

# Perancangan Sistem Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino Uno

Vinni Octavia Siang<sup>1</sup>, Sandy Paskalis<sup>2</sup>, Matius Sau<sup>3</sup>,  
Eodia T. Sedan Lobo<sup>4</sup>, Musa Bondaris Palungan<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

octaviasiang@gmail.com, sandypaskalis6@gmail.com, [matiussau@ukipaulus.ac.id](mailto:matiussau@ukipaulus.ac.id),  
[tasik@ukipaulus.ac.id](mailto:tasik@ukipaulus.ac.id), musbop@ukipaulus.ac.id

Email korespondensi : [matiussau@ukipaulus.ac.id](mailto:matiussau@ukipaulus.ac.id)

---

## Abstrak

Sebanyak 23 juta masyarakat Indonesia menikmati subsidi listrik yang diberikan oleh Pemerintah. Penggunaan listrik dengan kapasitas 900 VA dengan membayar Rp 605 per kilo Watt hour (kWh). Monitoring penggunaan energi listrik ini dirancang dan dirakit untuk mengukur arus, tegangan dan daya dari perangkat elektronik yang digunakan sehingga biaya pemakaian energi listrik dapat diminimalkan dengan memonitor, mengukur tegangan, arus, dan daya serta energi listrik dengan akurat. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Sistem monitoring energi listrik berbasis arduino uno berhasil dibuat. Setiap komponen elektronik mengukur tegangan, arus, daya dalam waktu 15, 30, 45 dan 60 menit dan pengukuran dilakukan dari pukul 10:00-11:00 wita. Untuk waktu 15 menit pertama konsumsi energi listrik yang paling besar adalah dispenser = 0,086 kWh dan biaya yang ditimbulkan Rp.52,03,- dan terendah adalah kipas angin = 0,006 kWh dengan biaya Rp.3,63,-. Agar bisa memperoleh hasil yang lebih dan akurat dibutuhkan jenis sensor yang lebih baik.

**Kata kunci:** Arduino, Sensor PZEM 004T, Energi Listrik

## Abstract

As many as 23 million Indonesians enjoy electricity subsidies provided by the Government. Use of electricity with a capacity of 900 VA by paying IDR 605 per kilowatt hour (kWh). Monitoring the use of electrical energy is designed and assembled to measure current, voltage, and power from the electronic devices used so that the cost of using electrical energy can be minimized by monitoring and measuring voltage, current, and power as well as electrical energy accurately. The method used is the experimental method. Arduino Uno-based electrical energy monitoring system has been successfully created. Each electronic component measures voltage, current, and power within 15, 30, 45, and 60 minutes, and measurements are made from 10:00 to 11:00 WIT. For the first 15 minutes the highest consumption of electrical energy is the dispenser = 0,086 kWh and the costs incurred are Rp.52,03,- and the lowest is the fan = 0,006 kWh at a cost of Rp.3,63,-. to get more and more accurate results, a better type of sensor is needed

**Keywords:** Arduino, PZEM 004T Sensor, Electrical Energy

---

## 1. Pendahuluan

Perancangan dan perakitan perangkat-perangkat elektronik dibutuhkan untuk membantu manusia dalam memenuhi kebutuhannya sehari-hari agar lebih

cepat, efektif dan efisien.

Penggunaan perangkat elektronik ini tentunya menggunakan energy listrik dan biaya energy listrik sesuai yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Sebagai contoh penggunaan listrik dengan kapasitas

900 VA membutuhkan biaya sebesar Rp.605 per kWh. Agar bisa dilakukan penghematan energi listrik dibutuhkan sebuah alat monitoring penggunaan energi listrik pada perangkat-perangkat elektronik seperti televisi, kulkas, *rice cooker*, dispenser, dan ac atau kipas angin. Terpasangnya alat monitoring ini di perangkat-perangkat elektronik akan memudahkan pengguna dalam melakukan penghematan penggunaan energi listrik dengan menampilkan daya, tegangan, arus, dan biaya pemakaian perangkat elektronik tersebut. Alat monitoring ini berbasis Arduino Uno. Alat monitoring daya listrik membutuhkan komponen-komponen elektronik, yaitu sensor PZEM 004T, LCD 4x20, relay, dan Arduino Uno. Komponen-komponen utama tersebut akan dirangkai menjadi sebuah alat yang dapat memonitoring penggunaan energi listrik dengan mengolah arus dan tegangan yang masuk sehingga besar daya yang dikeluarkan akan terlihat. Daya yang terlihat tersebut akan dikalkulasikan dengan biaya per kWh nya sehingga dapat diestimasikan berapa besar biaya pengeluaran dari penggunaan

perangkat-perangkat elektronik tersebut.

