

## SISTEM *MONITOR* DAN KONTROL LISTRIK SECARA *REAL TIME* BERBASIS MIKROKONTROLER

### *REAL TIME MONITORING CONTROL SYSTEM FOR HOUSEHOLD ELECTRICAL SYSTEM BASED ON MICROCONTROLLER*

Fikri Muhammad Farhan<sup>1</sup>, Endang Rosdiana<sup>2</sup>, Indra Wahyudin Fathonah<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>fikrimfarhan@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>endang.rosdiana@gmail.com, <sup>3</sup>indrafathonah@gmail.com

#### Abstrak

Energi listrik adalah suatu energi yang tidak akan bisa lepas dari kebutuhan manusia sehari – hari. Dalam penggunaannya, masih jarang orang yang memperhatikan penggunaan energi listrik yang dikonsumsi oleh beban dikarenakan kurangnya pemantauan energi dan biaya yang terpakai oleh perangkat elektronik, serta biaya yang harus dikeluarkan. Di samping itu pemakaian energi listrik akan boros bilamana pemakaian perangkat elektronik tidak terpantau dan terkendali. Untuk itu telah dilakukan pembuatan alat yang dapat memonitor sekaligus mengontrol penggunaan energi dan biaya listrik yang dikeluarkan melalui LCD dan smartphone. Dari proses penelitian diperoleh data *error %* dengan, arus 2.6%, daya 2.36% energi 0.3% dan biaya 0.3%.

**Kata kunci:** daya, energi, biaya, listrik, monitor, smartphone, LCD

#### Abstract

Electrical energy is an energy that cannot be separated from human daily needs. In its use, there are still few people who pay attention to the use of electrical energy consumed by the loads, due to lack of energy and costs monitoring used by electronic devices, and costs to be paid. Besides, the use of electrical energy will wasteful when the use of electronic devices is not monitored and controlled. For this reason, a tool for monitoring and controlling energy usage and electricity costs has been developed through LCD and smartphone. Several data were obtained from the results of the research process. Including % error data, 2.6% current, 2.36% power, 0.3% energy, and 0.3% costs.

**Keyword:** power, energy, cost, electrical, monitoring, smartphone, LCD

#### 1. Pendahuluan

Energi listrik tidak lepas dalam kehidupan manusia untuk kebutuhan sehari-hari. Energi listrik berfungsi untuk menyalakan atau memadamkan alat elektronik, seperti lampu, mesin pompa air, komputer, blender, dll. Akan tetapi dalam penggunaannya masih banyak orang yang kurang memperhatikan berapa kebutuhan energi listrik yang sedang dikonsumsi oleh beban untuk kebutuhan sehari – hari, sehingga setiap orang perlu memantau berapa energi listrik yang dipakai dan berapa harga yang seharusnya dibayarkan agar menjadi pembandingan dengan harga yang sebenarnya.

Kementrian Energi dan Sumber Daya Minera (ESDM) mencatat konsumsi listrik meningkat dari tahun ke tahun pada tahun 2018 berada di 1.064 kilo Watt hour (kWh). Konsumsi listrik nasional tercatat di 2018 adalah yang tertinggi dari tahun 2017 dan 2016. Pada tahun 2017, tercatat di 1.012kWh, sedangkan 2016 hanya di 956 kWh[1]. Oleh karena itu agar penggunaan energi listrik lebih hemat maka perlu direduksi dengan mengecek dan mengontrol penggunaan konsumsi energi listrik secara berkala, sehingga dapat digunakan secara bijak. Untuk itu diperlukan alat untuk mengontrol dan memantau berapa biaya energi listrik. Dalam pembuatan alat pemantau dan kontrol jarak jauh ini, sebetulnya sudah ada beberapa penelitian yang berbeda – beda, seperti merekam waktu dan mengukur energi listrik, rancang bangun dan proteksi energi listrik skala rumah tangga, rancang bangun sistem monitoring energi listrik pada fotovoltaik [2], *prototype monitoring* pengukuran beban dan biaya listrik dengan mikrokontroler Arduino pada pelanggan pascabayar berbasis web[3]. Namun dikarenakan masih sedikitnya alat kontrol dan monitor ini, maka diperlukan suatu pengembangan, selain dimonitor energi dan biaya listrik, alat ini diharapkan dapat dikontrol dari jauh melalui *website* kapanpun dan dimanapun untuk memadamkan atau menyalakan listrik dan dapat dipantau juga di LCD secara langsung dengan menampilkan biaya penggunaan tegangan, arus, daya, energi listrik, waktu dan status listrik apakah dalam keadaan padam atau menyala

