

Pengukuran Energi Listrik dengan Modul Single on Circuit (SOC)

Agus Kiswantono¹, Yusron Aminullah S²

^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara, Jl.Ahmad Yani 114 Surabaya

Article Info

Article history:

Diterima 25 Oktober 2024
Revisi 13 November 2024
Diterbitkan 14 November 2024

Keywords:

Single circuit
Klasifikasi
SOC
Listrik

ABSTRACT

Energi listrik dibutuhkan untuk menunjang segala aktifitas yang akan kita lakukan. Dalam penggunaan apabila terdapat pemborosan atau penggunaan yang diluar kebiasaan pemakaian, akan mengakibatkan tidak tercapainya nilai ekonomis penggunaan energi listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, harus dilakukan pengukuran energi listrik dalam serapan energi listrik yang digunakan oleh konsumen, agar penggunaan energi menjadi efisien dan mempunyai daya manfaat, perlu pola pemantauan yang aktual. Pengukuran energi listrik menggunakan sensor PZEM-00T, modul elektronik tersebut juga dilengkapi nilai fungsi dan guna multi sensor yaitu arus dan tegangan, adapun untuk menampilkan hasil pembacaan nilai V dan I, dengan menggunakan alat bantu komunikasi smartphone yang dilengkapi dengan komunikasi data wifi ESP 8266 yang merupakan modul SOC (single on circuit). Hasil pengukuran dengan clamp meter dan PZEM 004T diperoleh hasil dengan perbedaan nilai tegangan sebesar 0.2 % dan arus sebesar 1 %.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Agus Kiswantono

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara, Jl.Ahmad Yani 114 Surabaya

Email: E-mail: kiswantono@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Energi listrik di era modern telah berkembang pesat sejak pertama kali ditemukan. Energi listrik bukan hanya sebagai bahan penelitian melainkan juga sebagai sumber tenaga penggerak untuk peralatan yang digunakan oleh manusia. Pemanfaatan energi listrik sangat membantu pekerjaan manusia karena energi listrik dapat digunakan sebagai sumber tenaga alat pemanas, penggerak, pemutar, dan penerangan. Pembangkit listrik sudah banyak dibangun untuk memenuhi kebutuhan penggunaan energi listrik sehari-hari. Energi listrik digunakan konsumen sesuai dengan kebutuhan (1) (2). Penggunaan energi listrik tidak dibatasi Perusahaan Listrik Negara (PLN) karena konsumen bertanggung jawab terhadap energi listrik yang digunakan sendiri. Penggunaan energi listrik yang besar membuat pembangkit listrik harus memproduksi daya listrik lebih banyak. Pembangkit listrik menggunakan sumber tenaga penggerak berupa sumber daya alam. Sumber daya alam dibagi menjadi dua yaitu sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Pembangkit listrik dengan menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti PLTU akan berhenti beroperasi ketika tidak ada bahan bakar. Penghematan listrik harus dilaksanakan agar energi listrik mudah didapatkan dan bertahan dalam jangka waktu panjang. Konsumen harus menggunakan energi listrik secara bijak agar energi listrik tetap mudah dan murah untuk didapatkan.

Mengetahui penggunaan energi listrik haruslah menggunakan sebuah alat yang dapat mengukur energi listrik yang digunakan. menggunakan sensor ACS721 untuk mendeteksi arus AC, dan ditampilkan menggunakan SMS yang berfungsi untuk mengetahui penggunaan energi pada rumah sewa. Sedangkan peneliti menempatkan sebuah sensor optokopler pada piringan kWh meter untuk mengambil sinyal digital dari perputaran piringan kWh meter, dan kemudian diumpankan ke mikrokontroler AT89C51 dan hasil dari pembacaan kWh meter ditampilkan pada LCD. (3)

melakukan penelitian untuk mengetahui penggunaan energi listrik pada rumah kost, sensor arus (ACS712) dan sensor tegangan (ZMPT101) digunakan untuk mengetahui penggunaan energi listrik. Output

dari sensor ini diumpungkan ke mikrokontroler Atmega 328P, dan hasilnya ditampilkan pada LCD. (4) (5). Peneliti lain juga menggunakan sensor yang sama, tetapi sebagai kontrol dari sistem menggunakan AVR ATmega16. Peneliti masih menggunakan sensor arus ACS712 untuk mendeteksi arus. (6). Yang digunakan untuk melakukan pengukuran energi listrik secara terus menerus, yang bermanfaat untuk melakukan penghematan energi listrik. Sedangkan menggunakan sensor arus ACS712 sebagai pendeteksi aliran arus yang mengalir pada sistem monitoring energi listrik secara multi channel.

