

## RANCANG BANGUN APLIKASI UNTUK PROTOTIPE SISTEM MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA PERALATAN ELEKTRONIK BERBASIS PZEM-004T

Saepudin Nirwan<sup>1)</sup>, Hafidz MS<sup>2)</sup>

Program Studi D III Teknik Informatika, Politeknik Pos Indonesia

Jl. Sariasih no. 54, Bandung 40151, Indonesia Tlp. +6222 200 9570, Fax. +6222 200 9568

Email: <sup>1</sup>nirwansaepudin@poltekpos.ac.id, <sup>2</sup>hafidzms@gmail.com

---

### ABSTRAK

Saat ini pemanfaatan peralatan listrik untuk membantu kehidupan sehari-hari sudah sangat wajar digunakan, baik peralatan rumah tangga maupun peralatan untuk membantu pekerjaan lainnya. Banyak rumah tangga di negara kita masih menggunakan listrik dengan kapasitas yang kecil, sehingga melakukan optimalisasi pemanfaatan sumber listrik tersebut harus sangat cermat, dengan menghitung jumlah kebutuhan konsumsi listrik dan jumlah peralatan yang digunakan. Rancang bangun aplikasi perangkat lunak untuk sistem monitoring konsumsi energi listrik ini dibuat dengan tujuan untuk membuat prototipe alat yang dapat digunakan untuk menampilkan konsumsi energi listrik secara waktu nyata dan menyimpannya di dalam basisdata agar dapat dilihat riwayat pengukuran konsumsi listrik peralatan yang digunakan. Perangkat lunak juga dibuat dalam bentuk website untuk menampilkan data dan informasi yang dikumpulkan oleh prototipe alat untuk diolah dan ditampilkan grafik penggunaan energi, serta estimasi biaya konsumsi energi listrik. Komponen sensor arus yang digunakan adalah PZEM-004T untuk membaca data arus listrik yang selanjutnya dikirimkan ke Arduino IDE Wemos D1 R, dan diteruskan disimpan ke basisdata. Perancangan perangkat lunak dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan perangkat lunak dengan menggunakan UML, mengakuisisi data dari prototipe alat monitoring, merancang dan mengimplementasikan antarmuka pengguna dengan menggunakan website, dan dilakukan pengujian untuk memastikan perangkat lunak berjalan dengan baik.

**Kata kunci** : rancang bangun aplikasi, PEZEM-004T, UML

---

### I. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Masyarakat pengguna listrik di Indonesia dapat memantau penggunaan listrik di rumah tangga dengan cara melihat piringan jumlah kWh yang terpakai untuk meter kWh analog, memasukkan kode tertentu untuk melihat penggunaan kWh pada rumah tangga yang menggunakan kWh digital, atau menggunakan aplikasi PLN Mobile. Akan tetapi, untuk memantau penggunaan listrik dengan waktu nyata (*realtime*), meter kWh analog tidak bisa menampilkannya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuatlah sebuah prototipe alat untuk memonitor, menyimpan data pemakaian listrik, dan menampilkan penggunaan listrik secara nyata. Alat pengukur konsumsi energi listrik ini dibuat menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) yang memungkinkan pertukaran data dari sensor

arus listrik PZEM-004T menggunakan API (*Application Programming Interface*), alat ini dapat menampilkan data pada LCD serta halaman website dengan waktu nyata, juga dapat menampilkan estimasi biaya yang harus dikeluarkan untuk konsumsi listrik.

#### 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas, telah dilakukan identifikasi masalah sebagai bahan untuk melakukan rancang bangun prototipe alat maupun perangkat lunaknya, sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan rancang bangun aplikasi perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan monitoring penggunaan energi listrik yang bekerja dengan waktu nyata (*real time*).
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor PZEM-004T dengan basisdata agar dapat

menampilkan datanya pada *Liquid Crystal Display* (LCD) dan pada halaman website.

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam melakukan rancang bangun prototipe alat dan fungsional dari aplikasi perangkat lunak adalah:

- 1) Merancang bangun prototipe alat untuk mengukur konsumsi energi listrik secara waktu nyata.
- 2) Membuat halaman website yang dapat menampilkan grafik penggunaan listrik, dan perkiraan biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan data dari prototipe alat yang digunakan.

