elektronik untuk kegiatan sehari-hari. Dengan adanya pandemi ini, banyak rumah tangga maupun individu yang menggunakan barang elektronik lebih banyak di rumah mereka, dimulai dari kebutuhan sehari-hari, pekerjaan yang membutuhkan teknologi, dan lamanya penggunaan teknologi yang membutuhkan listrik selama di rumah. Pada cuaca Indonesia saat ini yang memang susah untuk diprediksi, pemakaian alat penyejuk juga gencar digunakan untuk menjaga suhu tubuh agar tetap nyaman. Banyak juga individu yang lalai atau lupa mengecek meteran listrik mereka sehingga mati listrik dapat terjadi saat penghuni rumah sedang mengerjakan sesuatu, melakukan aktivitas penting, dalam cuaca panas, dikarenakan penghuni tidak mengisi listrik pada waktunya. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat untuk memonitor penggunaan barang elektronik stakeholder menggunakan sensor PZEM-004T dan NodeMCU, dimana data dapat dihitung dengan teori arus listrik sehingga mendapatkan biaya penggunaan elektrik. Untuk stakeholder sendiri dalam mengambil survei dan wawancara, dibutuhkan mereka yang menggunakan listrik dalam kehidupan sehari-hari dan terhitung boros dalam penggunaannya. Hasil dari alat Internet of Things (IoT) yang berupa data arus, tegangan, kWh akan tersimpan dan terdeteksi di firebase dan akan terkirim ke aplikasi Android melalui cloud database tersebut, dimana dalam aplikasi akan tersaji informasi arus, tegangan, kWh barang dan biaya penggunaan barang tersebut.

Kata Kunci: PZEM-004T, IoT, NodeMCU, Android.

Abstract: The rapid development of technology today causes people, especially households, to start using electronic goods for daily activities. With this pandemic, many households and individuals are using more electronic goods in their homes, starting from daily needs, jobs that require technology, and the length of time using technology that requires electricity while at home. In Indonesia's current weather, which is indeed difficult to predict, the use of air conditioners is also intensively used to maintain a comfortable body temperature. There are also many individuals who neglect or forget to check their electricity meter so that power cuts can occur when the householder is doing something, doing important activities, in hot weather, because the occupants do not charge nor refill the electricity token on time. In this study, using the IoT system, a tool can be designed to monitor the use of stakeholder electronics using the PZEM-004T sensor and NodeMCU, where the data can be calculated using electric current theory so as to get the cost of using electricity. For stakeholders themselves in taking surveys and interviews, they need those who use electricity in their daily lives and are considered wasteful in their use. The results of the IoT tool in the form of current, voltage, kWh data will be stored and detected in the firebase and will be sent to the Android application via the cloud database, where in the application information will be presented Current, Voltage, kWh of goods and the

cost of using these goods.

Keywords: PZEM-004T, IoT, NodeMCU, Android.

*Naskah diterima 20 November 2023; direvisi 29 November 2023; dipublikasi 8 Desember 2023.
JUISI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.*



1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan masyarakat, terutama Rumah Tangga, mulai menggunakan barang elektronik untuk kegiatan sehari-hari. Rumah Tangga membutuhkan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan mereka. Tidak jarang Rumah Tangga dan individu yang memiliki tempat tinggal untuk harus rajin untuk cek daya listrik yang mereka punya di meteran mereka. Dari sini, dapat terlihat bahwa, masalah yang ada pada meteran listrik ini, yaitu harusnya seseorang untuk melakukan cek dengan mendatangi meteran tersebut, sehingga dapat membuang waktu untuk menjalankan aktivitas mereka (Muliarta, 2022).

Tidak banyak juga seorang individu yang sering lalai maupun tidak melakukan pemantauan pemakaian barang elektronik mereka sehingga pemakaian menjadi sangat boros, entah itu karena cuaca yang tidak sejuk, banyaknya tugas rumah ataupun kantor yang memerlukan pemakaian barang elektronik yang lama, ataupun karena hobi yang menuntun untuk menggunakan daya listrik yang berlebihan. Pada 2019 saja, konsumsi listrik terbesar terdapat pada sektor Rumah Tangga yang mencapai 42 persen (Muliarta, 2022).

Pada cuaca Indonesia saat ini yang memang susah untuk diprediksi, pemakaian alat penyejuk juga gencar digunakan untuk menjaga suhu tubuh agar tetap nyaman. Dimana juga pada masa pandemi ini, dimana banyaknya kegiatan bekerja, sekolah, perkuliahan, maupun usaha-usaha, dilakukan di dalam ruangan atau rumah sendiri, sehingga beban listrik dan pemakaian alat elektronik bisa menjadi non-stop digunakan oleh kelompok-kelompok tersebut. Maka dari itu, perlu dilakukannya pembangunan sistem pemantauan pemakaian barang elektronik, agar tidak melalaikan penggunaan barang-barang tersebut sehingga dapat membuat biaya listrik membengkak dan diluar rencana anggaran bulanan. Dimana sistem tersebut akan dapat di pemantauan melalui smartphone pemakai barang elektronik tersebut.