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Hukum Ohm

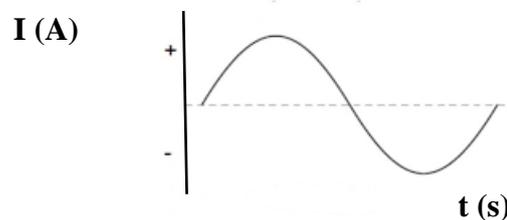
Jika sebuah penghantar/hambatan/resistansi dilewati oleh sebuah arus, maka pada kedua ujung penghantar tersebut akan muncul beda potensial. Menurut Hukum Ohm, beda potensial atau tegangan tersebut berbanding lurus dengan arus yang mengalir melalui bahan tersebut[4].

#### 2.1.1 Arus

Arus didefinisikan sebagai muatan terhadap waktu, atau pengertian lainnya adalah muatan yang mengalir dalam satuan waktu. Jadi, arus sebenarnya adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul arus, tetapi ketika muatan tersebut diam maka arus-pun akan hilang. Muatan akan bergerak jika ada beda potensial dari dua kutub.[4].

#### 2.1.2 Arus bolak – balik (Alternating Current/AC)

Arus AC adalah arus yang mempunyai nilai polaritas yang berubah – ubah terhadap satuan waktu. Pada satu waktu nilai polaritasnya positif, tetapi pada selang waktu lain nilai polaritasnya negatif [4]. Seperti yang digambarkan berikut.



Gambar 2.2 Gelombang AC.

#### 2.1.3 Tegangan

Tegangan (*voltage*) atau sering disebut sebagai beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan muatan sebesar satu Coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Atau, dengan kata lain, jika suatu muatan sebesar satu Coulomb digerakan atau dipindahkan, maka akan terdapat beda potensial pada kedua terminalnya. [4].

#### 2.1 Daya

Daya listrik adalah suatu energi yang mengalir pada rangkaian. Energi listrik dihasilkan dari tegangan listrik sebagai sumber energi yang akan menyerap daya listrik oleh beban yang saling tersambung. Tingkat konsumsi energi oleh rangkaian pada beban adalah energi listrik. Contoh beban yang digunakan seperti lampu pijar yang akan memanfaatkan energi listrik menjadi energi lain sebagai penerangan, sedangkan setrikaan yang akan menyerap energi listrik dan mengubahnya menjadi energi panas [5]. Perumusan daya listrik dapat dilihat pada (2.4):

$$P = V \times I \quad (2.4)$$

## 2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang dapat diisi perintah dengan memberi program untuk menjadikannya sebagai otak yang ada pada nodemcu 8266 untuk menjalankan tugasnya memberikan output untuk pengendalian suatu kinerja yang di inginkan. Mikrokontroler yang akan digunakan adalah nodemcu 8266.

