

SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK PADA KOMPOR PENGHASIL LISTRIK DENGAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (KOLISS-IOT)

ELECTRICAL ENERGY MONITORING SYSTEM ON ELECTRIC PRODUCING STOVE WITH INTERNET OF THINGS (KOLISS-IOT) TECHNOLOGY

Muhammad Reza Faleva¹, Dian Budhi Santoso², Lela Nurpulaela³

¹²³Universitas Singaperbangsa Karawang

¹muhammadreza.faleva16091@student.unsika.ac.id, ²dian.budhi@ft.unsika.ac.id,
³lela.nurpulaela@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Listrik sudah menjadi kebutuhan dasar masyarakat saat ini. Sumber energi alternatif merupakan salah satu cara untuk membantu masyarakat dalam menyediakan energi listrik, oleh karena itu dibutuhkannya sebuah teknologi kompor penghasil listrik berbasis internet of things (KOLISS-IoT). Untuk mengetahui hasil kinerja teknologi KOLISS-IoT dalam menghasilkan energi listrik maka dibutuhkan sebuah sistem untuk memonitor kinerja dalam menghasilkan energi listrik. Sistem monitoring ini menggunakan sensor INA219 yang berfungsi untuk mendeteksi berapa besar arus tegangan dan daya dihasilkan oleh KOLISS-IoT. Sementara itu arduino dan ESP 8266 berfungsi untuk mengolah dan mengirim data menggunakan platform IoT. Hasilnya dapat ditampilkan pada lcd 16x2 I2C dan webpage menggunakan modul ESP8266. Hasil pengujian yang didapat melalui perhitungan menggunakan sensor tegangan, arus, dan daya oleh sensor INA219 yaitu pada rata-rata sebesar 2,65V pada perhitungan tegangan, 0,031A pada perhitungan arus dan 0,0785W pada perhitungan daya. Nilai maksimal tegangan, arus dan daya pada pengujian yaitu sebesar 2,85 V, 0,068A, dan 0,194W memiliki persentase error yaitu 0,027% pada perhitungan tegangan, 0,002% pada perhitungan arus dan 0,0045% pada perhitungan daya.

Kata kunci : monitoring, INA219, sensor arus, IoT, arduino

Abstract

Electricity has become a basic need of society today. Alternative energy sources are one of the ways to help people in providing electrical energy, therefore an internet of things-based electric stove technology (KOLISS-IoT) is needed. technology. To find out the results of the performance of KOLISS-IoT technology in producing electrical energy, a system is needed to monitor performance in producing electrical energy. This monitoring system uses the INA219 sensor which functions to detect how much voltage and power current is produced by KOLISS-IoT. Meanwhile Arduino and ESP 8266 function to process and send data using the IoT platform. The results can be displayed on a 16x2 I2C lcd and webpage using the ESP8266 module. The test results obtained through measurements using the sensor voltage, current, and power by the INA219 sensor are at an average of 2.65V for the calculation of the voltage, 0.031A for the calculation of the current and 0.0785W for the calculation of power. The maximum values of voltage, current and power in the test are 2.85 V, 0.068A, and 0.194W, has an error percentage of 0.027% for voltage calculations, 0.002% for current calculations and 0.0045% for power calculations.

Keywords: monitoring, INA219, current sensor, IoT, arduino

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik sudah menjadi sebuah kebutuhan utama masyarakat dalam kegiatan sehari – hari untuk meningkatkan kesejahteraan hidup. Kebutuhan energi listrik akan selalu meningkat dengan beriringnya waktu[1]. sumber energi alternatif merupakan salah satu cara untuk

membantu masyarakat dalam menyediakan energi listrik, karena itu dibutuhkannya sebuah teknologi kompor penghasil listrik berbasis *internet of things* (KOLISS-IoT). Kompor ini menggunakan bahan bakar biomassa sebagai sumber energi dan *thermoelectric generator* (TEG) sebagai piranti yang mengonversi energi panas menjadi energi listrik prinsip ini dikenal sebagai effect *Seebeck*[2], [3]. Mengetahui kinerja teknologi KOLISS-IoT dalam menghasilkan energi listrik merupakan salah satu indikator yang paling penting, oleh sebab itu dibutuhkan monitoring besaran energi listrik yang dihasilkan. Sistem monitoring pada jaman saat ini sudah dilakukannya perkembangan menggunakan teknologi *Internet of Things*[4], sebuah konsep yang mengacu pada jenis jaringan untuk menghubungkan apa pun dengan internet berdasarkan protokol yang ditetapkan melalui peralatan pembacaan data untuk melakukan pertukaran informasi dan komunikasi.