Beberapa peneliti yang telah membuat sistem monitoring energi listrik, kebanyakan hanya menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang secara terpisah, dan tidak memperhatikan nilai beda fasa antara arus dan tegangan, maka makalah ini penulis membuat sebuah alat monitoring energi listrik dengan menggunakan sensor PZEM-004T, yang mana sensor ini sudah mempunyai sensor arus, tegangan dan beda fasa. (7). Disamping itu juga sudah dilengkapi dengan sebuah mikrokontroler, dan untuk mengambil data data, tegangan, arus, beda fasa dan energi diambil dari alamat memori yang sudah ada di sistem mikrokontrolernya. Tujuan dari artikel ini, untuk menampilkan sebuah monitoring energi listrik yang kompak, sederhana dan handal.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dalam proses pengumpulan data. Metode eksperimen bertujuan untuk memecahkan masalah melalui tahapan perencanaan, perakitan, dan pelaksanaan uji coba alat yang dirangkai sesuai dengan rumusan masalah yang telah diangkat. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk memperoleh hasil yang optimal, terkait proses pengukuran dengan alat ukur dan hasil dengan menggunakan modul elektronik, yaitu :

Modul PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. PZEM-004T dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. PZEM-004T

Modul ini terutama digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya dan energi aktif, modul tanpa fungsi tampilan, data dibaca melalui interface TTL. Interface TTL dari modul ini adalah interface pasif, membutuhkan catu daya eksternal 5V, yang berarti ketika berkomunikasi, keempat port harus terhubung (5V, RX, TX, GND) jika tidak ia tidak dapat berkomunikasi (innovatorsguru, n.d.). PZEM-004T-10A: Rentang Pengukuran 10A (Built-in Shunt). PZEM-004T-100A: Rentang Pengukuran 100A (External Transformer)

Deskripsi fungsi PZEM-004T yaitu :

1. Tegangan
 - a. Rentang pengukuran : $80 \sim 260$ V
 - b. Resolusi : 0.1 V
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%
2. Arus
 - a. Rentang pengukuran : $0 \sim 10$ A (PZEM-004T-10A); $0 \sim 100$ A (PZEM-004T-100A).

Mulai mengukur arus : 0.01A (PZEM-004T-10A); 0.02A (PZEM-004T 100A).

- b. Resolusi: 0.001A.
- c. Ketepatan ukur: 0.5%.
- 3. Daya
 - a. Rentang pengukuran : 0~2.3kW (PZEM-004T-10A); 0~23kW (PZEM-004T-100A).
 - b. Mulai mengukur daya : 0.4W.
 - c. Resolusi: 0.1W.
 - d. Format tampilan :
 - <1000W, it display one decimal, such as: 999.9W
 - ≥1000W, it display only integer, such as: 1000W
 - e. Ketepatan ukur : 0.5%.
- 4. Faktor daya
 - a. Rentang pengukuran: 0.00~1.00.
 - b. Resolusi: 0.01.
 - c. Ketepatan ukur : 1%.
- 5. Frekuensi
 - a. Rentang pengukuran :45Hz~65Hz.
 - b. Resolusi: 0.1Hz.
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
- 6. Energi
 - a. Rentang pengukuran : 0~9999.99kWh.
 - b. Resolusi : 1Wh.
 - c. Ketepatan ukur : 0.5%.
 - d. Format tampilan :
 - <10kWh, the display unit is Wh (1kWh=1000Wh), such as: 9999Wh ≥10kWh, the display unit is kWh, such as: 9999.99kWh
 - e. Reset energi: gunakan perangkat lunak untuk mereset.
 - f. Alarm over power