### 1.4 Ruang Lingkup

Rancang bangun prototipe alat ini menggunakan teknologi IoT dengan sensor arus listrik PZEM-004 yang digunakan untuk mendapatkan data tentang konsumsi energi listrik yang diserap oleh alat-alat listrik yang terhubung dengan stop kontak. Jumlah arus listrik diukur dan dikirimkan ke aplikasi perangkat lunak dengan memanfaatkan API PHP CodeIgniter dan data disimpan dalam basisdata. Peralatan listrik yang dapat diukur oleh prototipe alat ini dengan tegangan listrik tidak melebihi 2200 Watt serta terkoneksi dengan Access Point yang sama dengan personal komputer dimana prototipe alat ini terhubung.

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Arus Bolak Balik (AC)

Sumber listrik AC menghasilkan tegangan dan arus dengan besaran serta polaritasnya selalu berubah-ubah dari polaritas positif ke negatif atau sebaliknya. Secara periodik terhadap fungsi waktu, dengan bentuk gelombang dapat berupa gelombang sinus, square dan segitiga, untuk sumber listrik dari perusahaan listrik negara sendiri berupa gelombang sinus, sementara untuk gelombang *square* dan segitiga biasanya banyak digunakan pada inverter [1].

### 2.2 Tegangan dan Arus RMS

Tegangan dan arus AC biasanya dinyatakan dalam nilai RMS (*root mean square*). RMS juga dikenal sebagai kuadrat rata-rata, yang merupakan pengukuran statistik besarnya suatu fungsi yang memiliki magnitudo yang berubah-

ubah [2]. Rumus tegangan terhadap arus ini sebagai berikut:

$$V = I \times R$$

Untuk mencari arus terhadap tegangan sebagai berikut :

$$I = V / R$$

Sedangkan untuk mencari suatu Resistansi/Hambatan dengan rumus sebagai berikut:

$$R = V / I$$

Dimana,

P adalah Daya (Watt atau W)

I adalah Arus (Ampere atau A)

V adalah Perbedaan potensial (Volt atau V)

R adalah Resistansi/Hambatan (Ohm)

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Simbol satuan daya ini yaitu W (watt). Daya listrik dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu.<sup>[4]</sup>

$$P = V \times I$$

Dimana,

P adalah Daya (Watt atau W)

I adalah Arus (Ampere atau A)

V adalah Perbedaan potensial (Volt atau V).

### 2.3 Internet Of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Istilah "Internet of Things" (IoT) pertama kali digunakan pada tahun 1999 oleh pelopor teknologi Inggris Kevin Ashton menggambarkan sebuah sistem di mana objek di dunia fisik dapat dihubungkan ke Internet oleh sensor. Dengan keunggulan IoT menjadikan internet dapat berbagi data, menjadi pengendali jarak jauh bagi peralatan lain di dunia nyata, dan sebagainya. Dengan kata lain IoT merupakan konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke peralatan elektronik [4].

#### 2.3.1 Wemos D1 R1

Wemos D1 R1 merupakan salah satu arduino compatible development board yang dirancang khusus untuk keperluan IoT. Wemos menggunakan chip WiFi tipe ESP8266. Wemos

memiliki 11 I/O digital, 1 analog input dengan tegangan maksimal 3.3V, dapat beroperasi dengan pasokan tegangan 9-24V, adapun kelebihan Wemos sebagai berikut:

- a) Arduino compatible, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan library yang banyak terdapat di internet.
- b) Pinout yang compatible dengan Arduino uno, Wemos D1 R1 merupakan salah satu product yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti Arduino uno. Sehingga memudahkan kita untuk menghubungkan dengan Arduino shield lainnya.
- c) Wemos dapat running stand alone tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler. Berbeda dengan modul WiFi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol, Wemos dapat berjalan *stand alone* karena didalamnya sudah terdapat CPU yang dapat diprogram melalui serial port ataupun via OTA (*Over The Air*) atau transfer program secara wireless.
- d) High Frequency CPU, dengan processor utama 32bit berkecepatan 80MHz Wemos dapat mengeksekusi program lebih cepat dibanding dibandingkan mikrokontroler 8 bit yang digunakan di Arduino.
- e) Dukungan High Level Language, Selain menggunakan Arduino IDE Wemos juga dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua. Sehingga memudahkan bagi programmer jaringan yang belum terbiasa menggunakan Arduino [4].