## 2.3 Relay

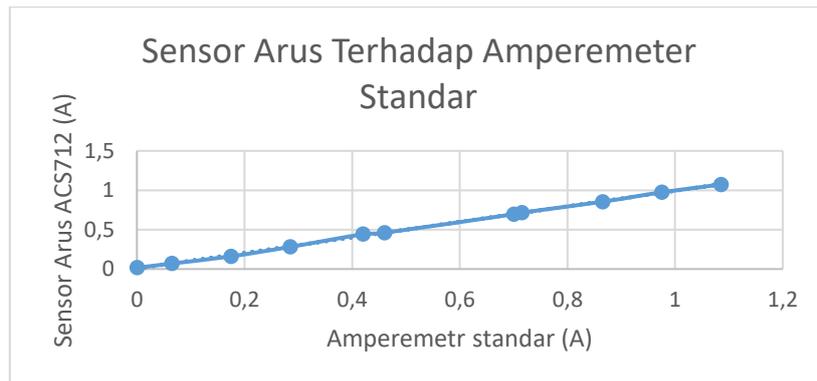
Relay adalah suatu komponen untuk menyalakan atau mematikan listrik yang berfungsi sebagai saklar. Relay dapat bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan arus yang mengalir, ketika sebuah besi yang ada pada relay telah diberi *coi/lilitanl* akan timbul gaya elektromagnetik, kemudian akan menarik armature dan terjadi kontak dan sebaliknya jika tidak di aliri arus maka akan kembali ke keadaan semula karena memiliki sebuah pegas yang menariknya ke keadan semula atau padam.

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Kalibrasi Sensor Arus (ACS712 5A)

Kalibrasi sensor dilaksanakan dengan merangkai kabel yang dihubungkan pada sensor arus secara seri lalu melakukan *trial and error* pada program dan kemudian dibandingkan dengan nilai arus sebenarnya yang terbaca oleh amperemeter. Agar nilai arusnya bervariasi maka diberikan lampu dengan daya yang berbeda-beda menggunakan beban resistif.

Setelah merancang rangkaian pembacaan arus selanjutnya melakukan perhitungan dengan mengimplementasikan persamaan (2.1) pada tegangan (V) 230V. Agar dapat diperoleh arus yang bervariasi, maka diberikan daya yang berbeda - beda secara kontinyu sehingga hasil perbandingan antara sensor arus dan amperemeter diperoleh seperti Gambar 4.2 sebagai berikut.



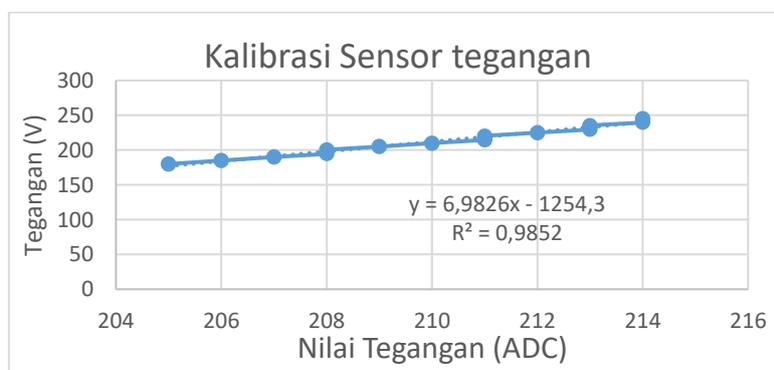
**Gambar 4.2** Grafik hasil kalibrasi sensor arus ACS712 5A

Gambar 4.2 menunjukkan data grafik hasil kalibrasi sensor arus ACS712 5A. Persamaan regresi liniernya dari hasil tersebut diperoleh  $y = 0,9862x + 0,0071$  dan nilai linieritas  $R^2 = 0,9993$ . Nilai tersebut selanjutnya akan diproses oleh mikrokontroler menjadi data yang disesuaikan dengan nilai pada alat ukur standar dengan keluaran *error%* rata - rata yaitu 2,6 %, namun hasil yang diperoleh juga dapat mengalami ke tidak stabilan yang menyebabkan arus yang terbaca tidak akurat atau menjadi *error* yang disebabkan karena kesalahan manusia, sumber listrik yang berubah - ubah setiap waktu dan faktor lingkungan yang tidak mendukung. Perhitungan matematis *error* energi listrik seperti pada (4.1).