Untuk pemantauan pemakaian listrik suatu alat, diperlukan sensor untuk mendeteksi berbagai faktor yang diperlukan untuk memantau listrik. Nantinya semua data yang didapatkan dari sensor akan diproses sehingga mendapatkan jumlah biaya yang terpakai oleh alat yang memakai elektrik tersebut.

2. Kajian Pustaka

2.1 Studi Terdahulu

Oleh Eka Putra & Darminta (2017), penelitian untuk memonitor daya listrik pernah dilakukan. Sensor arus yang digunakan adalah AC SCT013 dan Sensor Tegangan, Sensor ini digunakan untuk mengukur tegangan, dan arus. I Gusti P.M.E.P (2017) menggunakan modul ESP8266. Modul ini merupakan Wi-Fi Modul dengan output berserial TTL. Menurut penelitian ini, Modul ESP 8266 dapat mengirim berbagai data paket yang berupa ukuran listrik AC secara bersamaan ke server menggunakan Wi-Fi. M. Jabbar Mnati (2017) melakukan penelitian “Current and Voltage monitoring system” dengan inverter tiga fasa. Penelitian ini menggunakan dua sensor untuk masing-masing inverter dan menggunakan koneksi bluetooth untuk menyambungkan sistem dan software Android. Metode ini dinamakan SVCMS (Smart Voltage and Current Monitoring System) dimana hasilnya ditampilkan melalui smartphone, bukan melalui alat tradisional seperti LCD.

2.2 Teori Daya Listrik

Daya listrik merupakan kemampuan alat listrik dalam mengeluarkan energi untuk untuk menjalankan, mengaktifkan, atau menggerakkan peralatan elektronik. Daya listrik ini dihitung dengan berdasarkan adanya tegangan listrik, kuatnya arus listrik, dan adanya hambatan listrik yang ada dalam peralatan tersebut. Tegangan pada beban (volt), dengan arus yang mengalir lewat beban (Ampere) akan mendapatkan daya (Watt) yang diserap oleh suatu beban setiap saat (Sulistiyowat & Febriantoro, 2015).

2.3 NodeMCU ESP 8266

NodeMCU merupakan platform IoT yang low-cost dan merupakan platform yang open source. Di dalamnya terdapat sebuah firmware yang berjalan dengan ESP8266 Wi-Fi SoC dari sistem espressif, dan perangkatnya sendiri yang terbuat berdasarkan modul ESP 12, yang dimana sekarang, support untuk ESP32 32-bit MCU sudah ditambahkan. Modul ESP8266 mempunyai banyak hal yang bisa diterapkan ke dalam IoT. Chip dari modul ini juga mempunyai beberapa fungsi, diantaranya adalah Networking, Data Processing, P2P Connectivity, dan Web Server. Esp8266 mempunya 17 GPIO pin (0 - 16) dimana hanya 11 pin yang bisa digunakan, sedangkan 6 pin lainnya (GPIO 6 - 11) digunakan untuk disambungkan ke flash memory chip.

2.4 Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur tegangan, arus, dan daya aktif benda elektronik yang nantinya akan dihubungkan kepada mikrokontroler open source. Sensor ini sangat cocok digunakan untuk penelitian dalam mengukur hal-hal yang mempunyai elektrik. Sensor ini dimanufaktur dan diproduksi oleh perusahaan bernama Peacefair. Terdapat model yang mempunyai model 10 Ampere hingga 100 Ampere. Interface dari modul ini merupakan interface pasif, dimana keempat port yang ada pada modul harus terhubung ke platform (5V, RX, TX, GND), dimana jika 4 port tersebut tidak terhubung, maka alat ini tidak dapat berkomunikasi. Sensor ini lebih cocok untuk dipakai daripada sensor yang digunakan dalam studi terdahulu, yaitu sensor arus dan tegangan (Eka Putra & Darminta, 2017).

2.5 Firebase

Firebase merupakan sebuah layanan database yang disediakan oleh Google. Database dari Google ini mempunyai beberapa fitur yang dapat digunakan untuk penelitian ini, seperti penyimpanan cloud dan cloud messaging, otentikasi user (dapat menggunakan password dan email untuk otentikasi), dan firebase real time database dimana data yang masuk dari sensor akan terdeteksi dan masuk ke database secara real-time. Selain itu, Firebase mempunyai fitur Firebase Cloud Firestore, dimana fitur ini mempunyai data struktur dan query yang ekspresif.

3. Analisis dan Design

3.1 Analisis Permasalahan

Dari studi terdahulu yang didapatkan, terdapat beberapa kekurangan dan kelebihan yang bisa ada pada referensi tersebut. Pada penelitian sebelumnya, peneliti masih menggunakan bluetooth untuk menyambungkan alat IoT ke device/aplikasi (Mnati et al., 2017).

