

# Sistem Pengukuran Arus dan Tegangan pada Rangkaian Kombinasi *Virtual Lab*

Kamarudin\*, Muhammad Ridwan\*, Jefri Saputra\* and Kemas Muhammad Aby\*

\* Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia  
Electrical Engineering Study Program  
Jl.Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia  
E-mail: kamarudin@polibatam.ac.id

## Abstrak

Pandemi COVID-19 telah mempengaruhi sistem pendidikan di Indonesia. Sistem pendidikan yang semula dilakukan secara tatap muka berganti menjadi sistem daring (dalam jaringan). Dengan sistem daring yang terkesan satu arah mengakibatkan banyak pelajar tidak mampu menyerap materi yang diajarkan secara maksimal. Tujuan dari proyek *virtual lab* ini adalah membuat trainer praktikum dengan sistem pengukuran arus listrik dan tegangan pada rangkaian kombinasi yang dapat diukur dari jarak jauh berbasis *internet of things*. Pelajar dapat mengakses trainer praktikum melalui aplikasi android *virtual lab* untuk mengukur arus listrik atau tegangannya. Berdasarkan hasil pengujian pengukuran arus listrik menggunakan sensor INA219, presentase *error* tertinggi terdapat pada pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200  $\Omega$  dengan persentase *error* mencapai 2.5%. Sementara itu presentase *error* terendah terdapat pada pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200  $\Omega$  pada beberapa pengujiannya dan juga terhadap resistor 100  $\Omega$  dengan presentase *error* sebesar 0%. Pada pengukuran tegangan menggunakan sensor *voltage* 25 Volt, presentase *error* tertinggi terdapat pada pengukuran tegangan pada resistor 500  $\Omega$  dengan presentase *error* sebesar 1.43%. Sementara itu presentase *error* terendah terdapat pada pengukuran tegangan terhadap resistor 300  $\Omega$  dengan presentase *error* sebesar 0.64%. Akurasi tertinggi pada sistem ini yaitu sebesar 99.76% pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 100  $\Omega$ , sedangkan akurasi terendah yaitu sebesar 98.167% yaitu pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200  $\Omega$ . Presisi tertinggi pada sistem ini yaitu sebesar 100% pada saat pengukuran tegangan terhadap resistor 500  $\Omega$ , sedangkan presisi terendah yaitu sebesar 99.856% yaitu pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 100  $\Omega$ .

**Kata kunci:** *Internet of things, raspberry, virtual lab, arus dan tegangan, android*

## Abstract

*The COVID-19 pandemic has affected the education system in Indonesia. The education system that was originally carried out face-to-face changed to an online system (online). With an online system that seems one-way, many students are unable to absorb the material taught optimally. The purpose of this virtual lab project is to create a practicum trainer with a system of measuring electric current and voltage on a combination circuit that can be measured remotely based on the internet of things. Students can access the practicum trainer through the virtual lab android application to measure the electric current or voltage. Based on the test results of measuring electric current using the INA219 sensor, the highest percentage of error is found in the measurement of electric current against a resistor of 1200  $\Omega$  with an error percentage reaching 2.5%. Meanwhile, the lowest percentage of error is found in the measurement of electric current against resistors 1200  $\Omega$  in some tests and also against resistors of 100  $\Omega$  with an error percentage of 0%. In voltage measurement using a 25 Volt voltage sensor, the highest percentage of error is found in the voltage measurement on the 500  $\Omega$  resistor with an error percentage of 1.43%. Meanwhile, the lowest percentage of error is found in the voltage measurement of 300  $\Omega$  resistors with an error percentage of 0.64%. The highest accuracy in this system is 99.76% when measuring electric current against a 100  $\Omega$  resistor, while the lowest accuracy is 98.167% when measuring electric current against a resistor of 1200  $\Omega$ . The highest precision in this system is 100% when measuring the voltage against a resistor of 500  $\Omega$ , while the lowest precision is 99.856% which is when measuring the electric current against the resistor of 100  $\Omega$ .*