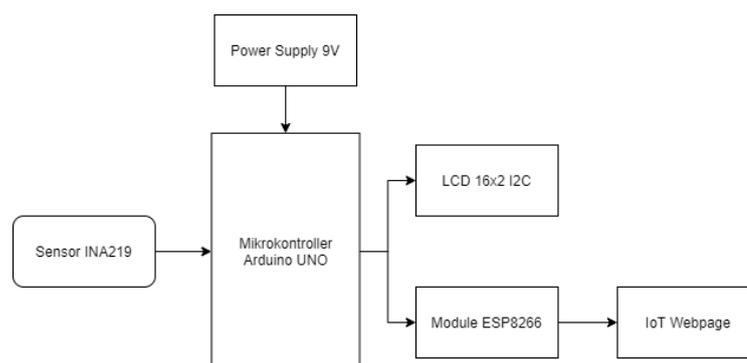
Mengetahui kinerja teknologi KOLISS-IoT dalam menghasilkan energi listrik merupakan salah satu indikator yang paling penting, oleh sebab itu dibutuhkan monitoring besaran energi listrik yang dihasilkan. Monitoring besaran listrik seperti tegangan, arus, dan daya, dilakukan dengan memasang sebuah sensor[5]. Sensor sendiri adalah sebagai perangkat yang menerima dan merespons sinyal atau rangsangan. Sensor yang digunakan untuk mengukur besaran energi listrik yang dihasilkan menggunakan sensor INA219. Berbagai penelitian menggunakan sensor INA219[6]–[8] untuk melakukan penelitian monitoring penggunaan energi listrik

Monitoring dimaksudkan untuk pemantauan besaran listrik yang dihasilkan oleh KOLISS-IoT dalam waktu nyata yang bersifat online dengan teknologi IoT. Teknologi IoT memudahkan untuk pembacaan besaran listrik yang dihasilkan oleh KOLISS-IoT untuk itulah pada penelitian ini penulis akan dibuat sistem monitoring besaran listrik yang dapat memberikan informasi hasil monitoring energi listrik yang dihasilkan kemudian ditampilkan melalui halaman *webpage*

2. Desain dan Realisasi Sistem

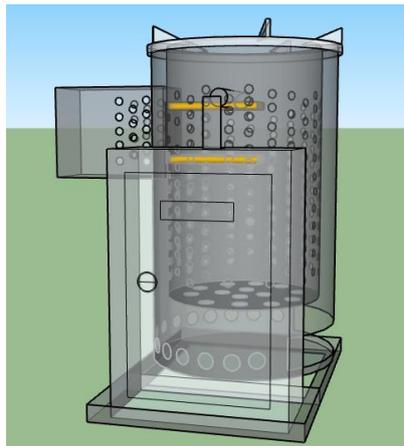
2.1 Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, memiliki output berupa nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh *thermoelectric generator* (TEG) menggunakan prinsip *effect Seebeck* dimana energi panas kompor menjadi energi listrik. Blok diagram sistem monitoring yang dibuat