Alat yang digunakan dari studi terdahulu mempunyai bahan yang berbeda dengan apa yang akan digunakan dalam rancangan ini. Untuk tiga fasa SVCMs menggunakan mikrokontroler yang tidak menggunakan modul Wi-Fi melainkan bluetooth untuk menghubungkan antar data dari sensor ke aplikasi smartphone, dan menggunakan dua sensor untuk merekam data dari beban barang, sensor ini nantinya akan diganti dengan referensi dari studi terkait lainnya, yaitu Sensor PZEM-004T dimana satu sensor ini sudah dapat mengukur tegangan dan arus listrik dari beban barang elektronik. Untuk mikrokontroler sendiri akan menggunakan NodeMCU dimana mikrokontroler ini

merupakan alat denga low-cost jika dibandingkan dengan Arduino yang digunakan pada studi SVCMS.

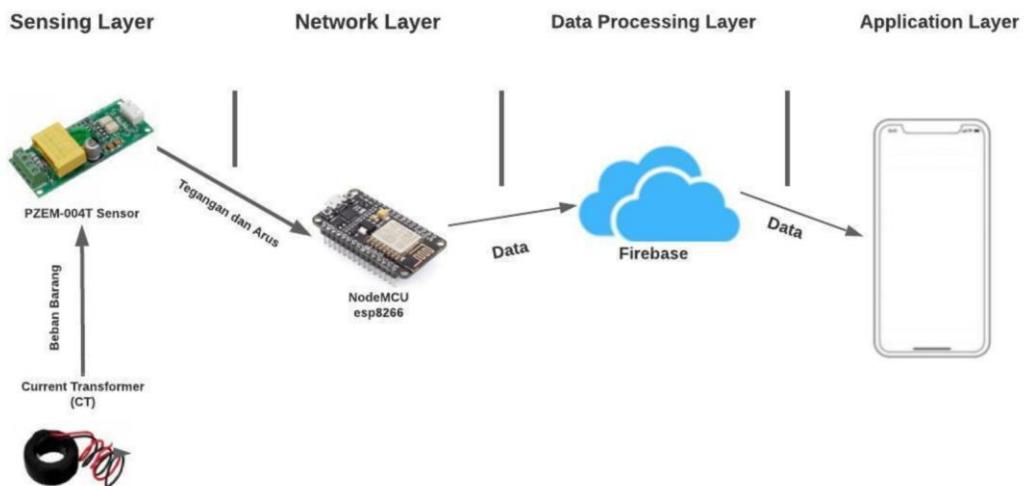
Lalu pada studi terdahulu, sensor yang digunakan adalah sensor arus dan tegangan, dimana terdapat dua sensor yang berbeda, sehingga biaya untuk pembuatan alat ini menjadi lebih banyak dan rangkaian menjadi lebih rumit. Maka dari itu digunakan sensor PZEM-004T dimana sensor ini sudah dapat mendeteksi tegangan, arus, energi, dsb dalam satu sensor.

3.2 Analisis Kebutuhan

Untuk penelitian ini, dibutuhkan perwakilan Rumah Tangga sebagai stakeholder dari penelitian untuk diambil kebutuhan dan atau opini mereka tentang permasalahan listrik mereka. Selain itu juga dibutuhkannya perwakilan dari individu yang tinggal sendiri dan membayar biaya listrik sendiri untuk dipertanyakan masalah tentang penggunaan energi listrik mereka. Telah dilakukan juga sebuah interview dengan stakeholder ibu Rumah Tangga akan pemakaian energi listrik rumah mereka, dimana interviewee-lah yang mengatur anggaran kebutuhan rumah tangganya.

Dari hasil wawancara, Narasumber mengatakan bahwa memang penggunaan listrik terhitung boros, dimana banyaknya kebutuhan rumah tangga, dan barang yang digunakan anak-anaknya memerlukan banyak daya listrik, dan juga lamanya pemakaian barang elektronik milik anak tersebut. Sedangkan untuk cara monitoring penggunaan barang elektronik, ibu rumah tangga tersebut tidak mempunyai cara, bahkan tidak tahu jika penggunaan barang elektronik dapat di monitor.

Untuk hasil survei, terdapat 34 responden dimana 79,4% responden tidak hidup sendirian, dan 85,3% responden belum memiliki rumah tangga. Untuk pertanyaan survei digunakan skala likert yang dimulai dari Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Ragu/Netral (R/N), Setuju (S), Sangat Setuju (SS). Pada pertanyaan pertama, 3 responden menjawab (TS), 7 menjawab (R/N), 18 menjawab (S), dan 6 menjawab (SS). Pada pertanyaan kedua, 13 responden menjawab (STS), 8 menjawab (TS), 4 menjawab (R/N), 7 menjawab (S), dan 2 menjawab (SS).