Haris (2007), “Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler PIC 16F877”. Alat penghitung biaya energi listrik terpakai merupakan sebuah alat ukur energi listrik kWh yang dikonversikan dalam harga rupiah. Instrumen ini menggunakan metode pengukuran volt-ampere untuk menentukan daya kWh, perubahan tampilan harga dalam setiap jam dapat memonitoring harga pemakaian listrik

Zamroni (2009), “Alat Ukur Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler dengan IC MCP3909”. Daya merupakan perkalian antara arus yang mengalir dengan tegangan yang digunakan. Dengan menggunakan *current transformer* untuk mengukur arus yang mengalir dan resistor pembagi tegangan untuk mengukur dan memperkecil tegangan beban, sistem dapat dengan mudah mengukur daya tampak dan energi tampak yang digunakan oleh beban tersebut dari informasi frekuensi pulsa digital IC MCP3909.

Suandi (2016), “Rancang Bangun Indikator Beban Listrik 3 Fasa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”. Menentukan beban puncak dari pemakaian pelanggan serta informasi penyambungan pada pemakaian fasa rendah yang diberi nama Indikator Beban Listrik 3 Fasa. Pada Sistem

Listrik 3 fasa berfungsi untuk menstabilkan peningkatan arus listrik yang biasanya terjadi /karena kelebihan beban agar tidak terjadi *drop voltage* sehingga peralatan rumah tangga khususnya yang menggunakan arus listrik dapat berfungsi dengan baik, terhindar dari kerusakan yang diakibatkan tegangan tidak stabil serta memberikan informasi jumlah beban yang digunakan.

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem monitoring energi listrik
2. Bagaimana proses sistem monitoring energi listrik berbasis Arduino Uno.

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Alat dibuat untuk memonitor energi listrik
2. Sistem Monitoring Energi Listrik ini menggunakan:
  - a. Sensor PZEM004T,
  - b. Relay sebagai pembatas arus,
  - c. KWh meter 900 VA subsidi
  - d. LCD 4 x 20 sebagai monitor

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang, merakit dan uji coba sistem monitoring energi listrik.
2. Mengetahui proses monitor energi listrik berbasis Arduino Uno

## 2. Metode

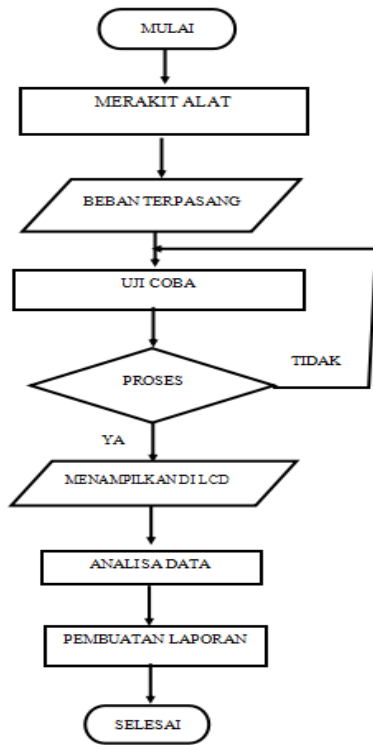
Dalam melakukan penelitian ini , analisis data yang digunakan penulis adalah analisis data kualitatif , dimana penelitian ini merupakan sebuah eksperimen .Metode penelitian yang penulis gunakan adalah *library research* dan pengumpulan data yang diperlukan yang bersumber dari literatur, merancang, merakit dan menguji dan menganalisa hasil perancangan tersebut.