Batas daya aktif dapat diatur, bila daya aktif yang diukur melebihi batas, ia dapat dilepas. Berikut merupakan syntax library modul PZEM-004T program Arduino :

```
#include "PZEM004Tv30.h"
```

```
#include <stdio.h>
```

Kebutuhan Pengukuran Energi Listrik

Berdasarkan spesifikasi yang ada maka diperoleh beberapa analisa kebutuhan dalam pembuatan alat dengan spesifikasi sebagai berikut :

1 Modul PZEM-004T

Sistem monitoring energi listrik ini menggunakan modul PZEM-004T sebagai penghasil data masukan. Modul ini digunakan untuk mendapatkan parameter data pengukuran energi listrik.

2. ESP 8266

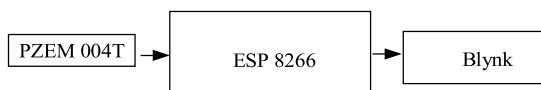
Esp 8266 merupakan sistem pengendali yang akan mengolah nilai tersebut dan dilakukan perhitungan untuk menghasilkan nilai daya reaktif dan daya nyata serta dapat transceiver menggunakan pin Tx dan Rx untuk ditampilkan sebagai Internet Of Things.

3. Blynk

Blynk digunakan untuk menampilkan data pengukuran akan ditampilkan setelah diolah oleh board ESP 8266.

Blok Diagram Sistem Pengukuran Energi Listrik

Blok diagram dibuat untuk memudahkan perancangan hardware. Sebelum hardware dirancang dengan lebih spesifik dan teliti, penggambaran blok diagram diperlukan untuk melihat apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan alat. Blok diagram ini menggambarkan bagian input hingga bagian output secara umum. Bagian input berisi modul PZEM-004T sebagai parameter ukur energi listrik. bagian output terdiri dari ESP 8266 untuk menampilkan hasil pengukuran, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem



Gambar 3 Tampilan alat pengukuran PZEM

Gambar 3 merupakan proses untuk melakukan penggabungan dari beberapa komponen menjadi bagian yang utuh yang kesesuaian fungsi, yaitu PZEM 004 T, ESP 8266 yang mampu terbaca dengan monitoring implementasi menggunakan blynk.

3. Hasil Dan Pembahasan

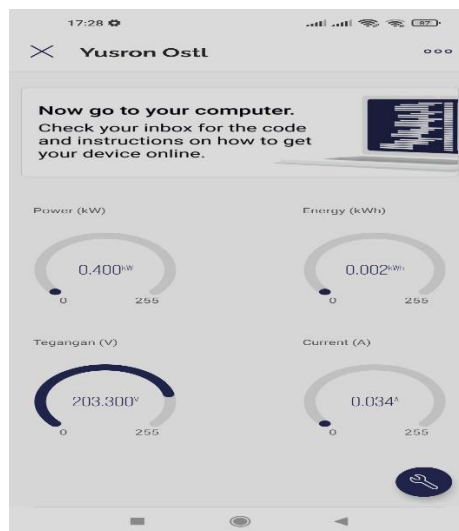
Pengujian Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

Pengambilan data sistem pengukuran energi listrik dilakukan untuk melihat apakah alat ini sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Data yang diambil berupa data yang diperlukan dalam pengolahan input dan data yang dihasilkan dalam pengolahan output.

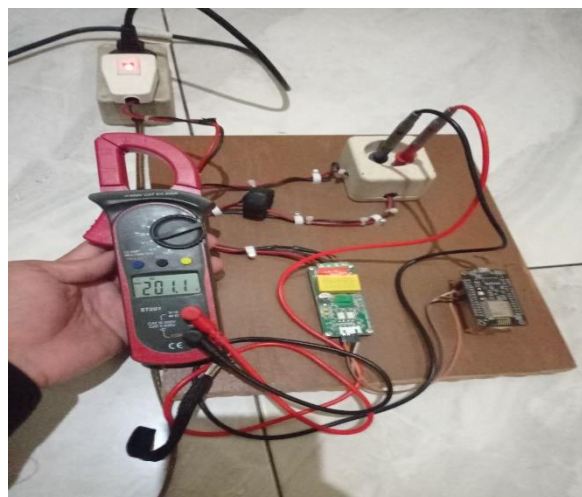
Pengujian dan pembahasan Modul PZEM-004T