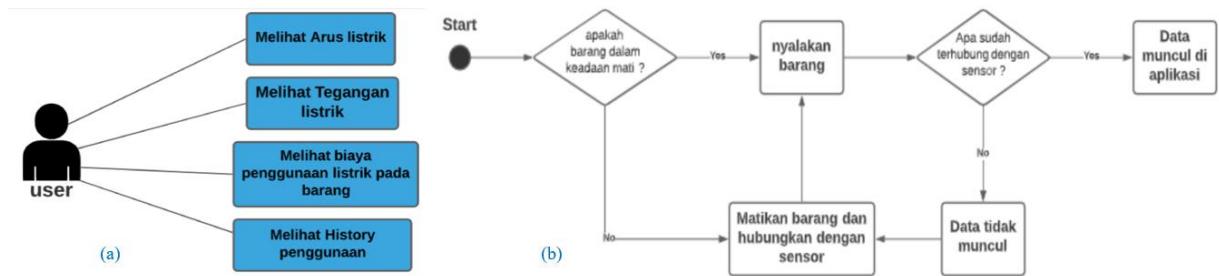


Gambar 1. Arsitektur rancang bangun sistem monitoring arus dan tegangan listrik

3.3 Arsitektur IoT

Sistem IoT pada penelitian ini dibuat dan dirancang berdasarkan arsitektur IoT. Dalam sistem IoT, terdapat empat layer yang akan digunakan, yaitu sensing, network, data processing, dan application layer. Pada sensing layer, terdapat current transformer (CT) dimana CT tersebut menghubungkan beban arus listrik dari barang elektronik ke

sensor seperti yang terlihat pada Gambar 1. Sensor akan mendapatkan data tegangan, kWh, dan arus, dimana dari sensor akan dikirimkan data yang terbaca ke mikrokontroler. Pada network layer, NodeMCU mendapatkan data yang diperlukan dari sensing layer, sehingga dapat diprogram menggunakan IDE agar dapat diproses data mentah yang didapat dari sensing layer dapat terbaca, lalu data-data tersebut akan dikirimkan ke firebase yang ada dalam data processing layer. Lalu firebase akan mengirim data dalam bentuk JSON. Pada application layer akan dibuat aplikasi berbasis android yang nantinya berfungsi untuk menampilkan data-data yang ada dalam firebase yaitu tegangan, arus, dan berapa banyak biaya yang digunakan dalam benda elektronik tersebut. Untuk skema lengkap dari arsitektur kami dapat dilihat sesuai pada Gambar 1.



Gambar 2. Use case dan activity diagram dari sistem kami.

3.4 Use Case Diagram

Untuk use case diagram pada Gambar 2(a), user akan dapat menggunakan aplikasi untuk melihat data yang ditampilkan dari alat IoT. User akan dapat melihat data yang diperlukan untuk mengetahui beban-beban listrik pada barang yang digunakan.

3.5 Alur Kerja

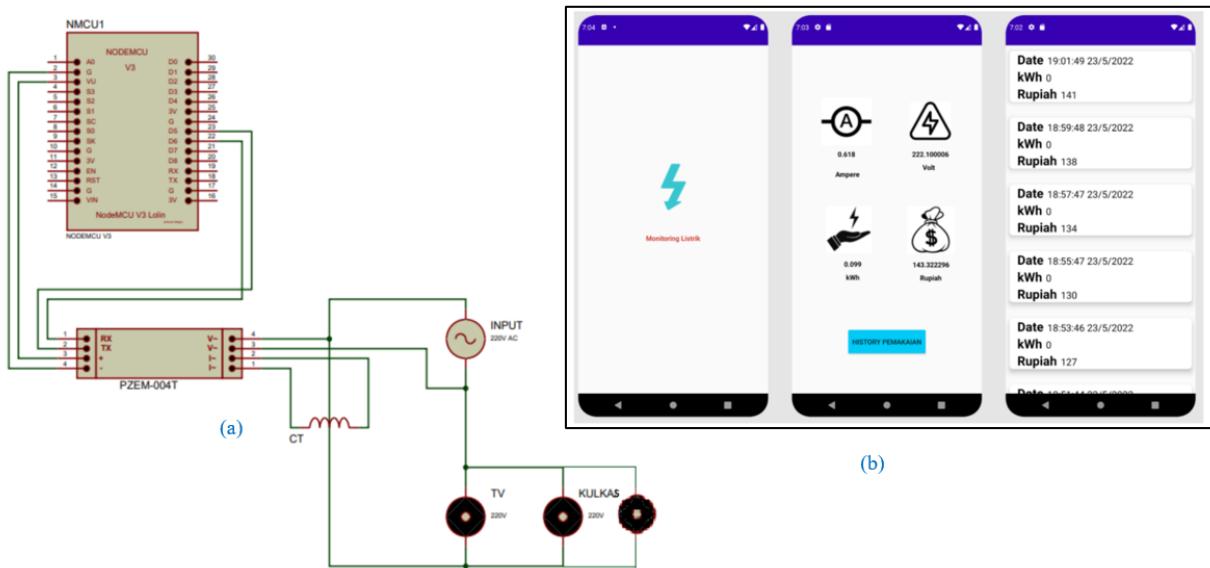
Pada awal objek berjalan benda elektronik harus dalam keadaan mati. Lalu benda dihubungkan dengan sensor. Jika objek sudah menyala, dan terhubung dengan sensor, sensor akan melewati proses arsitektur sistem dan aplikasi dapat menampilkan data ke aplikasi. Skema sesuai dengan activity diagram pada Gambar 2(b).

