
SISTEM KONTROL DAN MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH BERBASIS *INTERNET Of THINGS*

Nurullah Yuli Sapriyanto¹⁾ Heri Pratikno²⁾ Musayyanah³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)14410200060@dinamika.ac.id, 2) heri@dinamika.ac.id, 3) musayyanah@dinamika.ac.id

Abstrak: Sistem pemantauan konsumsi daya listrik saat ini masih memiliki kekurangan baik secara sistem listrik pascabayar maupun prabayar. Sistem pemantauan hanya dapat dilakukan oleh pihak PLN yang dilakukan secara manual dengan melakukan pencatatan oleh petugas. Para pengguna hanya dapat melihat angka dari jumlah pemakaian setiap bulannya tanpa mengetahui jumlah nominal uang yang terpakai pada saat konsumsi listrik setiap waktu. Selain itu pengguna sering sekali tidak dapat mengontrol peralatan elektronik yang memiliki konsumsi daya listrik yang berlebihan. Dengan demikian dibutuhkan sistem yang dapat mengontrol penggunaan listrik dan menampilkan penggunaan daya listrik rumah. Dalam permasalahan diatas penulis memiliki ide yaitu membuat sistem kontrol penggunaan listrik, sehingga pemilik rumah dapat mematikan listrik serta dapat memantau penggunaan listrik dan dicatatkan dalam hitungan kWh beserta rupiah yang harus dibayarkan. Dalam pengujian ini penulis berhasil membuat sistem dengan rata-rata error tegangan 1.13% dan arus 4% dari 10 kali pengujian dengan menggunakan beban yang berbeda – beda.

Kata kunci: *Monitoring, Daya Listrik, kWh, Web.*

PENDAHULUAN

Sistem pemantauan konsumsi daya listrik yang ada saat ini masih memiliki kekurangan baik pada sistem listrik pascabayar maupun prabayar. Sistem pemantauan hanya dapat dilakukan oleh pihak PLN yang dilakukan secara manual dengan melakukan pencatatan oleh petugas. Para pengguna hanya dapat melihat angka dari jumlah pemakaian per bulannya tanpa mengetahui jumlah nominal uang yang terpakai untuk konsumsi listrik pada listrik rumah setiap waktu.

Selain itu, para pengguna sering sekali tidak dapat mengontrol peralatan elektronik yang memiliki konsumsi daya listrik yang berlebihan. Dengan demikian dibutuhkan sistem yang dapat digunakan sebagai upaya dalam melakukan penghematan. Di sisi lain, pemilik rumah dapat memonitoring dan mengontrol.

Perkembangan konsep *internet of things* (IoT) saat ini sudah sangat maju. Setiap kebutuhan manusia saat ini dapat dipenuhi dengan memanfaatkan jaringan internet. *Internet of things* merupakan sebuah sistem yang dapat

menghubungkan jaringan internet dengan sistem komputer. Dengan demikian, konsep IoT dapat digunakan dan diterapkan khususnya dalam melakukan pengontrolan monitoring daya listrik rumah dan pencatatan penggunaan daya listrik rumah.

Mengutip dari jurnal Hartono, dkk (2018) yaitu pengembangan sistem pemantauan konsumsi energi rumah tangga berbasis *internet of things*, penulis memiliki ide yaitu selain memantau konsumsi energi listrik mengembangkan sistem kontrol penggunaan listrik, sehingga pemilik rumah dapat mematikan listrik apabila lupa mematikan listrik ataupun melebihi beban listrik menggunakan relay.

Sistem kontrol–monitoring daya listrik rumah berbasis *internet of things* yaitu pembuatan sistem kontrol dan monitoring daya listrik rumah berbasis *internet of things* dan mengembangkan dari jurnal Hartono, dkk (2018), sehingga pengguna listrik dalam skala rumah dapat dipantau dan dikontrol dimana saja. Selain itu penulis menambahkan pencatatan daya konsumsi listrik rumah setiap hari yang dicatatkan dalam

webservice. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan PZEM-004T, relay sebagai saklar untuk mengatur hidup atau matiya barang elektronik dan untuk pencatatan daya konsumsi listrik setiap hari menggunakan database dan *webservice*.