Gambar 1 Blok Diagram

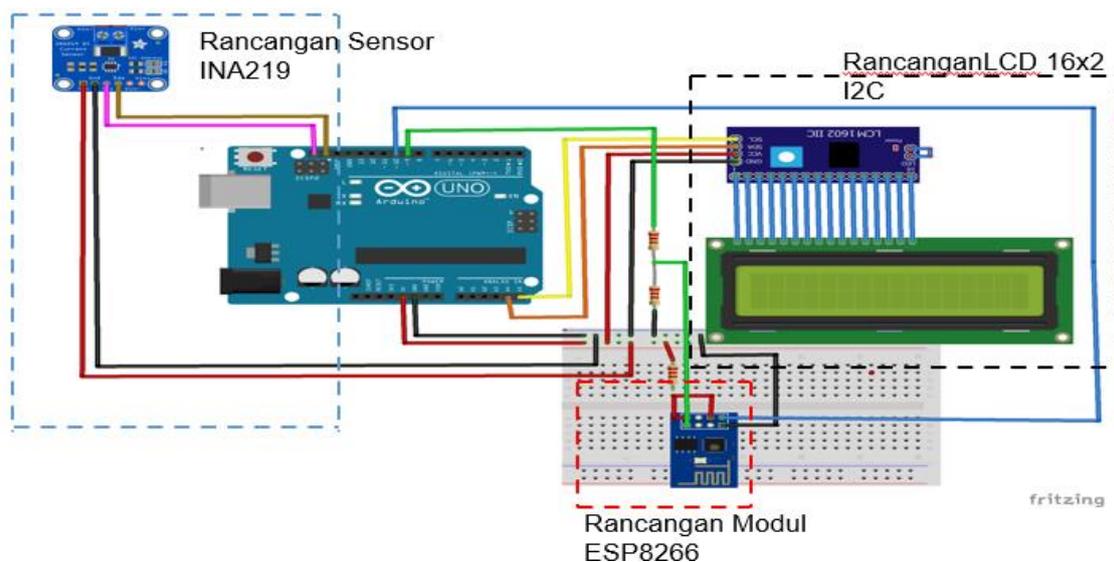
Gambar 2 merupakan desain gambaran secara fisik terhadap bentuk secara keseluruhan, terdiri dari kompor dengan ruang pembakaran panel box monitoring. Ruang pembakaran terdapat plat tembaga sebagai media media penyimpanan dan penghantar panas yang dihasilkan dari pembakaran pada kompor ke komponen TEG yang selanjutnya terjadi perbedaan suhu sehingga dapat menghasilkan listrik DC menuju panel box monitoring yang berisikan sistem monitoring energi listrik



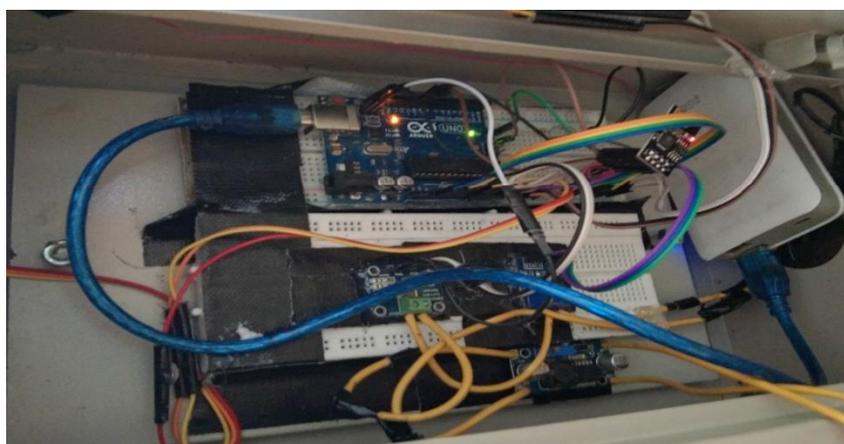
Gambar 2 Desain Rancangan

2.2 Skema Rangkaian Alat

Sistem monitoring terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian sensor INA219, rangkaian modul wifi ESP8266, dan rangkaian LCD 16x2 I2C dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 Skematik Rangkaian Sistem Monitoring