Pengujian modul PZEM-004T bertujuan untuk mengetahui tingkat accuracy dari modul. Modul PZEM-004T akan mengeluarkan lampu indikator berwarna merah ketika aktif. Pengujian modul ini dilakukan sebanyak lima kali percobaan dengan memvariasikan tegangan menggunakan satu titik beban yaitu lampu pijar 100 Watt sebagai beban. Pengujian berikutnya dilakukan dengan memvariasikan beban dengan cara memparalelkan beban resistif, induktif dan kapasitif. Masing-masing beban diukur besar arus pada modul PZEM-004T. Pengujian Modul PZEM-004T dilakukan untuk mengetahui hasil pengukuran yang didapat oleh modul ini dan membandingkan dengan hasil pengukuran dari clamp tester. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan tegangan dengan beban yang sama, yaitu tegangan 220 volt, 188 volt dan 95 volt.

Pengukuran pertama melakukan pengujian dengan tegangan 220 volt, pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan, diperoleh hasil pengukuran terlihat pada table .



Gambar 4. interface aplikasi blynk pada smartphone



Gambar 5. Pengukuran menggunakan Clamp meter

Pada tampilan sesuai dengan gambar 5 adalah proses pengukuran dengan menggunakan papan rangkai dengan menggunakan clamp meter yang bertujuan untuk mengetahui berapa nilai tegangan, arus dan tahanan pada rangkaian. Proses pengukuran dilakukan sehingga nilai yang akan didapatkan menjadi acuan sesuai yang akan menjadi pertimbangan yaitu V, I dan R



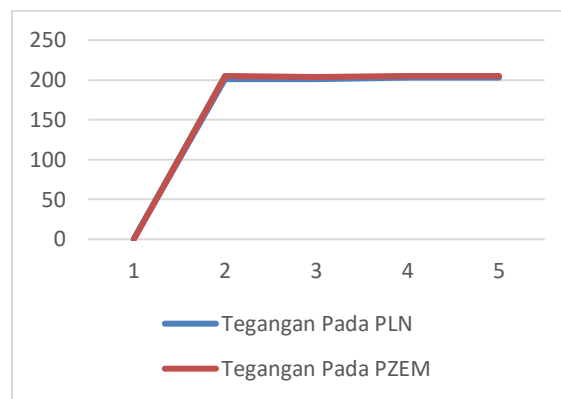
Gambar 6. Tampilan Tegangan Dan Arus Pada Aplikasi Blynk

Software aplikasi blynk sesuai dengan gambar 6 merupakan representasi dari hasil yang di gunakan masing-masing proses nilai tegangan (V), arus (i) dan tahanan (R), sesuai dengan output parameter yang di ukur dengan pertimbangan menjadi pembanding : pengukuran dengan alat ukur dan menggunakan aplikasi software yang sesuai dengan nilai aktual yang ditampilkan, sehingga akan diketahui tingkat akurasi setelah pembanding dalam kedua metode didapatkan. Tingkat toleransi nilai yang diizinkan pada masing-masing metode pengukuran akan diambil sebagai pertimbangan utama.

Tabel 1. Hasil Nilai Pengukuran Tegangan dan Arus

No	Tegangan (V)		Arus (A)	
	Clamp	PZEM	Clamp	PZEM
1	203	203	0,45	0,44
2	203	202	0,45	0,44
3	201	202	0,45	0,44
4	201	204	0,45	0,45
5	202	204	0,45	0,44
6	202	203	0,45	0,45
7	203	204	0,45	0,45
8	203	204	0,45	0,44

Hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur clamp meter dan pzem direpresentasikan sesuai dengan tabel 1. Adapun nilai awal dari hasil alat ukur untuk tegangan (V) adalah 203 volt, sementara nilai tegangan dengan menggunakan PZEM adalah 203 volt, untuk nilai arus dengan menggunakan clamp meter adalah 0.45 ampere, adapun arus yang diukur dengan menggunakan PZEM adalah 0,44 ampere, adapun selisihnya adalah 0,01 ampere atau terjadi perbedaan 1% antara kedua alat ukur tersebut.