Blog diagram penelitian



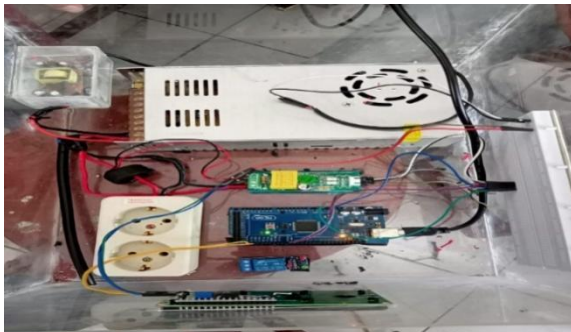
Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa proses kerja sistem diatas bertujuan untuk mengetahui langkah kerja secara garis besar. Sistem ini bekerja dengan suplai Energi listrik dari PLN ke sensor PZEM 004T untuk beroperasi, selanjutnya mengambil data dari beban yang terpasang, kemudian dikirim ke Arduino Atmega 2560 untuk diproses sehingga diperoleh data daya, data tegangan dan data arus. Data daya, tegangan dan arus selanjutnya ditampilkan melalui layar LCD dengan ukuran 4 x 20.

## Flowchart penelitian



### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil perancangan hardware



Gambar 1 hasil perancangan hardware

A. Hasil pembacaan monitoring energy listrik.

Pada saat pengambilan data penulis menggunakan kWh meter kapasitas 900 VA dengan biaya Rp.605 per kWh

Untuk mendapatkan nilai energi menggunakan rumus

$$E = p \times t \quad (1)$$

Untuk mendapatkan nilai biaya energy menggunakan rumus

$$Biaya = E \times PPN \text{ PLN} \quad (2)$$

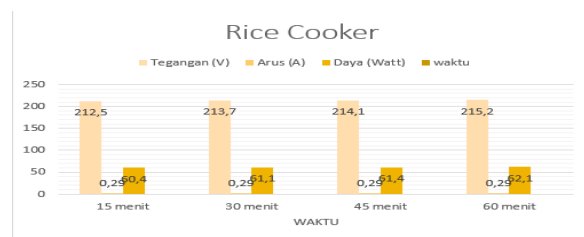
#### 1). Rice Coocer

Table 1 Nilai Tegangan, Arus Dan Daya Ricecooer

Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
900	212,50	0,29	60,40
1800	213,70	0,29	61,10
2700	214,10	0,29	61,40
3600	215,20	0,29	62,10

Tabel 2 Nilai Energi dan Biaya Energi Rice Cooker

Waktu(s)	KWh	Biaya (Rp.)
900	0,015	9,07.-
1800	0,030	18,15
2700	0,046	27,83
3600	0,062	37,51



Gambar 2 grafik tegangan, arus dan daya pada rice cooker

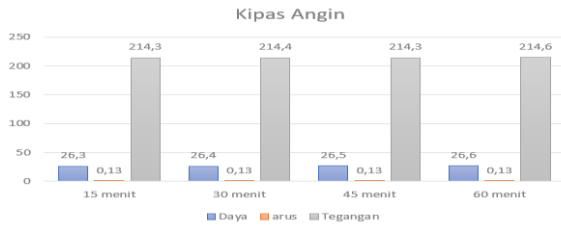
#### 2) Kipas Angin

Table 3 Nilai Tegangan, Arus dan Daya Kipas Angin

Waktu(s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
900	214,30	0,13	26,300
1800	214,40	0,13	26,400
2700	214,30	0,13	26,500
3600	214,60	0,13	26,600

Tabel 4 Nilai kWh dan Biaya Kipas Angin

Waktu(s)	kWh	Biaya (Rp.)
900	0,006	3,63
1800	0,013	7,86
2700	0,019	11,49
3600	0,026	15,73