## 2.4 PZEM 004T

PZEM-004T adalah alat sensor yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya (wh). Sistem kabel yang digunakan pada modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari kabel terminal masukan tegangan dan arus, serta kabel komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini memiliki papan pin TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar perangkat keras. Jalur komunikasi PZEM-004T dengan perangkat keras yang lain dapat menggunakan port USB atau RS-232 (seperti komputer), untuk implementasikan juga diperlukan berupa kabel konverter dari TTL ke USB, TTL ke RS232 [5].

## 2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dengan digunakannya modul I2C akan lebih memperhemat penggunaan pin Arduino yang akan digunakan, dengan menggunakan modul I2C maka hanya diperlukan 4 buah pin Arduino, yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND [6].

## 2.6 Basis Data

Basisdata adalah sekumpulan data yang diorganisir dan disimpan dengan menggunakan sistem tertentu pada perangkat penyimpanan komputer. Data yang tersimpan dapat dipanggil, diolah, maupun dimanipulasi lebih lanjut dengan menggunakan program aplikasi untuk menghasilkan data dan informasi yang dibutuhkan. Definisi basisdata mencakup tipe data, struktur data, dan juga batasan-batasan data yang akan disimpan. Basisdata memiliki peranan penting dalam mengembangkan perangkat lunak aplikasi, terutama untuk menghindari duplikasi data, hubungan antar data yang tidak sehingga menyulitkan pada saat memperbarui dan mengolah data [7].

## 2.7 Hypertext Markup Language

HTML (Hypertext Markup Language) adalah sebuah bahasa yang digunakan untuk membuat sebuah halaman *web*, menampilkan berbagai informasi di dalam sebuah penjelajah *website internet* dan melakukan format *hiperteks* sederhana yang ditulis dalam berkas ASCII agar dapat menghasilkan tampilan yang terintegrasi. Dengan kata lain, berkas yang dibuat dalam perangkat lunak pengolah kata dan disimpan dalam format ASCII normal sehingga menjadi halaman *web* dengan perintah-perintah HTML. Secara umum, para *user* tidak perlu mengetahui HTML. Dengan HTML *user* dapat memberikan warna pada tulisan merubah *font*, mengubah

ukuran gambar dan menampilkan gambar sesuai yang diinginkan *user*. Salah satu hal penting tentang *eksistensi* HTML adalah tersedianya *lingua franca* (bahasa komunikasi). HTML tidak didesain untuk *desktop publishing*, tetapi didesain sebagai bahasa pengkodean untuk *world wide web*. HTML menawarkan beberapa kemampuan untuk menampilkan dokumen melalui berbagai macam sistem komputer [8].