#### 4.1.2 Sensor Tegangan (ZMPT101B)

Kalibrasi sensor tegangan dilaksanakan dengan merangkai kabel secara paralel yang dihubungkan dengan sensor tegangan bersama dengan beban yang dipakai. Agar sumber tegangan dapat diubah ubah nilainya maka digunakan variabel AC agar nilai yang terbaca memiliki keakuratan yang lebih baik.

Setelah merancang rangkaian pembacaan sensor tegangan selanjutnya dibandingkan kesesuaian pembacaan antara sensor tegangan dengan voltmeter dengan mengubah variabel AC sehingga diperoleh hasil data pengukuran seperti pada Gambar 4.4 sebagai berikut.

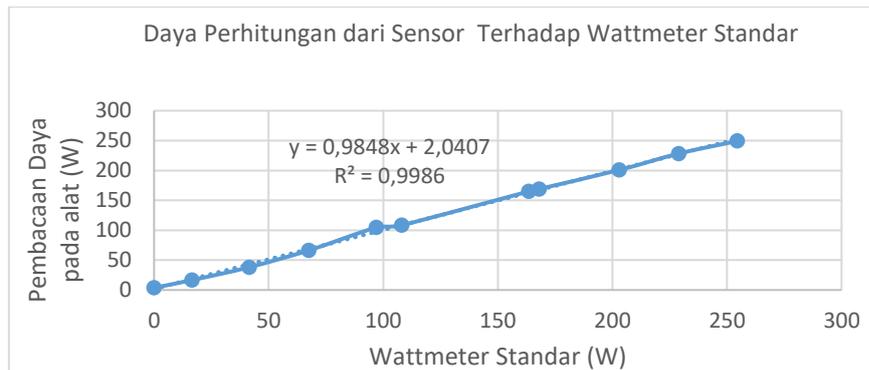


**Gambar 4.4** Grafik hasil kalibrasi sensor tegangan

Pada Gambar 4.4 menunjukkan grafik hasil kalibrasi dari sensor tegangan ZMPT101b. Setelah data diperoleh dimasukkan kedalam program untuk disesuaikan perhitungannya oleh mikrokontroler agar nilai tegangan yang dirancang sama dengan nilai yang terbaca pada voltmeter, sehingga pembacaan yang semulanya belum sesuai setelah dikalibrasi pembacaan menjadi sesuai atau mendekati nilai tegangan yang sebenarnya terbaca oleh alat ukur standar.

#### 4.1.3 Pengukuran Daya listrik

Setelah melakukan kalibrasi dan karakterisasi pada sensor arus dan tegangan maka selanjutnya akan dilakukan pengukuran daya dengan mengkalkulasi sensor arus dan sensor tegangan sehingga diperoleh nilai daya. Setelah daya diperoleh kemudian dibandingkan dengan Wattmeter. Hasil pengukuran tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.5. Agar nilai daya yang diberikan bervariasi maka diberikan beban dengan daya yang berbeda-beda.



**Gambar 4.5** Grafik hasil perhitungan daya yang terukur.

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat ditinjau bahwa daya yang terbaca dari proses perhitungan antara sensor arus dengan sensor tegangan menghasilkan daya yang mendekati nilai akurat dari persamaan linier  $y = 0,9836x + 1,9825$  dan linieritas  $R^2 = 0,9985$  persamaan ini diperoleh dari data yang terbaca oleh sensor dengan Wattmeter. Maka diperoleh hasil perbandingan seperti pada Tabel 4.1 sebagai berikut

#### 4.1.4 Pengukuran Energi listrik

Setelah pengukuran daya dilakukan, maka selanjutnya proses pengukuran energi listrik dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Energi} = \frac{\text{daya} * 3600}{1000} = \text{kWh} \quad (4.1)$$