Gambar 3 Grafik Tegangan Arus Dan Daya Kipas Angin

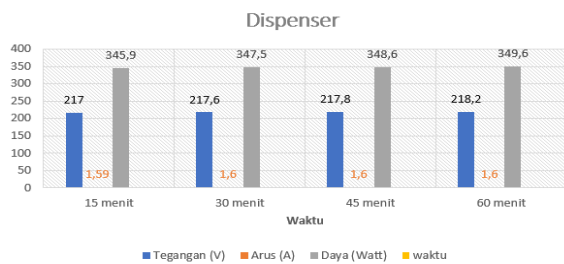
### 3) Dispenser

Tabel 5 Nilai Tegangan, Arus dan Daya Dispenser

Waktu(s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
900	217,00	1,59	345,90
1800	217,60	1,60	347,50
2700	217,80	1,60	348,60
3600	218,20	1,60	349,60

Tabel 6 Nilai kWh dan Biaya Dispenser

Waktu(s)	kWh	Biaya (Rp.)
900	0,086	52,03
1800	0,173	104,66
2700	0,261	157,90
3600	0,349	1,256



Gambar 4 Grafik Tegangan , Arus Dan Daya Dispenser

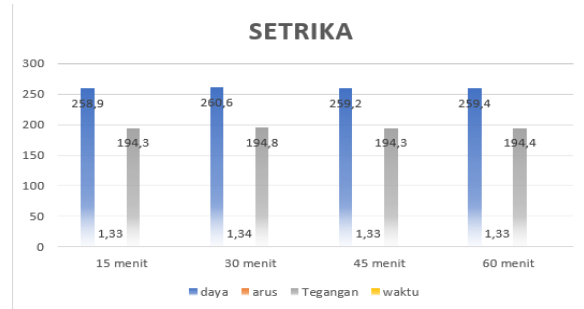
### 4) Setrika

Tabel 7 Nilai Tegangan, Arus dan Daya Setrika

Waktu(s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
900	194,30	1,33	258,90
1800	194,80	1,34	260,60
2700	194,30	1,33	259,20
3600	194,40	1,33	259,40

Tabel 8 Nilai kWh dan Biaya Setrika

Waktu	KWh	Biaya (Rp.)
900	0,064	38,72
1800	0,130	78,65
2700	0,194	117,37
3600	0,259	156,69



Gambar 5 Grafik Tegangan , Arus Dan Daya Setrika

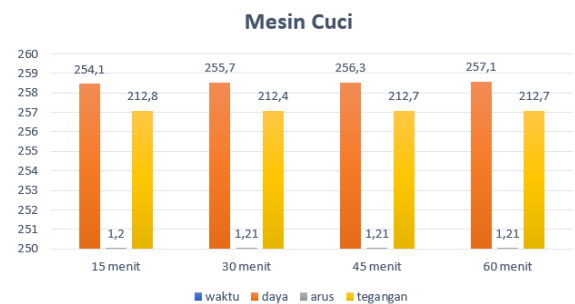
### 5) Mesin Cuci

Tabel 9 Nilai Tegangan, Arus dan Daya Mesin Cuci

Waktu(s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
900	212,80	1,20	254,10
1800	212,40	1,21	255,70
2700	212,70	1,21	256,30
3600	212,70	1,21	257,10

Tabel 10 Nilai kWh dan Biaya Mesin Cuci

Waktu(s)	kWh	Biaya (Rp.)
900	0,063	38,11
1800	0,127	76,83
2700	0,192	116,16
3600	0,257	155,48



Gambar 6 Grafik Tegangan, Arus Dan Daya Mesin Cuci

## B. Pengujian Menggunakan Multimeter

### a) Pengujian Nilai Tegangan



**Gambar 7** Pengujian Tegangan Menggunakan Volt Meter

Tingkat kesalahan penggunaan alat ukur dengan hasil yang diperoleh pada alat yang dirancang dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\epsilon = \frac{V \text{ voltmeter} - V \text{ tampilan LCD}}{V \text{ voltmeter}} \times 100 \% \quad (3)$$

**Tabel 11** Perbandingan Nilai Tegangan

Beban	Tegangan (Volt)		Error (%)
	Volt meter	Tampilan LCD	
Rice cooker	216	215	0,046
Kipas angin	229	214	0,065
Dispenser	225	217	0,035
Setrika	197	194	0,015
Mesin cuci	214	212	0,083

Pembacaan nilai sensor dan voltmeter yang berbeda akan menimbulkan sebuah *error* yang biasanya diakibatkan oleh ketidakstabilan tegangan saat proses pembacaan antara sensor dan voltmeter.