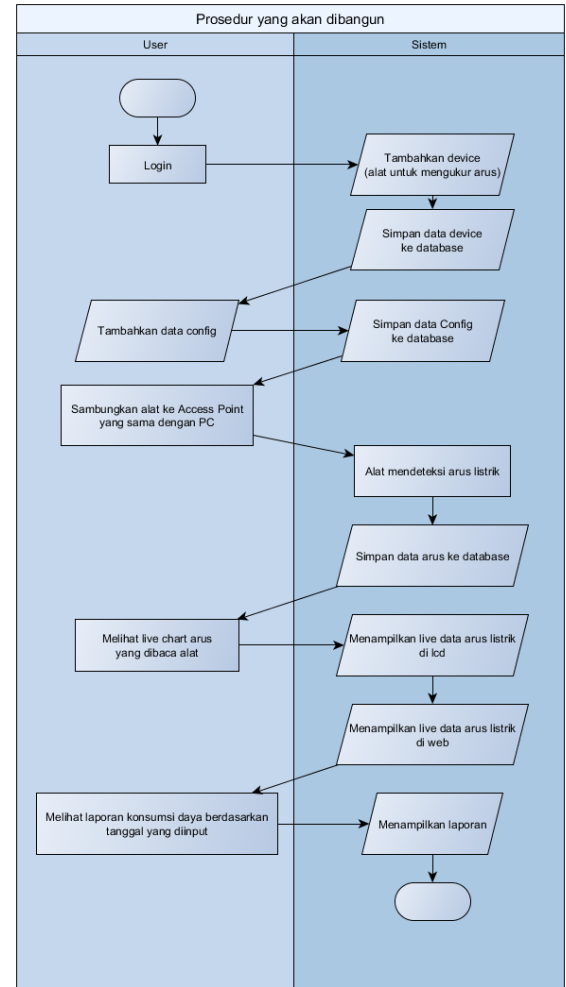
## 2.8 Hypertext Preprocessor

PHP (Hypertext Preprocessor) adalah Bahasa *server-side-scripting* yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman web yang dinamis. Karena PHP merupakan *server-side-scripting* maka sintaks dan perintah-perintah PHP akan dieksekusi di server kemudian hasilnya akan dikirimkan ke browser dengan format HTML. Dengan demikian kode program yang ditulis dalam PHP tidak akan terlihat oleh user sehingga keamanan halaman web lebih terjamin. PHP dirancang untuk membuat halaman web yang dinamis, yaitu halaman web yang dapat membentuk suatu tampilan berdasarkan permintaan terkini, seperti menampilkan isi basis data ke halaman web. PHP juga dapat berjalan pada berbagai *web server* seperti IIS (*Internet Information Server*), PWS (*Personal Web Server*), Apache, Xitami. PHP juga mampu berjalan di banyak sistem operasi yang beredar saat ini, diantaranya: Sistem Operasi Microsoft Windows (semua versi), Linux, Mac Os, Solaris. PHP dapat dibangun sebagai modul *web server* Apache dan sebagai *binary* yang dapat berjalan sebagai CGI (*Common Gateway Interface*). PHP dapat mengirim HTTP header, dapat mengatur *cookies*, mengatur *authentication* dan *redirect user* [9].

## III. Analisis dan Perancangan

### 3.1 Analisis Perangkat Lunak yang Dibangun

Berikut adalah fungsional dari rancang bangun perangkat lunak:



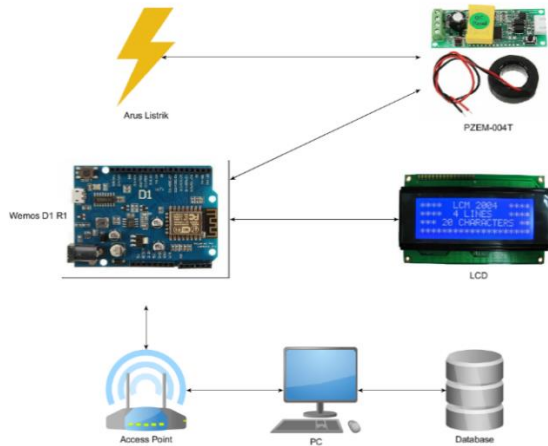
Fungsional perangkat lunak dapat dijelaskan seperti berikut:

- User login untuk mulai menggunakan perangkat lunak.
- User menambahkan data protipe alat, setiap alat memiliki nomor identifikasi yang unik dan harus didaftarkan terlebih dahulu untuk memulai koneksi.
- User menambahkan konfigurasi data biaya per-kWh.
- User harus menyambungkan prototipe alat ke access point yang sama dengan personal komputer agar dapat terkoneksi dengan basisdata.
- User dapat melihat data dengan waktu nyata berupa data arus yang diterima sensor, biaya konsumsi listrik, serta total waktu dari halaman website atau LCD pada prototipe alat.

f) User juga dapat melihat data laporan biaya konsumsi listrik sesuai alat berdasarkan rentang waktu yang dipilih.