3.6 Struktur Database

Untuk penyimpanan data akan menggunakan firebase dimana mempunyai fitur real-time dan firebase firecloud store. Untuk struktur lengkap data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur database yang digunakan di dalam sistem

Nama Kolom	Tipe Data	Kegunaan
date	Date	Menyimpan history penggunaan
volt	Integer	Menyimpan data tegangan
ampere	Float	Menyimpan data arus
kwh	Float	Menyimpan data energi listrik
rupiah	Integer	Menyimpan data biaya penggunaan listrik



Gambar 3. Rangkaian skematis (a) dan tampilan user interface (b) pada sistem kami.

3.7 Rangkaian Skematis

Rangkaian skematis dirancang dan dibuat menggunakan aplikasi fritzing. Rancangan skematik berikut merupakan wiring diagram dari sensor PZEM-004T dan NodeMCU ESP8266. Rangkaian skematis ini terdiri dari mikrokontroler dan sensor, dimana pin pada sensor akan terhubung ke NodeMCU. Pada sensor, pin (-) akan dihubungkan ke pin G pada NodeMCU, pin TX akan dihubungkan ke pin D5 pada pin Mikrokontroler, pin RX pada pin D6, dan pin (+) sensor kepada pin VU pada Mikrokontroler. Rangkaian skematis dapat dilihat pada Gambar 3(a).

4. Implementasi

4.1 Desain Aplikasi

Desain aplikasi yang telah kami implementasikan dapat dilihat pada Gambar 3(b) yang terdiri dari tiga UI. Gambar pertama yaitu halaman Splash Screen. Gambar kedua adalah halaman untuk monitor arus, tegangan, kWh dan biaya pemakaian. Kemudian gambar paling kanan merupakan halaman history dimana user dapat melihat penggunaan yang telah tersimpan. Untuk halaman Splash Screen sendiri merupakan landing page pengguna saat mereka baru membuka aplikasi.

4.2 Pemrograman NodeMCU

Pemrograman NodeMCU, yaitu pemrograman untuk mikrokontroler alat menggunakan Bahasa C, dimana pemrograman dilakukan melalui IDE (Integrated Development Environment) Arduino. Alat akan diuji pembacaan sensornya menggunakan fitur print pada Serial Monitor dalam Arduino IDE tersebut. Terdapat beberapa barisan kode yang digunakan untuk sensor PZEM-004T yang digunakan.

```

1 void baca_ntp(){
2     timeClient.update(); // update time ntp
3     unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
4     String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
5     //Get a time structure
6     struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);
7     int monthDay = ptm->tm_mday;
8     int currentMonth = ptm->tm_mon+1;
9     int currentYear = ptm->tm_year+1900;
10    String currentDate = formattedTime + " " + String(monthDay) + "/" +
+ currentMonth + "/" + String(currentYear); // kumpulkan seluruh data
waktu
11    all_time = currentDate;
12    history = " " + String(currentYear) + " " + currentMonth + " " +
String(monthDay) + formattedTime +; // kumpulkan seluruh data waktu
13 }

```

Gambar 4. Cuplikan kode program untuk mendapatkan struktur waktu dari NodeMCU.

Struktur Waktu: Kode pada Gambar 4 merupakan kode untuk mendapatkan struktur waktu dari library yang bernama NTP. Kode tersebut penting agar halaman sejarah penggunaan dapat terlihat dengan jelas informasi penggunaannya. timeClient.update disini didapatkan dari library NTP untuk terus mengupdate waktu yang keluar dengan cetakan data dari sensor. Untuk EpochTime digunakan untuk mengambil Unix timestamp dari library NTP. Lalu untuk getFormattedTime untuk mendapatkan format waktu dalam format jam:menit:waktu.

```

1.     baca_ntp(); // baca ntp
2.     unsigned long currentMillis = millis(); // ambil data timer
3.     if (currentMillis - previousMillis >= interval) { // jalankan dengan timer
4.         previousMillis = currentMillis;
5.         voltage = pzem.voltage(); // baca volt
6.         current = pzem.current(); // baca ampere
7.         energy = pzem.energy(); // baca kWh
8.         tagihan = energy * hargaperkwh;
9.         // tulis ke serial monitor
10.        Serial.print("TIME: ");
11.        Serial.print(all_time);
12.        Serial.print(" VOLT:");
13.        Serial.print(voltage);
14.        Serial.print(" CURRENT:");
15.        Serial.print(current);
16.        Serial.print(" KWH: ");
17.        Serial.print(energy,4);
18.        Serial.print(" HARGA/KWH: ");
19.        Serial.print(hargaperkwh);
20.        Serial.print(" TAGIHAN: ");
21.        Serial.print(tagihan);
22.        Serial.println();
23.        digitalWrite(LED_BUILTIN,digitalRead(LED_BUILTIN)^1);
24.    }