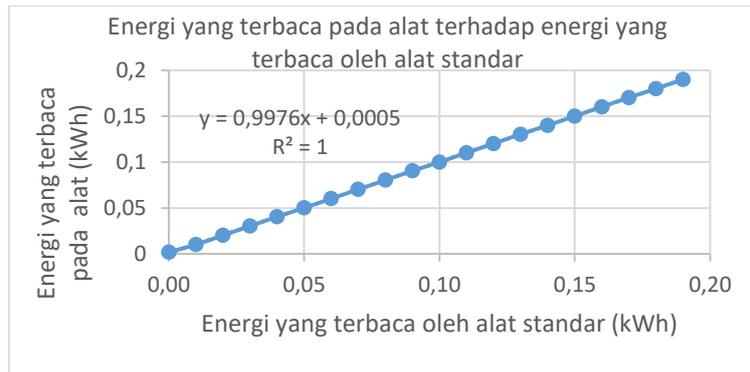
Dengan :

Energi = Energy (kWh)

3600 = Waktu 1jam dalam detik (t)

1000 W = 1 kiloWatt (kW)

lalu membandingkannya dengan energi meter. Pengukuran dimulai dari lampu dalam keadaan padam hingga dimulai dengan daya dari 15 W hingga 250 W yang diukur secara diskrit, maka diperoleh hasil pengukuran energi listrik seperti pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Grafik energi yang terukur.

Dari Gambar 4.6 di atas diperoleh perbandingan antara energi keseluruhan yang terbaca oleh sensor dengan yang terbaca oleh alat ukur standar. Hasil energi tertinggi yang terbaca alat yaitu 0,19013 kWh dan alat ukur standar 0,19 kWh dengan nilai error% rata – rata yaitu 0,3 %. Dari data tersebut, nilai yang terukur oleh sensor mendekati nilai yang terbaca oleh alat ukur standar. Perhitungan matematis error energi listrik seperti pada (4.1).

4.1.5 Perhitungan Biaya listrik

Dari data Gambar 4.7 diperoleh perbandingan biaya yang harus dibayarkan selama pemakaian lampu berlangsung. Biaya yang harus dibayarkan ditentukan berdasarkan seberapa besar energi yang terpakai oleh beban, sehingga biaya dari energi listrik yang terpakai dapat dihitung lalu diperoleh data perbandingan antara keseluruhan data yang terbaca oleh sensor dengan perhitungan energi dengan tarif dasar listrik yaitu Rp1.467, Hasil yang tertinggi didapat pada Rp278,92 dan Rp278,73 dengan error % rata - rata yaitu 0,3%. Perhitungan error biaya listrik secara matematis sebagai berikut.

$$Error (\%) = \frac{(\text{nilai alat standar} - \text{nilai sensor})}{\text{nilai alat standar}} \times 100 \quad (4.2)$$

Dengan:

Nilai sensor = energi yang terbaca oleh sensor

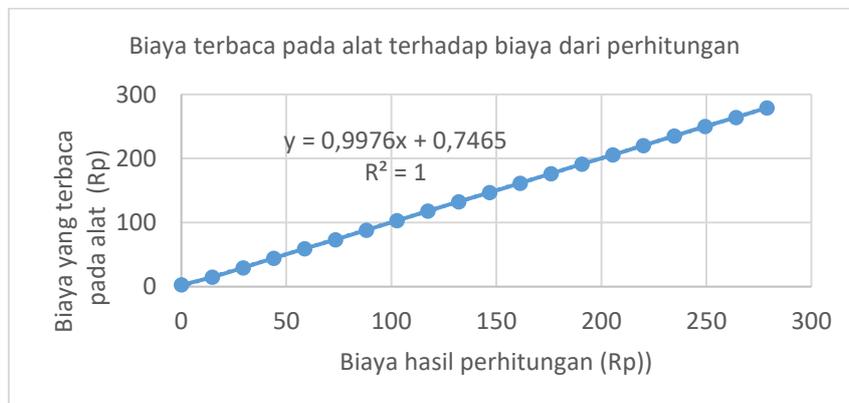
Nilai alat standar = energy yang terukur oleh *Electrical Energy Meter*

$$\text{Biaya listrik} = \text{Daya} \times \text{Tarif dasar listrik} \quad (4.3)$$