LANDASAN TEORI

kWh Meter

Kilowatt jam (*hour*) atau biasa disebut kWh adalah sebuah satuan energi. Energi yang dikirim oleh peralatan listrik biasanya diukur dan diberi biaya menggunakan satuan kWh. kWh adalah produk tenaga kilowatt dikali waktu dalam jam. Semakin besar peralatan berdaya tinggi memiliki label daya pada bagian belakang peralatan elektronik. Label pada belakang peralatan elektronik dilambangkan “W” (Watt). Nilai Watt apada peralatan elektronik merupakan daya maksimum yang digunakan pada peralatan saat kondisi menyala. Rumus kWh dapat dilihat dibawah ini:

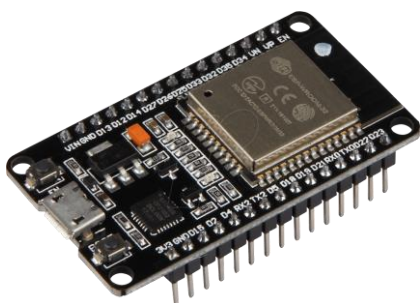
$$kWh = Watt * (hour / 1000)$$

Dalam contoh ini untuk menghitung kWh yaitu sebuah kipas menyala dalam sehari 8 jam dengan daya 250 watt serta total yang harus dibayarkan.

$$kWh = 250 Watt * (5/1000) = 1.25 kWh$$

Setelah menemukan jumlah kWh dapat dihitung tarif listrik yang digunakan dengan mengalikan kWh dengan tarif dasar listrik rumah (900VA) yaitu Rp. 1.352 x 1.25 kWh = Rp. 1.690

Mikrokontroler ESP-32



Gambar 2. Mikrokontroler ESP-32

(Sumber: <https://www.ngulik.id/2020/03/instalasi-board-esp32-pada-arduino-ide.html>)

ESP32 dikenalkan oleh Espressif System yang merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. ESP32 kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IoT (Internet of Things). Mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroler host. ESP32 adalah chip dengan WiFi 2.4GHz dan bluetooth dengan desain teknologi 40nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya. (Pradana, 2019)

LCD 16x2

Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu system yang menggunakan mikrokontroler. Pada gambar 2.2 LCD berfungsi sebagai penampil suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCD m1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16x2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.



Gambar 1. LCD16x2

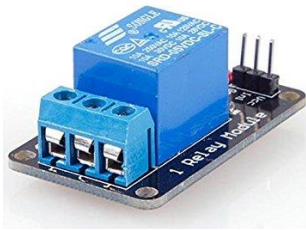
(Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/elektronik-lainnya/bxfoea-jual-lcd-16x2>)

Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar / *switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh dengan relay yang menggunakan electromagnet 5V dan 50mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi

sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Sensor PZEM-004T



(Sumber:



lako-



Gambar 4. PZEM004T

(Sumber:

<https://www.nndigital.com/blog/2019/07/10/mengenal-pzem-004t-modul-elektronik-untuk-alat-pengukuran-listrik>)

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur *voltage* / tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan *power factor* yang dihubungkan melalui Arduino atau *platform opensource* lainnya. Dimensi fisik dari sensor PZEM-004T adalah 3.1 x 7.4 cm. Modul PZEM-004T menggunakan kumparan trafo arus berdiameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A.

MySQL

MySQL adalah salah satu *database management system* (DBMS) dari sekian banyak DBMS seperti Oracle, MS SQL, PostgreSQL, dan lainnya. MySQL berfungsi untuk mengolah *database* menggunakan Bahasa SQL. MySQL bersifat *opensource*, sehingga kita bias menggunakannya secara gratis. Pemrograman PHP juga sangat mendukung / *support* dengan database. MySQL Database adalah sekumpulan tabel-tabel yang berisi data dan merupakan kumpulan dari *field* atau kolom. Struktur file yang menyusun sebuah *database* adalah *Data Record* dan *Field*. Data adalah suatu satuan informasi yang diolah.