Gambar 7 Grafik antara Tegangan pada PLN dan PZEM

Sesuai dengan grafik pada gambar 7 antara nilai tegangan yang berasal dari PLN dan PZEM terjadi fluktuasi untuk menuju kepada kestabilan baik tegangan dari PLN dan PZEM.

PERHITUNGAN TEGANGAN DAN ARUS

Dari tabel data kesalahan atau error yang didapat dari pengamatan tabel diatas, dilakukan perhitungan persentase kesalahan yang didapatkan, dengan perhitungan menggunakan persamaan seperti pada rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan} &= \left[\frac{220 - 219}{220} \right] \times 100\% = 0,0045 \\ &= 0,45\% \end{aligned}$$

Dimana n merupakan banyaknya pengujian yang dilakukan, Perhitungan persentase kesalahan pembacaan tegangan (% error) terhadap hasil pengukuran voltmeter sebagai berikut :

$$\% \text{ Kesala} = \left[\frac{V \text{ perhitungan} - V \text{ pengukuran}}{V \text{ Perhitungan}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{n}$$

kesalahan dapat diakibatkan resolusi pembacaan antara sensor dengan alat ukur yang berbeda, dan dapat juga disebabkan ketidakstabilan tegangan saat proses pengukuran sehingga terdapat selisih pembacaan yang masih dalam tahap wajar. Persentase kesalahan dalam mengukur tegangan pada alat monitoring ini sebesar 0.45% dan dapat dikategorikan sebagai alat ukur cermat atau presisi. Pengujian sensor PZEM 004T untuk mendapatkan nilai arus efektif atau arus RMS (root mean square). Data keluaran pada sensor PZEM 004T akan diambil secara berkala atau sampling dan diolah untuk nantinya dikalibrasi dengan pembacaan arus

pada tang meter. Untuk mencari nilai arus efektif pada percobaan ini menggunakan persamaan dibawah ini pada sensor tegangan AC untuk mendapatkan data sampling yang halus.

$$Y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i)^2}$$

Dimana:

Y = Nilai data efektif

N = Banyaknya data pengukuran

X = Data pengukuran

Persamaan diatas digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap sampling yang dilakukan sebanyak 500 kali atau dalam waktu 0.5 detik. Maka data ADC sensor arus selama 0.5 detik akan dibaca dan ADC tersebut dikonversikan kedalam pembacaan tegangan DC. Sensor PZEM004T mengeluarkan sinyal analog. Pengujian sensor arus pada alat monitoring menggunakan sensor PZEM 004T dengan beberapa beban, yang dibandingkan dengan pembacaan arus dari Amperemeter yang terstandar kalibrasi. Berdasarkan dari hasil perhitungan error dengan menggunakan persamaan (a) dan (b), sensor bekerja dengan baik dan dihasilkan nilai rata – rata error sebesar 3%. Dari hasil error alat monitoring dalam membaca arus AC beban yang didapatkan (berdasarkan tabel diatas dan perhitungan kesalahan/(error), maka alat monitoring ini dalam mengukur arus AC, termasuk dalam standar golongan alat ukur kasa dengan kesalahan error 3%.