### b) Pengujian Nilai Arus



**Gambar 8** Pengujian Tegangan Menggunakan Ampere meter

Tingkat kesalahan penggunaan alat ukur dengan hasil yang diperoleh pada alat yang dirancang dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\epsilon \% = \frac{I \text{ ampere meter} - I \text{ tampilan LCD}}{I \text{ ampere meter}} \times 100 \% \quad (4)$$

**Tabel 12** Perbandingan Nilai Arus

Beban	Arus (Ampere)		Error (%)
	Amper meter	Tampilan LCD	
Rice cooker	0,29	0,29	0
Kipas angina	0,28	0,13	0,535
Dispenser	1,62	1,59	0,018
Setrika	1,50	1,33	0,113
Mesin cuci	1,34	1,20	0,104

Nilai error dapat disebabkan oleh pembacaan sensor yang kurang akurat sehingga terdapat sedikit perbedaan hasil pembacaan oleh sensor dan ampere meter yang digunakan.

### c) Pengujian Nilai Daya

Tingkat kesalahan dalam menghitung nilai daya dapat dicari menggunakan persamaan

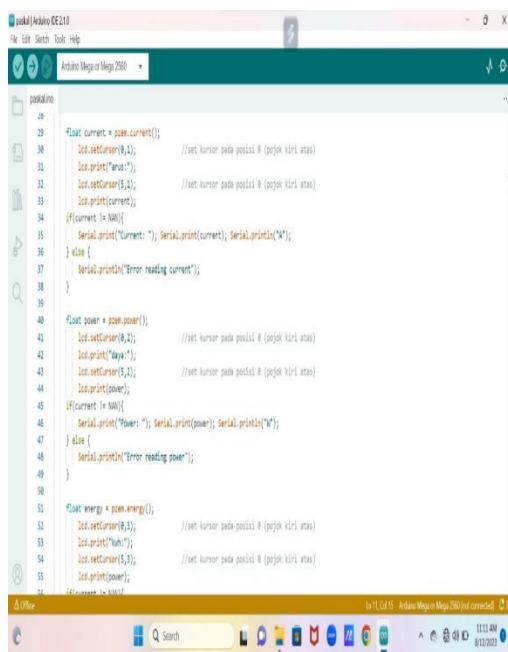
$$\epsilon = \frac{P \text{ perhitungan manual} - P \text{ tampilan LCD}}{P \text{ perhitungan manual}} \times 100 \% \quad (5)$$

**Tabel 13** Perbandingan Nilai Arus, Tegangan dan Daya

Daya		
Perhitungan manual	Tampilan LCD	Error (%)
62,64	62,35	0,004 %
64,12	27,82	0,565 %
364,5	345,03	0,053 %
295,5	258,02	0,126 %
286,76	254,4	0,112 %

## Hasil Perancangan Software Arduino IDE

Hasil perancangan secara software dilakukan dengan cara membuat suatu program pada arduino ide. Pemograman pada arduino ide menggunakan bahasa pogram C++.



**Gambar 9** sketch pemograman arduino IDE

### Hasil Perancangan Sensor PZEM-004T



**Gambar 10** sketch pemograman sensor PZEM 004T

## Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan maka dapat dijelaskan bahwa

### 1. Alat monitoring energi listrik ini

dapat menampilkan nilai daya yang digunakan oleh beban.

Namun ada sedikit perbedaan pembacaan nilai daya dari alat yang dirancang dengan hasil perhitungan secara manual. Hal ini dikarenakan karena sensor yang digunakan tidak dapat membaca arus dan tegangan secara akurat dan juga Faktor kerja juga dapat menyebabkan adanya perbedaan tersebut.