Apache

Apache adalah sebuah nama *web server* yang bertanggung jawab pada *request-response* HTTP dan logging informasi secara detail (kegunaan dasarnya). Selain itu, Apache juga diartikan sebagai suatu *web server* yang kompak, modular, mengikuti standar protokol HTTP, dan tentu saja sangat digemari. Kesimpulan ini dapat didapatkan dari jumlah pengguna yang jauh melebihi para pesaingnya. Sesuai hasil survei yang dilakukan oleh netcraft, bulan januari 2005 saja jumlahnya tidak kurang dari 68% pangsa *web server* yang berjalan di internet. Ini berarti jika semua *web server* selain apache digabung, masih belum dapat mengalahkan jumlah Apache. Apache memiliki fitur-fitur canggih seperti pesan kesalahan yang dapat dikonfigurasi. Autentikasi berbasis basis data dan lain-lain. Apache juga didukung oleh sejumlah antarmuka pengguna berbasis grafik (GUI) yang memungkinkan penanganan *server* menjadi mudah. Apache merupakan perangkat lunak sumber terbuka dikembangkan oleh komunitas terbuka yang terdiri dari pengembang-pengembang dibawah naungan Apache Software Foundation.



Gambar 5. PZEM004T

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server)

Blynk

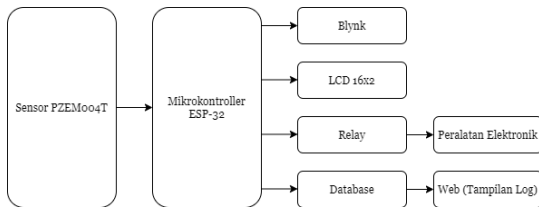
Penggunaan sistem kontrol relay menggunakan *platform* Blynk. Menurut jurnal Adi Prayitno Wahyu (2017) Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Aplikasi yang disediakan oleh Blynk sendiri masih disusun sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi Blynk pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program Blynk dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada *smartphone*, penyusunan tampilan aplikasi dapat

disesuaikan sendiri sesuai dengan selera, dan aplikasi Blynk ini gratis.



Gambar 6. Platform Aplikasi Blynk
(Sumber: <https://www.pinterest.com/pin/863706034756896481/>)

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

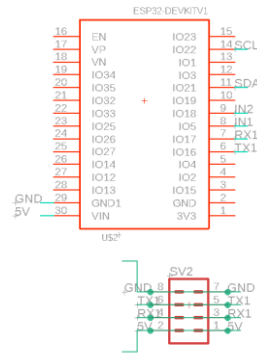


Gambar 7. Blok diagram sistem

Penjelasan pada blok diagram gambar 7 yaitu nilai Tegangan (V), Arus (I), Daya(W), Energi Yang Digunakan (kWh), *Frequency* (Hz) *Power Factor* (pF) yang ditarik melalui protocol komunikasi (UART) PZEM menuju ESP32, nilai tersebut diproses pada mikrokontroler lalu dikirim menuju aplikasi Blynk dan ditampilkan pada layar LCD 16x2, selain itu setiap 1 jam sekali nilai yang didapat pada PZEM 004T dikirim nilainya pada database. Selain itu kontrol jarak jauh pada aplikasi Blynk dapat dilakukan untuk memutus aliran listrik menggunakan relay.

Perancangan Perangkat Sistem PZEM004T

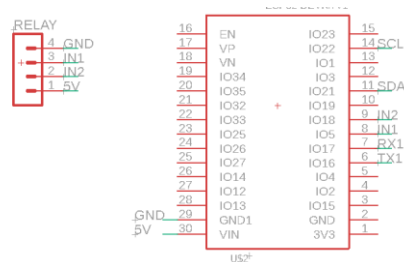
Dalam tahap ini PZEM004T digunakan sebagai penghitung nilai tegangan arus watt serta energi yang digunakan yang secara otomatis terhitung dan terbaca oleh PZEM004T dan dikirim melalui UART, sehingga nilai dapat terbaca pada mikrokontroler.