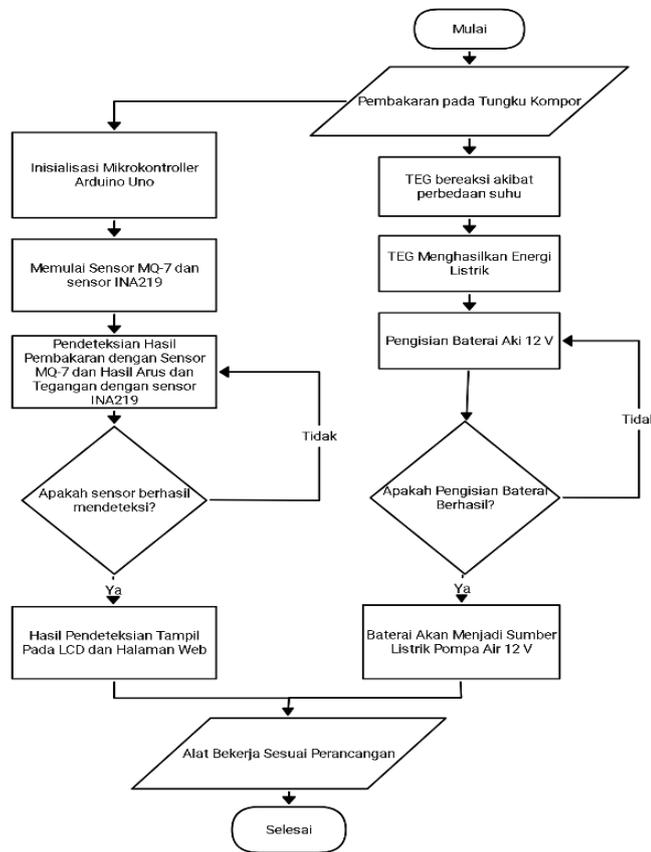


Gambar 4 Skematik Rangkain pada panel box

Sistem monitoring ini menggunakan baterai 9V sebagai *power supply* untuk Arduino UNO yang dimanfaatkan sebagai mikrokontroler, Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler [9]. Sensor INA219 sensor yang memiliki 4 pin yaitu pin VCC dan GND terhubung melalui Vcc(+) dan VCC(-) pada thermoelectric generator (TEG) dan pada pin Scl dan Sda sebagai pengirim data menuju mikrokontroler arduino. Modul wifi pada rangkaian ini bertugas sebagai server sekaligus menjadi akses point yang nantinya ip address dari modul wifi ini dapat membuka hasil monitoring pada halaman web. ESP8266 menggunakan pin dari GPIO 0 – GPIO 3 sebagai input dan output. LCD I2C merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai penampil hasil monitoring tegangan, arus dan daya

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Bagian ini merupakan implementasi teknologi IoT sebagai *Graphical User Interface (GUI)* untuk mempermudah pengguna untuk memantau hasil parameter yang diukur seperti tegangan, arus, daya GUI yang dibuat antara tampilan LCD dan Web di desain sama agar memudahkan pengguna untuk mengakses alat ini. Langkah rancangan program dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Flowchart kerja sistem

Diagram diatas merupakan diagram alir dari prinsip kerja sistem monitoring energi listrik dimulai dari inisialisasi arduino, selanjutnya sensor INA219 mendeteksi tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dari pembakaran kompor, pada fungsi kondisi sensor mendeteksi maka arduino mengolah data dan selanjutnya akan ditampilkan pada layar LCD dan halaman web. Cara kerja pengiriman data hasil monitoring melalui IP address yang didapat pada serial monitor kemudian IP address tersebut di akses melalui *web browser* , ESP8266 yang berperan sebagai server akan mengirim data hasil

monitoring mencetaknya pada halaman web melakukan *refresh* akan menampilkan hasil monitoring selanjutnya

3. PEMBAHASAN

Thermoelectric generator (TEG) yang terhubung pada plat tembaga yang terbakar pada ruang pembakaran pada satu sisi kemudian di sisi lainnya didinginkan menggunakan heatsink maka akan menghasilkan sebuah listrik DC yang disebut dengan efek *seebeck*[10]. Energi listrik didefinisikan sebagai laju penggunaan daya listrik dikalikan dengan selama waktu tersebut[11] sebuah rangkaian listrik, hubungan antara arus dan tegangan dijelaskan dengan hukum ohm dimana arus berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan. Hambatan yang dimaksud adalah hambatan pada rangkaian yang dapat menghalangi aliran arus. Hambatan dinotasikan dengan R dan diukur dalam satuan ohm (Ω).

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

$$V = I \cdot R \quad (3)$$

Daya adalah banyaknya energi listrik yang mengalir setiap detik atau joule per second dilambangkan dengan huruf P dan memiliki unit watt, meskipun unit Satu watt didefinisikan sebagai satu joule per detik, atau :

$$W = P \cdot t \quad (4)$$

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (5)$$

Hubungan arus, tegangan dan daya dijelaskan dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (6)$$

$$P = V \cdot I \quad (7)$$

Metode yang digunakan untuk memperoleh data kuantitatif dari Sensor INA219, melalui perhitungan hubungan antara tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh efek *seebeck* menggunakan sensor INA219 dan perhitungan menggunakan alat ukur multimeter sebagai pembandingan untuk mengetahui untuk mengetahui kesalahan atau *error* maka dilakukan perhitungan kesalahan menggunakan persamaan (8) dan (9) berikut:

$$\%Kesalahan = \left| \frac{\text{Nilai Perhitungan} - \text{Nilai Pengukuran}}{\text{Nilai Pengukuran}} \right| \times 100 \quad (8)$$

$$\%Kesalahan \text{ rata - rata} = \frac{\%Kesalahan}{n} \quad (9)$$

Pengujian sistem ini dilakukan 3 kali tahapan dengan setiap tahapan dilakukan 10 kali pengambilan data sehingga total ada 30 kali perhitungan tegangan, arus dan daya dengan rentang waktu 2 menit setiap pengambilan data.

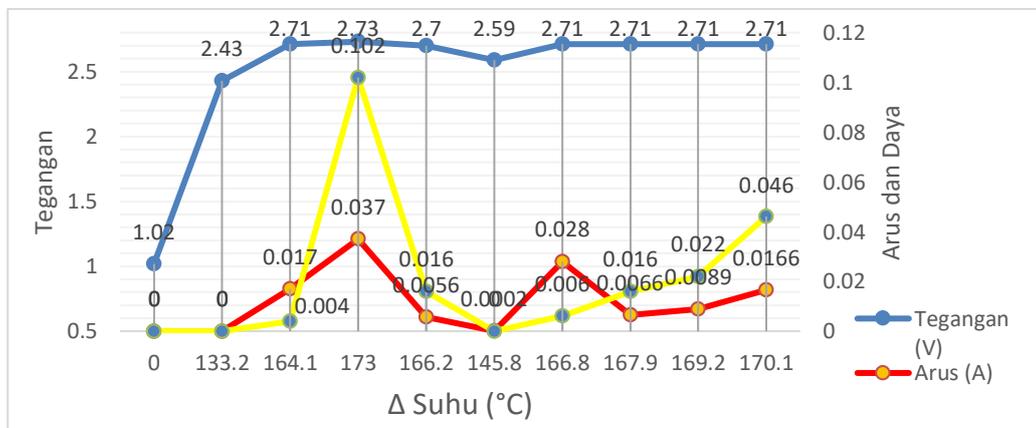
3.1 Pengujian Sensor INA219

Pengambilan data pengujian sistem monitoring dimaksudkan untuk memastikan bahwa sensor tersebut bekerja dengan baik dalam membaca tegangan, arus dan daya pada kompor

KOLISS-IoT. Ketika pembakaran pada Gambar 6 yang dapat menghasilkan tegangan, arus dan daya dihasilkan akan melalui sensor INA219 untuk pembacaan data. Pengujian pertama bisa dilihat pada gambar 4