Pada table diatas terlihat beban-beban yang terpasang di sumber listrik PLN dalam waktu 1 jam memiliki nilai daya yang dapat termonitoring dari alat rancangan

- ini. Penulis melakukan pengujian terhadap *Ricecooker*, Kipas Angin, Dispenser, Setrika, Dan Mesin Cuci. Jika dilihat dari hasil data, beban yang memiliki daya paling besar adalah dispenser dan memiliki nilai kWh sebesar 0,349
2. Alat monitoring energi listrik ini tidak mampu menghitung nilai kWh atau energi pada setiap bebannya. Namun alat monitoring ini hanya mampu membaca dan menampilkan di monitor yaitu nilai arus, tegangan dan daya setiap beban yang dipasang. Sehingga untuk mengetahui energi yang digunakan harus menggunakan perhitungan secara manual.
  3. Hasil yang ditampilkan pada LCD tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan secara manual. Dapat dilihat pada table diatas perbedaan nilai tegangan, arus dan daya tidak memiliki perbedaan yang jauh. Hal ini disebabkan karena factor dari sensor yang digunakan tidak dapat mengukur secara akurat dan juga factor kerja juga dapat mempengaruhi nilai tersebut.
  4. Alat monitoring energi listrik ini tidak menampilkan biaya pada setiap beban yang terpasang. Perhitungan tarif biaya pemakaian listrik dilakukan dengan cara nilai kWh atau energi pada beban dikali dengan tarif biaya konsumsi listrik yang telah ditetapkan pemerintah per-kWh nya. Dimana biaya per kWh nya sebesar Rp.605 untuk kWh meter kapasitas 900 VA.
  5. Pada table diatas menunjukkan bahwa biaya konsumsi energi listrik yang paling besar adalah dispenser dan biaya terendah adalah kipas angin. Hal ini disebabkan karena pemakaian energy dari Dispenser lebih besar dibandingkan dengan pemakaian energy pada kipas angin. Hal inilah yang mempengaruhi biaya konsumsi listrik juga lebih besar. Dari hal tersebut maka penghematan energy harus dilakukan untuk meminimalisir jumlah pemakaian energy sehingga biayanya juga menjadi sedikit.
- #### 4. Kesimpulan
- Setelah berhasil merancang, merakit dan melakukan pengujian alat hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut :
- Alat monitoring energi listrik berhasil dibuat dan bekerja sesuai dengan yang



diharapkan, Arduino dapat membaca hasil codingan dan Sensor PZEM berfungsi dengan baik

Alat monitoring energi listrik berbasis Arduino ini dapat mengukur tegangan, arus, daya dan energi, sedangkan besarnya biaya pemakaian diperoleh dengan mengkalkulasi besarnya energi dengan tarif PLN. Besarnya daya dan energi yang dihasilkan dengan biaya yang dibutuhkan secara berturut turut. Untuk 60 menit hasil pembacaan pada setiap alat elektronik adalah untuk *ricecooker* sebesar 62,10 Watt membutuhkan energi sebesar 0.062 kWh dengan biaya sebesar Rp. 37,51,-. Untuk kipas angin dengan daya sebesar 26,600 Watt membutuhkan energi listrik sebesar 0.026 kWh dengan biaya sebesar Rp. 15,73,-, Untuk Dispenser dengan daya sebesar 349,60 Watt membutuhkan energi sebesar 0,349 kWh dengan biaya sebesar Rp.1,256,-, Untuk setrika dengan daya sebesar 259,40 Watt membutuhkan energi sebesar 0,349 kWh dengan biaya sebesar Rp.156,69,-, Untuk mesin cuci dengan daya sebesar 257,10 Watt membutuhkan energi sebesar 0,257 kWh dengan biaya sebesar Rp. 155,4,-

### Saran

Agar bisa mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat maka dibutuhkan jenis sensor yang lebih baik

sehingga hasil yang didapat lebih presisi dan nilai *error* lebih kecil.

Dalam pengambilan data dibutuhkan ketelitian agar data yang dihasilkan lebih akurat.

Disarankan agar menggunakan sensor yang lebih baik sehingga pembacaan nilai arus dan tegangan lebih akurat.