Gambar 8. Perancangan Perangkat PZEM004T

Perancangan Perangkat Sistem Relay

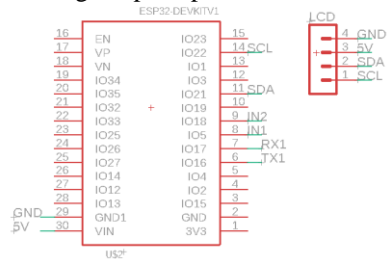
Dalam tahap ini penulis melakukan perancangan terdapat pin relay yang digunakan dan dihubungkan pada ESP32. Relay berfungsi sebagai pemutus aliran listrik yang di kontrol melalui aplikasi Blynk.



Gambar 9. Perancangan perangkat relay

Perancangan Sistem LCD 16x2 I2C

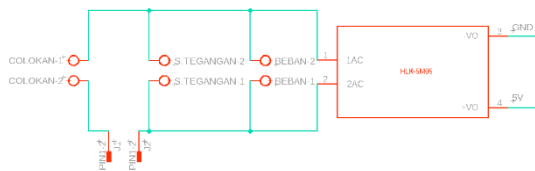
Dalam tahap ini LCD berfungsi sebagai penampil data yang telah diperintah oleh mikrokontroler, sehingga dapat dipantau juga melalui LCD 16x2. GPIO I2C yang tersedia pada ESP32 terdapat pada GPIO 21 (SDA) dan GPIO 22 (SCL) dihubungkan pada pin I2C LCD.



Gambar 10. Perancangan Sistem LCD serta Koneksi antar Pin ES32 dengan LCD 16x2 I2C.

Perancangan Sistem Regulator Switching AC-DC

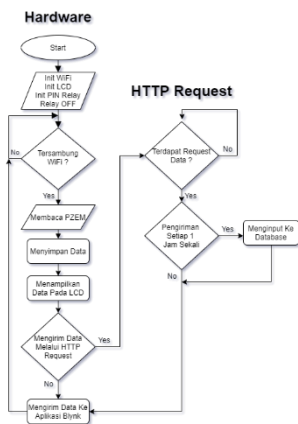
Dalam tahap ini penulis menggunakan sistem regulator AC-DC menggunakan HLK-5M05 sebagai sumber power pada mikrokontroler ESP32, HLK-5M05 merupakan power supply yang mengubah tegangan AC 100-240VAC menjadi tegangan DC 5 Volt dengan *output current* 5W (1A). Pada penelitian ini *regulator switching* dihubungkan dengan sensor CT (*Current Transformer*) arus serta dihubungkan dengan sensor tegangan yang terhubung pada PZEM004T.



Gambar 7. Perancangan Sistem Regulator Switching (AC-DC) Beserta Sensor Arus (Current Transformer)

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada tahap ini flowchart kerja alat dapat dilihat pada gambar 12. Inis WiFi adalah inisialisasi *access point* yang digunakan dalam menghubungkan ESP32 dengan jaringan WiFi *local* yang disambungkan pada ESP32. Inis LCD merupakan inisialisasi pin I2C yang digunakan sebagai LCD. Inis Pin Relay merupakan inisialisasi pin relay yang digunakan sebagai pemutus atau penghubung aliran listrik melalui aplikasi Blynk.



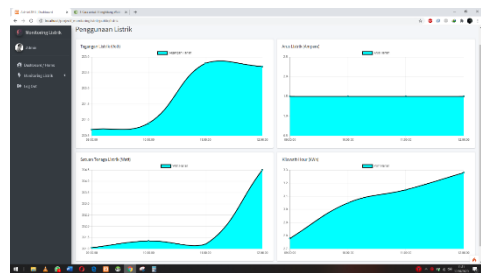
Gambar 92. Flowchart

Pengecekan pada ESP32 apakah sudah tersambung pada jaringan WiFi lokal, apabila belum tersambung ESP32 mencoba menghubungkan pada WiFi secara terus menerus. Setelah tersambung pada jaringan WiFi program membaca PZEM004T, nilai yang terbaca disimpan terlebih dahulu untuk ditampilkan pada LCD 16x2. Setelah itu pengiriman data dapat melalui HTTP Request, pada HTTP request dicek lagi apakah data memenuhi kriteria dalam 1 jam sekali pengiriman, jika memenuhi kondisi tersebut, maka data disimpan pada database.