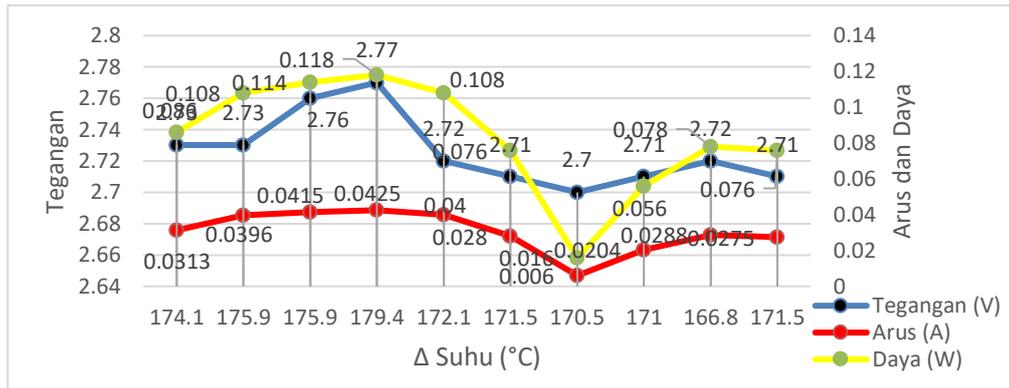
Gambar 6 Pengujian sistem



Gambar 5 Grafik Perbandingan Nilai Tegangan, Arus dan Daya Pengujian 1

Tabel 1 Hasil Pengujian 1

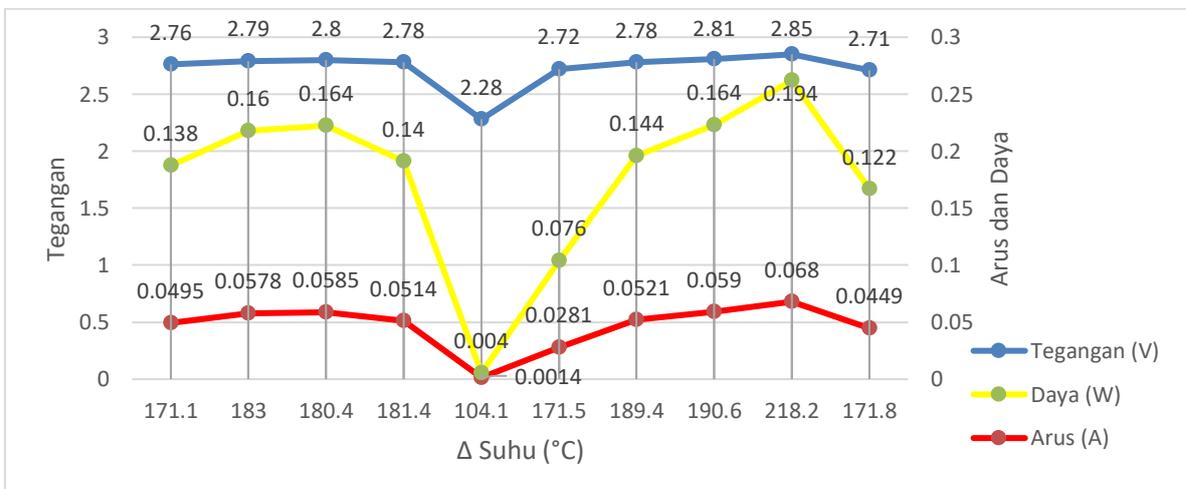
| Δ Suhu (°C) | Pengukuran Sensor INA219 | | | Pengukuran Multimeter | | | Error % | | |
|-------------|--------------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
| 0 | 1,02 | 0 | 0 | 1,05 | 0 | 0,000 | 0,03 | 0 | 0,0000 |
| 133,2 | 2,43 | 0 | 0 | 2,46 | 0 | 0,000 | 0,03 | 0 | 0,0000 |
| 164,1 | 2,71 | 0,017 | 0,004 | 2,73 | 0,019 | 0,046 | 0,02 | 0,002 | 0,0421 |
| 173 | 2,73 | 0,037 | 0,102 | 2,76 | 0,039 | 0,101 | 0,03 | 0,002 | 0,0010 |
| 166,2 | 2,7 | 0,0056 | 0,016 | 2,71 | 0,0066 | 0,015 | 0,01 | 0,001 | 0,0009 |
| 145,8 | 2,59 | 0,0002 | 0 | 2,62 | 0,0022 | 0,001 | 0,03 | 0,002 | 0,0005 |
| 166,8 | 2,71 | 0,028 | 0,006 | 2,74 | 0,03 | 0,076 | 0,03 | 0,002 | 0,0699 |
| 167,9 | 2,71 | 0,0066 | 0,016 | 2,74 | 0,0086 | 0,018 | 0,03 | 0,002 | 0,0019 |
| 169,2 | 2,71 | 0,0089 | 0,022 | 2,74 | 0,0109 | 0,024 | 0,03 | 0,002 | 0,0021 |
| 170,1 | 2,71 | 0,0166 | 0,046 | 2,73 | 0,0176 | 0,045 | 0,02 | 0,001 | 0,0010 |



Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai Tegangan, Arus dan Daya Pengujian 2