### Ucapan Terima Kasih

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis melewati berbagai macam tantangan dan juga hambatan. Akan tetapi karena adanya bantuan, dukungan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak maka penulis dapat melewati semuanya. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan penghargaan, rasa hormat dan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Hestikah Eirene Patoding, S.T., M.T.** Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus.
2. **MatiusSau', S.T., M.T.** Pembimbing I yang telah banyak membantu, membimbing serta mengarahkan selama penyusunan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. **Ir. Eodia Tasik Sedan Lobo, M.T.** Pembimbing II yang penuh kesabaran menuntun, membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. **Sege nap Dosen dan staff** Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar yang telah membantu dan memberikan bekal ilmu kepada penulis.
5. **Orang Tua, Saudara -Saudari serta Keluarga Besar** kedua penulis yang telah memberikan dukungan secara moral maupun material dalam penyelesaian studi.
6. Teman seperjuangan **SERVO 2019** yang selalu memberi dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

7. Penulis yang telah sabar dan kuat dalam menyelesaikan studi ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Furqon, A. B. Prasetijo, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android," *Ilm. Elektron.*, vol. 18, no. 2, pp. 93–104, 2019.
- [2] Akhiruddin, Yusuf Fitra A, "Sistem Monitoring Arus Listrik Menggunakan Smartphone Berbasis NodeMCU ESP8266", *Journal of Electrical Technology*, Vol. 8, No.1, Februari 2023
- [3] A. W. Wardhana et al., "Perancangan Sistem Monitoring *Voltage Flicker* Berbasis Arduino Dengan Metode *Fast Fourier Transform* (Fft)," *Tek. Elektro ITS*, pp. 1–6, 2016.
- [4] Ahmad Syaikhon, "Lampu Pijar VS Lampu Hemat Energi," *Harian ekonomi Neraca*, 2014. [Online]. Available: <http://www.neraca.co.id/article/36755/Lampu-Pijar-VSLampu-Hemat-Energi>.
- [5] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712," *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [6] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "Penerapan Internet of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)," *J. Infotronik*, vol. 3, no. 2, pp. 95–102, 2018.
- [7] E. B. Prasetya, "Aplikasi Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikokontroler ATMEGA328," *J. UMJ*, no. 10510, pp. 53–56, 2017.
- [8] Haris, Abdul., Dkk. "Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler PIC16F877". *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Vol. 1 No. 1. 2017.
- [9]. Ikwana, Djaksana, Yan Mitha, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontroling Penggunaan Daya Listrik Berbasis Arduino". *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*. Vol 2, No.3 September 2020.
- [10] Nicolaus A, "Diktat Kuliah Rangkaian Listrik I (Teori dan Contoh Soal)", Program studi teknik Elektro UKI Paulus Makassar 2021.
- [11] Nirwan, Saepudin. Dkk. "Rancang Bangun Aplikasi Untuk Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis PZEM-004T". *Jurnal Teknik Informatika*, Vol.12, No.2, April 2020.
- [12] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara *Real Time* Berbasis Mikrokontroler," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [13] Salwin Anwar. (2019). Pengukuran Energy Listrik Berbasis PZEM-004T. <https://ejournal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/1694>(diakses tanggal 2 agustus 2023).
- [14] YulistianiT. (2023). "Alat Pembatas Arus *Adjustable Limiter Berbasis Mikrokontroler*" (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- [15] S. Warjono (2017) alat ukur pemakaian elektronik pemakaian air. <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/966-1827-1-SM.pdf>(diakses tanggal 2 Agustus 2023)
- [16] Yedija Novriandry (2020). Prototype Sistem Monitoring dan Pengisian Token Listrik Prabayar Menggunakan Arduino Uno Berbasis Website. <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/43320-75676631326-1-PB.pdf> (diakses tanggal 2 Agustus 2023)
- [17] Media Indonesia. (2020). Cara Menghitung Penggunaan Listrik Harian per kWh. <https://www.medcom.id/ekonomi/bisnis/GbmBIROk-begini-cara-menghitung-penggunaan-listrik-harian-per-kwh#:~:text=Cara%20menghitung%20penggunaan%20kWh,watt%20x%20jam%20%20%3A%201.000> (diakses tanggal 10 Agustus 2023)
- [18] Info Cerdas, Informasi Mengenai Golongan Tarif Listrik Terbaru ", Mengetahui Golongan Tarif Listrik Rumah", 6 Juli 2022, <https://www.s-gala.com/blog-post/golongan-tarif-listrik> , (Diakses 23 Agustus 2023)