### 3.2 Perancangan Mekanik

Prototipe alat yang dirancang dibentuk dari 2 bagian, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Merancang bentuk mekanik dari sistem monitoring arus listrik merupakan bagian dari perancangan perangkat keras sistem. Skema mekanik dari perangkat keras digambarkan:



Skema mekanik dari prototipe alat monitoring konsumsi energi arus listrik, dapat dijelaskan sebagai berikut:

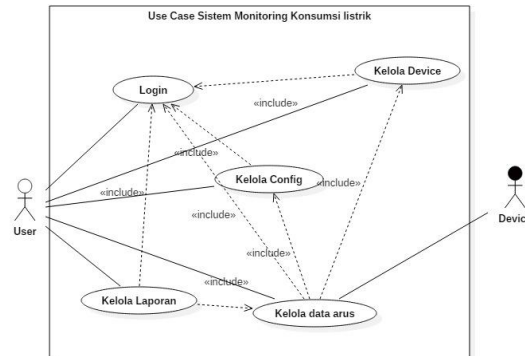
- 1) Prototipe alat ini menggunakan Wemos D1 R1 harus dikoneksikan terlebih dahulu dengan basisdata, melalui AP yang sama dengan personal komputer agar dapat mengirimkan log data arus atau menerima perintah dari user.
- 2) CT (*Current Transformer*) dimasukkan ke salah satu kabel yang ingin dimonitor penggunaan energi listriknya.
- 3) Wemos D1 R1 yang menerima log data dari PZEM-004T akan mengirimkan data tersebut ke basisdata melalui API.
- 4) Untuk perhitungan estimasi biaya dan grafik daya diolah di backend website dengan menggunakan data log yang di kirimkan prototipe alat ke basisdata untuk selanjutnya ditampilkan pada website.

### 3.3 Perancangan Sistem

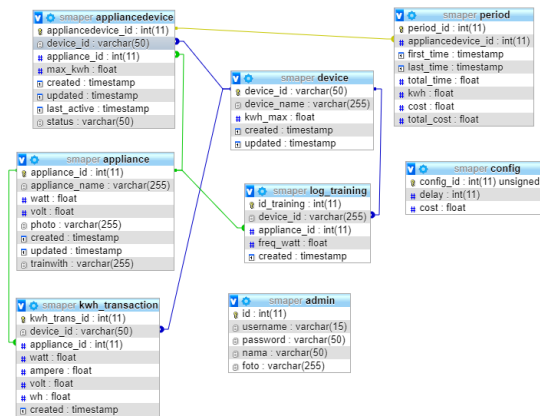
Perancangan sistem yaitu suatu proses untuk menentukan isi dan pengaturan data yang digunakan untuk mendukung berbagai rancangan sistem aplikasi perangkat lunak yang akan

dibangun. Perancangan menggunakan UML (*Unified Modelling Language*).

### Use Case



### Class Diagram



## IV. Implementasi dan Pengujian

### 4.1 Implementasi Perangkat Lunak

Untuk mendukung aplikasi sistem informasi relawan mahasiswa ini dibutuhkan perangkat lunak sebagai pendukung untuk menjalankan aplikasi diantaranya adalah sebagai berikut.

Perangkat Lunak	
Sistem Operasi	Windows 7 & Windows 10
Bahasa Pemrograman	Bahasa C Arduino, PHP Framework Codeigniter, HTML, AJAX, JavaScript, CSS
Aplikasi	Arduino IDE 1.6.1, sublime text editor, Postman, XAMPP, Browser, Power

	Designer, Fritzing, Microsoft Word 2019, StarUML
--	--

#### 4.2 Implementasi Perangkat Keras

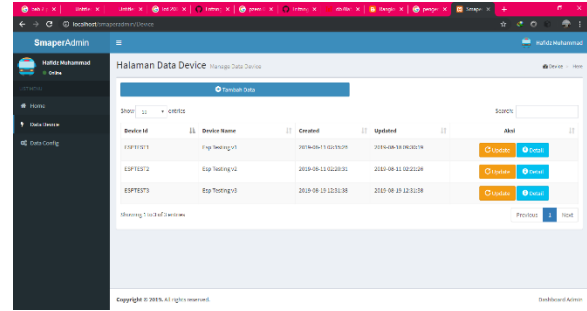
Perangkat keras yang diperlukan untuk keperluan menjalankan sistem aplikasi ini adalah sebagai berikut:

No	Nama Perangkat	Fungsi
1.	Harddisk	Sistem Operasi
2.	Processor	Untuk kecepatan transfer data dari sistem yang sangat bergantung pada kecepatan processor perangkat
3.	Memori	Memory system yang digunakan
4.	Mouse&Keyboard	Alat Pendukung
5.	Monitor	Menampilkan data saat pemrograman
6.	Wemos D1 R1	Mikrokontroler sistem yang akan dibuat
9.	Sensor Arus (PZEM – 004T)	Sensor pembaca arus listrik
10.	LCD	Module untuk menampilkan data yang dibaca oleh sensor arus
11.	Kabel Jumper	Alat untuk menghubungkan komponen-komponen
12.	Kabel USB	Sebagai penghubung power agar komponen menyala

#### 4.3 Tampilan Antarmuka Website

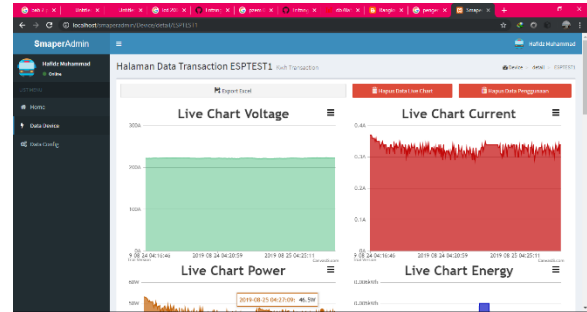
Halaman Login berfungsi sebagai halaman pengecekan keamanan sistem, sebelum user bisa menggunakan aplikasi, harus memasukkan username dan password sesuai dengan hak aksesnya.

Halaman Antarmuka Halaman Kelola Protipe Alat.



Halaman Kelola Peralatan Listrik berfungsi untuk menambahkan alat, mengupdate deskripsi alat, serta menampilkan daftar alat yang sudah ditambahkan.

#### Halaman Antarmuka Informasi



Halaman Informasi Alat berisi grafik data arus yang dikirimkan dari alat, menampilkan pemakaian listrik berdasarkan waktu, dan terdapat tombol untuk memindah data ke *spreadsheet* untuk menampilkan data pemakaian energi listrik menjadi format *spreadsheet*.

### V. Kesimpulan dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi pada prototipe alat dan aplikasi perangkat lunak yang dibangun dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

- Alat dapat mengukur konsumsi energi listrik secara waktu nyata, dan menampilkannya di LCD.
- Halaman website dapat menampilkan grafik penggunaan listrik, dan memperkirakan biaya yang harus dikeluarkan untuk konsumsi listrik suatu peralatan listrik yang terhubung dengan prototipe alat ini.

#### 5.2 Saran

Saran yang ingin disampaikan untuk mengembangkan aplikasi ini lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- a) Untuk memantau secara mobile, aplikasi dapat dikembangkan ke versi Android.
- b) Kapasitas prototipe alat dapat diperluas untuk menjangkau peralatan listrik yang lebih banyak, sesuai dengan kebutuhan suatu rumah tangga.

#### Daftar Pustaka

- [1] Lister, Edisi Keenam 1998. *Mesin Dan Rangkaian Listrik*, Penerbit Erlangga
- [2] Croft, Terrell. 1987. *American Electricians' Handbook (edisi ke-Eleventh Edition)*. New York: McGraw Hill. ISBN 0-07-013932-6.
- [3] Ashton, Kevin. 2017. *Making sense of IoT - How the Internet of Things became humanity's nervous systems*. Hewlett Packard Enterprise.
- [4] Situs Utama Wemos. (ONLINE). (<https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>)
- [5] Situs Library PZEM-004T. (ONLINE). (<https://github.com/olehs/PZEM004T>).
- [6] Handy Wicaksono. 1996 - Catatan Kuliah "Automasi 1". Teknik Elektro ... Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996).
- [7] Fathansyah, Ir. 1999. *Basis Data*. Informatika, Bandung : Informatika.
- [8] Wendy Willard, 2006. *HTML*. ISBN 9790072263787.
- [9] Arief, M.Rudianto. 2011. *emrograman Web Dinamis Menggunakan Php dan Mysql*. Yogyakarta : ANDI.