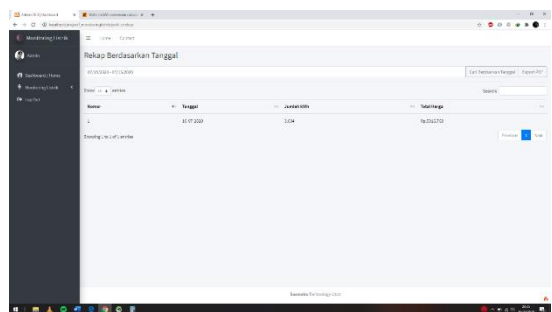
Perancangan Web Admin

Pada perancangan web admin penulis menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework codeigniter*. Pada perancangan halaman web ini admin memberi chart pada tampilan web, sehingga dapat melihat penggunaan listrik hari ini. Selain itu terdapat fitur rekap dimana fitur ini berfungsi merekap penggunaan kWh setiap hari.

Pada gambar 13 merupakan tampilan web dengan chart penggunaan listrik hari ini, terdapat nilai tegangan listrik (*Volt*), Arus Listrik (*Ampere*), Satuan Tenaga Listrik (*Watt*), *Killowat Hour* (kWh), sehingga dapat melihat pergerakan listrik rumah dari setiap jam.

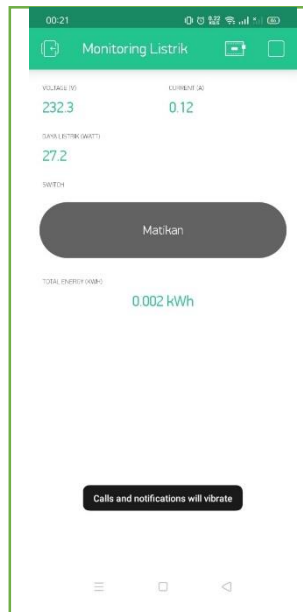


Gambar 103. Tampilan Web penggunaan listrik



Gambar 84. Tampilan rekap berdasarkan tanggal

Perancangan Aplikasi Blynk



Gambar 11. Tampilan Aplikasi Blynk

Pada gambar 15 merupakan tampilan Aplikasi Blynk dimana terdapat tampilan nilai *Voltage(V)*, *Current(A)*, Daya Listrik (*Watt*), Total Energi (*kWh*), serta tombol untuk menghidup / mematikan relay.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Perangkat Monitoring Listrik

Tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui apakah secara sistem keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui kerja dari sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pada pengujian pertama penulis menggunakan multimeter baik tegangan maupun arus dalam membandingkan nilai dari PZEM. Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel pengujian tegangan

| Beban | Multi meter | PZEM 004T | Error (%) |
|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Kipas | 229,2 | 232,4 | 1,4 |
| Lampu | 229,8 | 232,1 | 1 |
| Dispenser | 228,8 | 231,5 | 1,2 |
| Laptop | 229,7 | 232,4 | 1,2 |
| Setrika | 229,5 | 232,1 | 1,1 |
| Televisi | 230,2 | 232,5 | 1 |
| Komputer | 230,8 | 233,3 | 1,1 |
| Solder | 227,8 | 230,1 | 1 |
| R Cooker | 229,6 | 232,3 | 1,2 |
| Speaker | 228,9 | 231,4 | 1,1 |

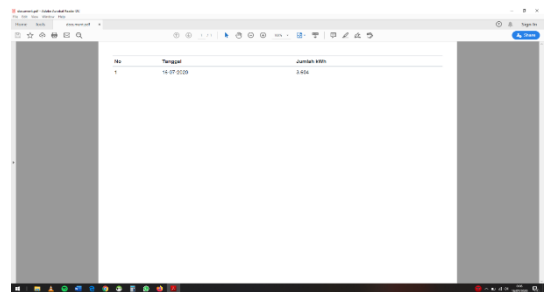
Tabel 2. Tabel pengujian arus

| Beban | Multi meter | PZEM 004T | Error (%) |
|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Kipas | 0,26 | 0,25 | 4 |
| Lampu | 0,08 | 0,07 | 4 |
| Dispenser | 0,81 | 0,82 | 4 |
| Laptop | 0,26 | 0,27 | 4 |
| Setrika | 1,49 | 1,50 | 4 |
| Televisi | 0,42 | 0,43 | 4 |
| Komputer | 1,14 | 1,15 | 4 |
| Solder | 0,34 | 0,35 | 4 |
| R Cooker | 0,32 | 0,33 | 4 |
| Speaker | 0,14 | 0,15 | 4 |