```

Gambar 5. Cuplikan kode program untuk mendapatkan bacaan dari sensor PZEM-004T.

Sensor PZEM-004T: Kode pada Gambar 5 digunakan untuk membuat atau setting variabel dari library sensor. Digunakan voltage, current dan energy untuk mendeteksi arus, tegangan dan energi listrik. Lalu untuk variabel tagihan menggunakan energy dikalikan dengan harga per kwh (yaitu 1447,70) untuk menghitung jumlah biaya pemakaian listrik. Untuk menguji terdeteksi atau tidaknya listrik ke sensor, data akan dicetak melalui Serial Monitor pada Arduino IDE.

```
1 if (currentMillis - previousMillis1 >= interval1) { // jalankan
dengan timer
2     previousMillis1 = currentMillis;
3     if(detik>=60){ // reset jika sudah 1 menit (60 detik)
4         detik=0;
5     }
6     if(detik==0){ // jika detik = 0 kirim ke firebase
7         nama=history+{/date"};
8         if(Firebase.setString(firebaseData, nama, all time)){
Serial.print(nama); Serial.println(" Ok"); } // kirim ke firebase
berhasil
9     else { Serial.print(nama); Serial.println(" Failed"); } // kirim
ke firebase gagal
10    nama=history+{/volt";
11    if(Firebase.setFloat(firebaseData, nama, voltage)){
Serial.print(nama); Serial.println(" Ok"); }
12    else { Serial.print(nama); Serial.println(" Failed"); }
13    nama=history+{/ampere";
14    if(Firebase.setFloat(firebaseData, nama, current)){
Serial.print(nama); Serial.println(" Ok"); }
15    else { Serial.print(nama); Serial.println(" Failed"); }
16    nama=history+{/kwh";
17    if(Firebase.setFloat(firebaseData, nama, energy)){
Serial.print(nama); Serial.println(" Ok"); }
18    else { Serial.print(nama); Serial.println(" Failed"); }
19    nama=history+{/rupiah";
20    if(Firebase.setFloat(firebaseData, nama, tagihan)){
Serial.print(nama); Serial.println(" Ok"); }
21    else { Serial.print(nama); Serial.println(" Failed"); }
22    }
23    detik++; // detik menghitung }
```

Gambar 6. Cuplikan kode program untuk mengirimkan data dari NodeMCU ke Firebase database

Pengiriman Data ke Database: Kode pada Gambar 6 akan mengirimkan data yang didapat oleh sensor kepada firebase. Pada percobaan ini, alat atau data akan terkirim ke firebase setiap 1 menit, nantinya dari firebase akan terkirim data penggunaan ke dalam aplikasi Android, tepatnya pada halaman history. Data yang terkirim akan mencetak “Failed” dan dikirim ke database jika sensor tidak berhasil mendapatkan data dari aliran listrik.

4.3 Pemrograman Aplikasi Android

Kami menggunakan bahasa pemrograman Java yang biasa digunakan dalam IDE pengembangan aplikasi Android Studio. Aplikasi ini akan diujikan pada perangkat mobile Samsung S20 FE.

```

1mDatabase = FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
2
3mDatabase.orderByKey().limitToLast(1).get().addOnCompleteListener(ne
w OnCompleteListener<DataSnapshot>() {
4    @Override
5        public void onComplete(@NonNull Task<DataSnapshot> task) {
6            if (!task.isSuccessful()) {
7                Log.e("firebase", "Error getting data",
task.getException());
8            }
9            else {
10                Log.d("firebase",
String.valueOf(task.getResult().getValue()));
11
12 String str1 = String.valueOf(task.getResult().getValue());
13
current.setText(str1.substring(str1.indexOf("ampere=")+7,
str1.indexOf(", rupiah")));
14
textView2.setText(str1.substring(str1.indexOf("volt=")+5,
str1.indexOf(", kwh")));
15
textView5.setText(str1.substring(str1.indexOf("kwh=")+4,
str1.indexOf(", ampere")));
16
textView4.setText(str1.substring(str1.indexOf("rupiah=")+7,
str1.indexOf("}")));
17    }
18  }
19 });

```

Gambar 7. Kode program halaman utama pada aplikasi Android.