Dengan:

Biaya Listrik = Biaya penggunaan listrik(Rp)

$$\text{Tarif dasar listrik} = \frac{Rp1.467}{kWh}$$



Gambar 4.7 Biaya yang terbaca pada alat

#### 4.1.6 Menampilkan Tampilan Website



**Gambar 4.8** Tampilan pemantauan dan kontrol *website*

Gambar 4.8 menunjukkan informasi penggunaan energi, biaya, daya, arus, waktu dan tegangan agar dapat dimonitor dan dikontrol dari jarak jauh melalui *website*. Sehingga dapat dicek kapan saja dan dikontrol dimanapun sesuai kebutuhan.

Keterangan menu pada Gambar 4.8 sebagai berikut:

- "Klik disini" sebagai tombol untuk menyalakan atau mematikan lampu/beban melalui *website*.
- "The light is ON" menyatakan lampu dalam keadaan sedang menyala
- "The light is OFF" menyatakan lampu dalam keadaan sedang padam.

#### 4.1.7 Tampilan LCD

Gambar 4.9 berikut memperlihatkan data tentang tegangan, jam, daya, tanggal, bulan, tahun, energi, arus dan biaya penggunaan hasil pemakaian listrik ditempat melalui LCD dan alat standar seperti pada Gambar 4.10. sebagai berikut

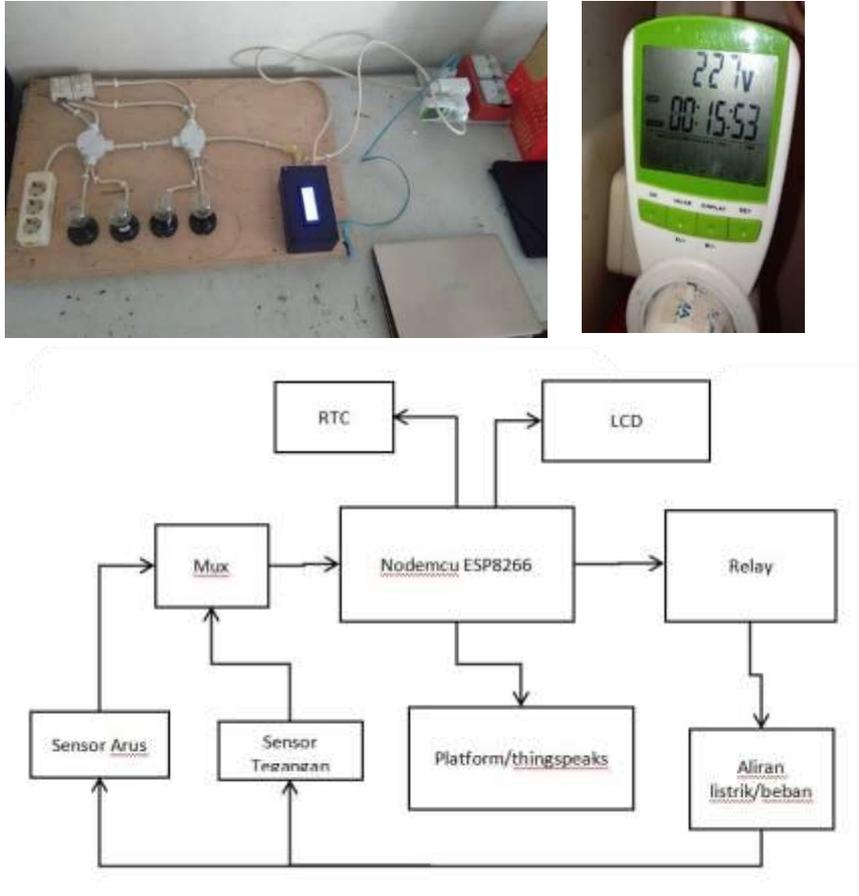


**Gambar 4.9** Tampilan pada LCD.

Gambar 4.9 menunjukkan tampilan berupa pembacaan tegangan, arus, daya, energi, biaya dan waktu.