Tabel 2 Hasil Pengujian 2

| Δ Suhu (°C) | Pengukuran Sensor INA219 | | | Pengukuran Multimeter | | | Error % | | |
|-------------|--------------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
| 174,1 | 2,73 | 0,0313 | 0,086 | 2,76 | 0,0333 | 0,085 | 0,03 | 0,002 | 0,0006 |
| 175,9 | 2,73 | 0,0396 | 0,108 | 2,76 | 0,0416 | 0,108 | 0,03 | 0,002 | 0,0001 |
| 175,9 | 2,76 | 0,0415 | 0,114 | 2,79 | 0,0455 | 0,115 | 0,03 | 0,004 | 0,0005 |
| 179,4 | 2,77 | 0,0425 | 0,118 | 2,8 | 0,0445 | 0,118 | 0,03 | 0,002 | 0,0003 |
| 172,1 | 2,72 | 0,04 | 0,108 | 2,73 | 0,041 | 0,109 | 0,01 | 0,001 | 0,0008 |
| 171,5 | 2,71 | 0,028 | 0,076 | 2,74 | 0,03 | 0,076 | 0,03 | 0,002 | 0,0001 |
| 170,5 | 2,7 | 0,006 | 0,016 | 2,71 | 0,007 | 0,016 | 0,01 | 0,001 | 0,0002 |
| 171 | 2,71 | 0,0204 | 0,056 | 2,74 | 0,0224 | 0,055 | 0,03 | 0,002 | 0,0007 |
| 166,8 | 2,72 | 0,0288 | 0,078 | 2,74 | 0,0308 | 0,078 | 0,02 | 0,002 | 0,0003 |
| 171,5 | 2,71 | 0,0275 | 0,076 | 2,74 | 0,0295 | 0,075 | 0,03 | 0,002 | 0,0015 |



Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai Tegangan, Arus dan Daya Pengujian 3

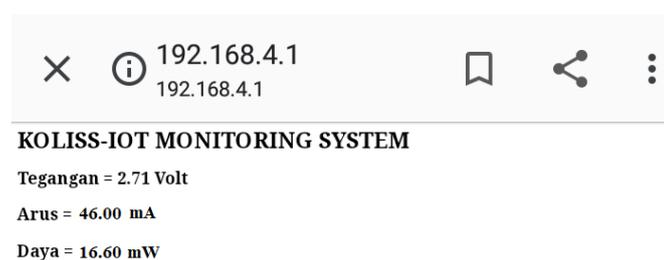
Tabel 3 Hasil Pengujian

| Δ Suhu (°C) | Pengukuran Sensor INA219 | | | Pengukuran Multimeter | | | Error % | | |
|-------------|--------------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
| 171,1 | 2,76 | 0,0495 | 0,138 | 2,78 | 0,0525 | 0,137 | 0,02 | 0,003 | 0,0014 |
| 183 | 2,79 | 0,0578 | 0,16 | 2,82 | 0,0608 | 0,161 | 0,03 | 0,003 | 0,0013 |
| 180,4 | 2,8 | 0,0585 | 0,164 | 2,83 | 0,0615 | 0,164 | 0,03 | 0,003 | 0,0002 |
| 181,4 | 2,78 | 0,0514 | 0,14 | 2,81 | 0,0534 | 0,143 | 0,03 | 0,002 | 0,0029 |
| 104,1 | 2,28 | 0,0014 | 0,004 | 2,31 | 0,0034 | 0,003 | 0,03 | 0,002 | 0,0008 |
| 171,5 | 2,72 | 0,0281 | 0,076 | 2,75 | 0,0301 | 0,076 | 0,03 | 0,002 | 0,0004 |
| 189,4 | 2,78 | 0,0521 | 0,144 | 2,81 | 0,0541 | 0,145 | 0,03 | 0,002 | 0,0008 |
| 190,6 | 2,81 | 0,059 | 0,164 | 2,84 | 0,061 | 0,166 | 0,03 | 0,002 | 0,0018 |
| 218,2 | 2,85 | 0,068 | 0,194 | 2,88 | 0,071 | 0,194 | 0,03 | 0,003 | 0,0002 |
| 171,8 | 2,71 | 0,0449 | 0,122 | 2,74 | 0,0469 | 0,122 | 0,03 | 0,002 | 0,0003 |

Gambar 5 , 6 dan 7 menunjukkan hasil pembacaan nilai oleh sensor INA219 berturut – turut membaca nilai tegangan, arus dan daya menunjukkan nilai maksimal tegangan, arus dan daya sebesar 2.85V, 0.068A, dan 0.194W kemudian nilai terendah menunjukkan nilai 2,28V, 0,0014A dan 0,004W. Tabel 1, 2 , dan 3 menunjukkan perbandingan pembacaan oleh sensor INA219 dengan multimeter untuk sensor INA219 dalam mengukur tegangan, arus dan daya memiliki persentase error yaitu 0,027% pada perhitungan tegangan, 0,002% pada perhitungan arus dan 0,0045% pada perhitungan daya