Halaman Utama: Kode program pada Gambar 7 menunjukkan bagaimana program menampilkan data yang dibutuhkan kepada tampilan perangkat sesuai dengan use case yang ada. Cuplikan kode diatas merupakan data yang mencakup volt, current, energy (kWh) dan biaya penggunaan, dimana semua tersimpan dalam firebase real-time.

```

list = new ArrayList<>();
myAdapter = new adapter(this, list);
recyclerView.setAdapter(myAdapter);

database.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
    @Override
    public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot snapshot) {
        for (DataSnapshot dataSnapshot : snapshot.getChildren()) {
            data data = dataSnapshot.getValue(data.class);
            list.add(data);
            Collections.reverse(list);
        }
        myAdapter.notifyDataSetChanged();
    }
    @Override
    public void onCancelled(@NonNull DatabaseError error) {
    }
});
```

(a)

```

String date;
Float kwh;
Float rupiah;

public String getDate() {
    return date;
}

public Float getKwh() { return kwh;

public Float getRupiah() {
    return rupiah;
}
```

(b)

Gambar 8. Kode program halaman history (a) dan kode data class (b) pada aplikasi Android.

Halaman History: Cuplikan kode pada Gambar 8(a) merupakan kode untuk menampilkan tampilan halaman history. Pada halaman ini, digunakan ArrayList untuk memasukkan data yang baru. Data yang dimasukkan adalah Date, kwh dan Rupiah. Dibutuhkan dua Java class lagi untuk membuat halaman ini, Sedangkan kode pada Gambar 8(b) digunakan untuk mengambil data yang akan di tampilkan pada halaman history. Nantinya kode ini akan digunakan pada class adapter agar bisa disambungkan ke class history dan bisa ditampilkan.

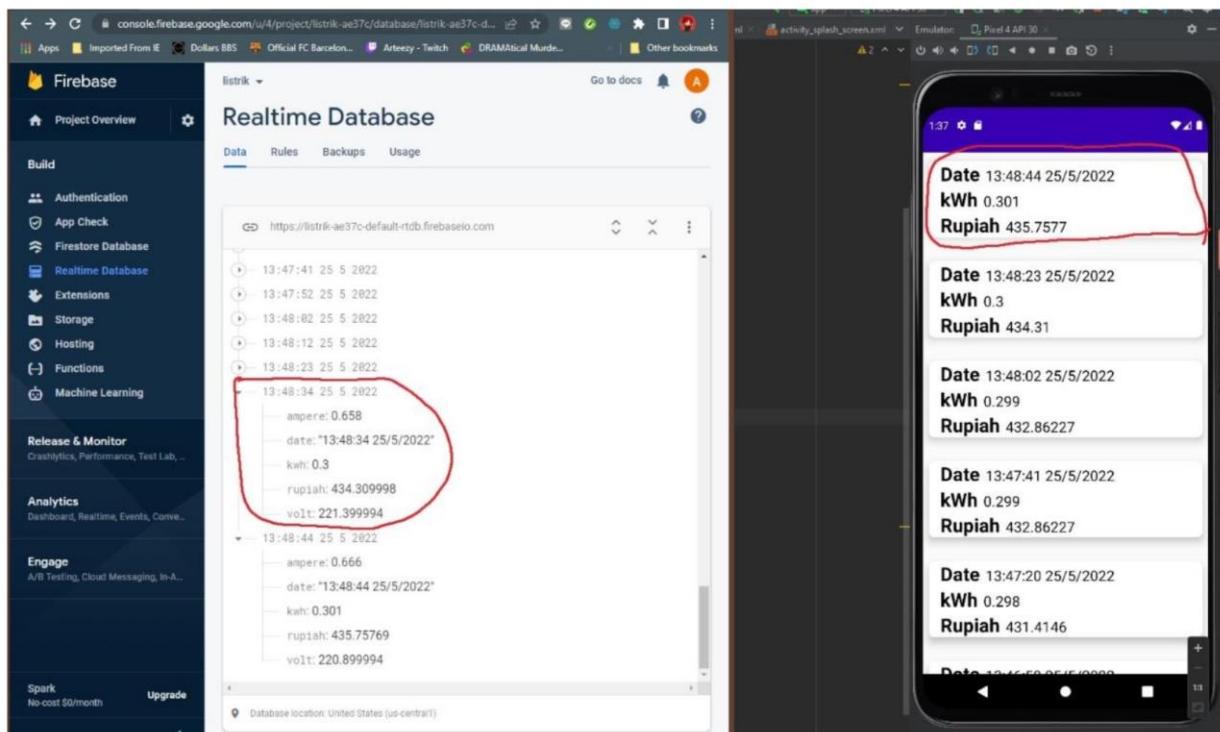
5. Pengujian dan Pembahasan

5.1 Pengujian Sensor PZEM-004T Arus dan Tegangan

Pada pengujian sensor ini, sensor akan diuji menggunakan Voltmeter dan Amperemeter. Pada alat pengujian Amperemeter sendiri mempunyai kemungkinan error kurang lebih 2% pada rentang 200A dan 2.5% pada rentang 20A, sedangkan untuk voltmeter sendiri hanya menggunakan jarum sehingga dibulatkan ke puluhan terdekat. Pengujian akan dilakukan dengan menguji beban secara individual, lalu pengujian akan dilakukan dengan 3 beban diuji secara bersamaan.