Pada hasil pengujian diatas terdapat rata-rata error tegangan 1.2% dan arus 4% dari hasil 4 kali pengujian dengan menggunakan beban yang berbeda-beda.

Pengujian Perangkat Selama 4 Jam

Pada pengujian dari proses ini untuk mengetahui apakah seberapa baik monitoring listrik ini bekerja dalam memonitoring penggunaan listrik. Pengujian ini dilakukan selama 4 jam dengan beban yang berbeda, dengan melihat data yang tersimpan dalam database dan ditampilkan dalam database MySQL.



Gambar 16. Tampilan Print PDF berdasarkan tanggal

Tabel 3. Pengujian alat selama 4 jam dengan beban yang berbeda

| No | Jam | Tegangan | Arus | Watt | kWh |
|----|-----------------|----------|------|------|------|
| 1 | Dispenser | 231.5 | 0.82 | 190 | 0.48 |
| 2 | Laptop | 232.4 | 0.27 | 63.1 | 0.26 |
| 3 | Kipas | 232.4 | 0.25 | 58.6 | 0.23 |
| 4 | Lampu | 232.1 | 0.07 | 16.2 | 0.06 |
| 5 | Setrika Listrik | 232.1 | 1.5 | 350 | 1.4 |
| 6 | Televisi | 232,5 | 0,43 | 100 | 0,4 |
| 7 | Komputer | 233,3 | 1,15 | 270 | 1,08 |
| 8 | Solder | 230,1 | 0,35 | 80 | 0,32 |
| 9 | Rice Cooker | 232,3 | 0,33 | 77 | 0,31 |
| 10 | Speaker | 231.4 | 0,15 | 34,7 | 0,14 |

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut:

1. Monitoring listrik menggunakan web dapat diakses melalui *web browser* dengan jaringan WiFi yang sama dengan menggunakan *web browser chrome*.
2. Pada hasil pengujian terdapat rata – rata *error* tegangan 1,2% dengan rata *error* arus 4% dari hasil 4 kali pengujian dengan menggunakan beban yang berbeda – beda melalui perbandingan pengukuran menggunakan multimeter dengan hasil sensor arus dan sensor tegangan.

Saran

1. Menggunakan aplikasi buatan sendiri pada sistem monitoring dan kontroling peralatan listrik berbasis Android, sehingga mempunyai antar muka sesuai dengan kebutuhan dan keperluan sendiri dibandingkan menggunakan aplikasi Blynk.
2. Selain menggunakan aplikasi Blynk dapat juga menggunakan aplikasi Cayenne atau Thingspeak.

DAFTAR PUSTAKA

- Fifadhlillah, J. (2016). Prototype Kwh Meter Dengan Transmisi Nirkabel Berbasis Arduino Uno. Universitas Negeri Yogyakarta.
- H. D. Septama, "Smart Wirehouse: Sistem Pemantauan Dan Kontrol Otomatis Suhu Serta Kelembaban Gudang," *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi, dan Aplikasi (SeNTiA)*, p. 1, 2018.
- Kurniawan, M. I., Unang Sunarya, & Rohmat Tulloh, (2018). *Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger*. ELKOMIKA. 6(1), 1 - 15.
- M. S. Budiawan, "Sistem Pengendali Beban Arus Listrik," Fakultas Saint dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Makassar, 2017.
- Santoso Budi Hartono, dkk., "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT)". Fakultas Teknik Konversi Energi. Politeknik Negeri Bandung, 2018.
- Sri Suryaningsih, Sahrul Hidayat, &Faisal Abid, (2016). Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga

Berbasis Internet. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016. Volume V Oktober.