3.3 Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian sistem monitoring dilakukan untuk mengetahui implementasi (GUI) pada *webpage* berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dari sensor INA219. Gambar hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7 Pengujian *Webpage* Sistem Monitoring

Modul ESP8266 menggunakan teknologi IoT dengan cara terhubung dengan acces point WiFi ESP8266 kemudian masukan IP address yang tersedia pada *serial monitor* Arduino IDE pada internet browser untuk menampilkan hasil monitoring yang merupakan output dari produk KOLISS-IoT ini sehingga dapat memudahkan pengguna dalam melihat hasil monitoring tersebut. Gambar diatas menandakan bahwa modul ESP8266 bekerja baik untuk menampilkan hasil monitoring tegangan, arus, dan daya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa perancangan sistem monitoring bekerja dengan baik dan dapat menjalankan instruksi yang telah diprogramkan. Sistem monitoring dapat menampilkan parameter tegangan, arus dan daya kemudian dapat diakses menggunakan modul ESP8266 pada server *webpage* Setiap pengujian didapat nilai maksimal tegangan, arus dan daya pada setiap pengujian yaitu sebesar 2,85 V, 0,068A, dan 0,194W yang memiliki persentase error sebesar 0,027% pada perhitungan tegangan, 0,002% pada perhitungan arus dan 0,0045% pada perhitungan daya.

Pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan kemampuan alat tersebut dengan menggunakan sensor lebih dari satu sensor INA219 atau menambahkan sensor pembaca tegangan, arus dan daya yang lainnya agar didapatkan hasil yang lebih baik dan error yang kecil. Dapat ditambah dengan sistem datalogger yang terhubung ke komputer atau berbasis web untuk dapat mengamati perubahan tegangan, arus dan daya secara *realtime*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. E. Caraka, "Simulasi Kalkulator Energi Baru Terbarukan (Ebt) Guna Memenuhi Ketahanan Energi Di Indonesia," *Stat. J. Theor. Stat. Its Appl.*, vol. 16, no. 2, pp. 77–88, 2017, doi: 10.29313/jstat.v16i2.1956.
- [2] W. He, G. Zhang, X. Zhang, J. Ji, G. Li, and X. Zhao, "Recent development and application of thermoelectric generator and cooler," *Appl. Energy*, vol. 143, pp. 1–25, 2015, doi: 10.1016/j.apenergy.2014.12.075.
- [3] G. J. Snyder, "Small thermoelectric generators," *Electrochem. Soc. Interface*, vol. 17, no. 3, pp. 54–56, 2008.
- [4] K. K. Patel, S. M. Patel, and P. G. Scholar, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," *Int. J. Eng. Sci. Comput.*, vol. 6, no. 5, pp. 1–10, 2016, doi: 10.4010/2016.1482.
- [5] J. Fraden and J. G. King, *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications, 2nd ed.*, vol. 66, no. 4. 1998.
- [6] H. Habiburosid, W. Indrasari, and R. Fahdiran, "Karakterisasi Panel Surya Hybrid Berbasis Sensor Ina219," vol. VIII, pp. SNF2019-PA-173–178, 2019, doi: 10.21009/03.snf2019.02.pa.25.
- [7] F. Triyuandika, I. K. Ningrum, W. Djatmiko, F. Teknik, and U. N. Jakarta, "Prototipe sistem energi terbarukan rumah tangga," *J. Autocracy*, vol. 5, pp. 114–127, 2018, doi: 10.21009/autocracy.05.2.7.
- [8] Tukadi, W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet of Things," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 581–586, 2018.
- [9] D. A. C. Bento, "IoT: NodeMCU 12e X Arduino Uno, Results of an experimental and comparative survey," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 6, no. 1, pp. 46–56, 2018, [Online]. Available: <http://www.ijarcsms.com/docs/paper/volume6/issue1/V6I1-0022.pdf>.
- [10] S. B. Riffat and X. Ma, "Thermoelectrics: A review of present and potential applications," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 23, no. 8, pp. 913–935, 2003, doi: 10.1016/S1359-4311(03)00012-7.
- [11] J. M. Fiore, *DC Electrical Circuits Workbook*.