5.2 Pengujian Pengiriman Data Sensor ke Firebase

Pada bagian ini, akan dilakukan uji coba pengiriman data dari alat menuju ke firebase. Pengiriman data pada uji coba ini dilakukan dengan mengirim data ke firebase setiap 10 detik dari serial monitor. Akan terdapat 20 data yang akan disajikan.



Gambar 9. Pengujian fitur jejak perekaman penggunaan sistem

5.3 Pengujian Fitur History Penggunaan

Untuk pengujian fitur halaman history, digunakan emulator Android Studio. Untuk data terbaru yang dicatat pada aplikasi Android akan tampil di bagian atas tampilan. Data terakhir atau yang terbaru di aplikasi Android merupakan data terbaru kedua yang tercantum pada struktur firebase, jadi untuk data terbaru di firebase akan muncul di tampilan pada halaman awal aplikasi. Fitur ini dapat dilihat pada Gambar 9.

6. Kesimpulan dan Saran

Di dalam artikel ini, kami telah melakukan perancangan membuat alat mengukur dan monitor penggunaan listrik benda elektronik dan juga telah dilakukan tahap pengujian dan analisis. Untuk tahap pengujian menggunakan amperemeter dengan tingkat error kurang lebih 2.5% pada rentang 20A dan kurang lebih 2% dalam rentang 200A, sedangkan voltmeternya menggunakan jarum untuk dengan rentang meterannya 10V. dari penggerjaan ini dapat diambil kesimpulan. Pertama, alat berhasil mengukur 3 beban listrik barang elektronik rumah sesuai dengan ruang lingkup yaitu pada televisi, kipas angin dan kulkas tanpa adanya spike. Kedua, alat berhasil mengukur arus listrik, tegangan pada masing-masing atau semua tiga beban listrik dan mempunyai error yang kecil dengan amperemeter, akan tetapi terdapat error sekitar 50% pada voltmeter. Ketiga, pengiriman data berhasil dilakukan melalui data sensor pada serial monitor kepada firebase real-time database yang kemudian berhasil ditampilkan pada aplikasi Android. Semua variabel seperti arus, tegangan, energi dan biaya dapat terbaca dengan baik.

Dalam mengembangkan alat ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan dalam mengembangkan alat dan aplikasi lebih lanjut. Pertama, tampilan aplikasi pada halaman history dapat diperbaus lagi dalam user interfacenya. Kedua, kita dapat menggunakan lebih dari 1 sensor dan banyak steker agar bisa mendeteksi beban listrik yang lebih berat. Ketiga, kita dapat menambahkan variabel yang bisa di deteksi dari beban, pada alat dan aplikasi, tidak hanya current, voltage dan energy. Terakhir, alat dapat dirancang lebih baik lagi agar bisa digunakan secara portable.

Daftar Pustaka

- Anwar, S., Artono, T., Nasrul, Dasrul, & Fadli, A. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, 3(1), 272–276.
- Eka Putra, I. G. P. M., & Darminta, I. K. (2017). Monitoring Penggunaan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet Of Things Berbasis Esp8266. Prosiding Sentrinov Tahun 2017, 3, 313–327.
- Handarly, D., & Lianda, J. (2018). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing). JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering), 3(2), 205–208. <https://doi.org/10.32486/jecae.v3i2.241>
- Kothari, J. D. (2019). Garbage Level Monitoring Device Using Internet Of Things With Esp8266. International Journal of Artificial Intelligence, 6(1), 75–81. <https://doi.org/10.15662/IJAREEIE.2018.0706029>
- Kurniadi, F. (2019). Pengembangan kWh Meter Elektronik untuk Pengecekan CT Konsumen Secara On Site. ENERGI & KELISTRIKAN, 11(2), 108–113. <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.765>
- Mnati, M., Van den Bossche, A., & Chisab, R. (2017). A Smart Voltage and Current Monitoring System for Three Phase Inverters Using an Android Smartphone Application. Sensors, 17(4), 872. <https://doi.org/10.3390/s17040872>
- Muliarta. (2022). Indonesia Masuk Kategori Negara Boros Energi. VOA Indonesia. Retrieved 23 January 2022, from <https://www.voaindonesia.com/a/indonesia-masuk-kategori-negara-boros-energi-131038883/98954.html>
- Sulistyowat, R., & Febriantoro, D. D. (2015). Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. In Iptek (Vol. 16, Issue Mikrokontroler). <http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/4.-RINY-FINAL-hal-24-32.pdf>