#### 4.2 Tampilan Alat

Gambar 4.10 menunjukkan alat monitor dan kontrol listrik dengan alat ukur standar sebagai berikut.



**Gambar 4.10** Tampilan rancangan alat, alat ukur standar dan diagram blok

Gambar 4.10 dapat menampilkan pembacaan sensor melalui LCD dan *website*, sedangkan alat ukur standar yaitu *Electrical Energy Meter* dapat menampilkan besaran listrik sebagai berikut.

- Pembacaan Arus
- Pembacaan Energi
- Pembacaan Daya
- Pembacaan Tegangan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan arus, tegangan daya, energi dan biaya listrik dapat dipantau dari LCD atau jarak jauh melalui *website*.
- Listrik atau beban dapat dinyalakan atau dipadamkan dari jarak jauh melalui *website*.
- Alat monitor dapat menunjukkan waktu seperti Jam, tanggal, bulan, tahun.
- Hasil perbandingan antara daya yang terbaca alat dengan daya yang terbaca daya meter menunjukkan *error %* rata-rata yaitu 2.36%.
- Hasil perbandingan antara energi yang terbaca oleh alat dengan energi yang terbaca oleh energi meter diperoleh nilai *error %* rata – rata yaitu 0.3%.

6. Hasil perbandingan antara biaya yang terbaca oleh alat dengan biaya hasil perhitungan diperoleh nilai error % rata-rata 0.3%

#### Daftar Pustaka:

- [1] detikcom. 2019. <https://finance.detik.com/energi/d-4399323/konsumsi-listrik-nasional-naik-jadi-1064-kwh-per-kapita>
- [2] Mario, Boni P. Lapanoro, Muliadi. 2018. Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Energi listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. Jurnal Teknologi. 6(01): 26 – 33
- [3] Zulpa, Ariefman. 2015. *Prototype Monitoring* Pengukuran Beban dan Biaya Arus Listrik dengan Mikrokontroler Arduino Pada Pelanggan Pascabayar Berbasis WEB
- [4] Ramdhani, Mohamad. 2008. Rangkaian Listrik. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [5] teknikelektronika. 2018. <https://teknikelektronika.com/pengertian-daya-listrik-rumus-cara-menghitung/>
- [6] Fazrin, Muhammad. 2018. Sistem Pengukuran dan Logging Penggunaan Energi listrik Pada Suatu Bangunan Untuk Audit Energi. Skripsi Teknologi.
- [7] nyebarilmu. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-relay-menggunakan-arduino-uno/>
- [8] <https://id.scribd.com/doc/168838450/Gaya-Lorentz-Dan-Aplikasinya>
- [9] Teknikelektronika. 2018. Pengertian Tegangan Listrik (Electric Voltage)  
<https://teknikelektronika.com/pengertian-tegangan-listrik-electric-voltage/>
- [10] Pratiwi, Nana. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-sensor-tegangan-220v-zmpt101b/>
- [11] gurupendidikan.com. 2014. <https://www.gurupendidikan.co.id/arus-listrik-pengertian-hambatan-dan-rumus-beserta-contoh-soalnya-secara-lengkap/>
- [12] Pratiwi, Nana. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-sensor-arus/>
- [13] embeddednesia.com 2017. <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>
- [14] <https://industri3601.wordpress.com/relay/>
- [15] pratiwi, Nana. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-relay-menggunakan-arduino-uno/>
- [16] FEC. <http://curtocicuito.com.br/datasheet/modulo/rele-1canal.pdf> [17] ferballcompany. 2012. <http://ferballcompany.blogspot.com/2012/04/apa-itu-satu-rtc.html>
- [18] Faudin, Agus. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-module-rtc-ds3231/>
- [19] triyan.wordpress. 2015. <https://triyen.wordpress.com/2015/11/20/koneksi-arduino-esp8266-ke-thingspeak/>
- [20] Pratama, Andre. 2018. HTML, buku pemrograman. hal 1.