4. KESIMPULAN

Tahap proses pembuatan peralatan yang digunakan untuk mengetahui energi listrik yang digunakan, selanjutnya dilakukan pengukuran dengan alat ukur untuk mengetahui nilai tegangan, arus dan tahanan dan melakukan pengujian alat untuk mengukur energi listrik dengan menggunakan modul elektronik PZEM-004T, diperoleh hasil error 0,2% yang dimasih dalam nilai toleransi 0,45 % untuk tegangan dan 1 % untuk arus. hasil perhitungan error dengan menggunakan persamaan (a) dan (b), sensor bekerja dengan baik dan dihasilkan nilai rata – rata error sebesar 3%. Dari hasil error alat monitoring dalam membaca arus AC beban yang didapatkan (berdasarkan tabel diatas dan perhitungan kesalahan/(error), maka alat monitoring ini dalam mengukur arus AC, termasuk dalam standar golongan alat ukur kasa dengan kesalahan error 3%..Perbedaan nilai pada alat ukur clamp meter dan PZEM 004T dapat diakibatkan resolusi pembacaan antara sensor dengan alat ukur yang berbeda, dan dapat juga disebabkan ketidakstabilan tegangan saat proses pengukuran sehingga terdapat selisih pembacaan nilai V, I dan R.

REFERENSI

- [1] A Amirullah, A Kiswantono, O Penangsang, A Soeprijanto, Transient power quality performance of multi photovoltaics using MPPT P and O/MPPT fuzzy, TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control) 2018., Vol 16, no 6.
- [2] AFZ Fauzi, A Kiswantono, S Saidah
Power Outage Sensing Device based on IOT for Service Quality Evaluation in the PLN Distribution System, ELKHA Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 2021, 13 (2), 155-160
- [3] A Kiswantono, EN Cahyono, H Hermawan, Profil Otomatisasi Distribusi Sistem Tenaga Listrik Universitas Bhayangkara Surabaya, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat 2, 2021, jurnal saburai.

- [4] EN Cahyono, A Kiswantono, Mini Scada Plts Berbasis Arduino Uno Dan Visual Basic Menggunakan Web Api Crud, *SinarFe7* 2 (1), 2019, hal. 441-446
- [5] DB Prasetyo, A Kiswantono, SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560, *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering*, 2021, Vol 3 (2), 163-170
- [6] Y Hermanto, A Kiswantono, Prototype Monitoring Electricity System 220v of Wind Power Plant (PLTB) based on the Internet of Things, *IOTA Internet of Things and Artificial Intelligence Journal*, 2021, Vol 1 (3), 134-145.
- [7] Yulizar, I. D. Sara, dan M. Syukri, "Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan GSM Shield Sim900," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, hal. 47–56, 2016.
- [8] M. Subito dan Rizal, "Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler Dan Mikrokontroler AT89S52," *J. Ilm. Foristek*, vol. 2, no. 2, hal. 184–189, 2012.
- [9] Y. I. Inasa, B. P. Lapanporo, dan I. Sanubary, "Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos," *Prism. Fis.*, vol. 6, no. 3, hal. 220–227, 2018.
- [10] I. Nirmalasari, A. E. Putra, dan B. N. Prastowo, "Purwarupa Alat Ukur Daya Listrik Berbasis Netduino Plus," *IJEIS*, vol. 5, no. 1, hal. 21–30, 2015.
- [11] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712," *ORBITH*, vol. 12, no. 1, hal.
- [12] Yulizar, I. D. Sara, dan M. Syukri, "Prototipe Pengukuran Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan GSM Shield Sim900," *KITEKTRO J. Online Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, hal. 47–56, 2016.
- [13] M. Subito dan Rizal, "Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler Dan Mikrokontroler AT89S52," *J. Ilm. Foristek*, vol. 2, no. 2, hal. 184–189, 2012.
- [14] Y. I. Inasa, B. P. Lapanporo, dan I. Sanubary, "Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos," *Prism. Fis.*, vol. 6, no. 3, hal. 220–227, 2018.
- [15] I. Nirmalasari, A. E. Putra, dan B. N. Prastowo, "Purwarupa Alat Ukur Daya Listrik Berbasis Netduino Plus," *IJEIS*, vol. 5, no. 1, hal. 21–30, 2015.
- [16] F. A. Indriyani, A. Fauzi, and S. Faisal, "Analisis Sentimen Aplikasi TikTok Menggunakan Algoritma Naive Bayes dan Support Vector Machine," *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, vol. 10, no. 2, pp. 176–184, Jul. 2023, doi: 10.37373/tekno.v10i2.419.