**Keywords:** *Internet of things, raspberry, virtual lab, current and voltage, android*

## 1. Pendahuluan

Saat ini dunia sedang dihadapkan dengan masalah besar yang belum pernah terpikirkan sebelumnya yang mampu menghambat aktivitas sehari-hari termasuk aktivitas di bidang pendidikan. Pandemi COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*) telah mempengaruhi sistem pendidikan di seluruh negara, salah satunya adalah negara Indonesia. Dengan adanya pembatasan aktivitas dan interaksi, Kementerian Pendidikan di Indonesia mengeluarkan kebijakan yaitu dengan meliburkan sekolah maupun perguruan tinggi dan mengganti proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dengan menggunakan sistem dalam jaringan (daring). [1]

Dengan sistem daring saat ini yang terkesan satu arah mengakibatkan banyak siswa maupun mahasiswa tidak mampu menyerap materi yang diajarkan secara maksimal. Terkhusus bagi institusi pendidikan di bidang vokasi yang lebih fokus pada bidang praktik dibandingkan teori pastinya mengalami masalah besar. Praktik yang semula dilaksanakan secara langsung di laboratorium tidak terlaksana dan harus digantikan dengan berbagai modul baca yang tidak sejalan dengan visi misi institusi yang lebih mengutamakan keahlian dan memerlukan banyak praktik.

Berdasarkan pemaparan di atas dengan adanya alat ini sistem daring yang terkesan menjadi dampak terhambatnya praktikum secara langsung dapat terlaksana, dengan menawarkan sebuah sistem praktikum jarak jauh yang dapat diakses langsung oleh pelajar untuk membantu mengatasi masalah di pandemi COVID-19 agar tidak terus berlanjut, kemudian terciptanya ide ini yang mana dapat menjadi salah satu opsi baru untuk tetap terlaksananya proses belajar mengajar terkhusus pada proses pembelajaran praktik, tidak hanya itu dengan adanya ide ini diharapkan akan berdampak baik bagi sistem pendidikan di Indonesia kedepannya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Internet of Things

*Internet of Things* atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, dimana bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet, namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa: mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (*wearables*), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam dapat mematuhi protokol kesehatan pada saat Covid-19 seperti sekarang ini.

### 2.2. Pengukuran

Pengukuran merupakan kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. [4] Dalam pengukuran digunakan istilah-istilah yang menentukan karakteristik suatu alat ukur seperti presisi, akurasi, resolusi, *range*, dan *error*. Pengukuran yang digunakan pada sistem ini bertujuan untuk mengukur arus listrik dan tegangan pada resistor, yang mana pengukuran tersebut merupakan salah satu pengetahuan dasar di bidang elektronika.

### 2.3. Resistor

Resistor merupakan komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk membatasi jumlah aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Dalam penggunaannya resistor dapat dirangkai menjadi suatu rangkaian yang dapat disusun secara seri atau paralel maupun keduanya. Rangkaian gabungan antara rangkaian seri resistor dan juga rangkaian paralel resistor disebut juga rangkaian kombinasi resistor.

### 2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler *Raspberry Pi* adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. [6] Penggunaan *Raspberry Pi* pada sistem ini berfungsi sebagai pengolah data antara aplikasi android yang terhubung melalui jaringan internet dengan trainer yang terhubung langsung ke mikrokontroler.

### 2.5. Sistem Database

Penggunaan *database* pada sistem ini berfungsi sebagai inisiasi komunikasi antara mikrokontroler dengan aplikasi android, selain itu *database* juga berfungsi untuk menyimpan hasil laporan praktikum mahasiswa agar dapat di-*monitoring* oleh dosen pengajar. *Database* yang digunakan pada proyek ini yaitu *Firebase*. *Firebase* adalah penyedia layanan *realtime database* dan *backend* sebagai layanan. Pada proyek ini aplikasi yang ingin dikembangkan bertujuan agar para pelajar dapat mengakses kegiatan praktikum melalui android masing-masing dari jarak jauh.

### 2.6. Interface

*Interface* atau antarmuka adalah salah satu layanan yang disediakan sistem operasi sebagai sarana interaksi antara pengguna dengan sistem operasi. [10] Sistem ini menggunakan sistem *interface* berbasis android sehingga mahasiswa dapat melakukan praktikum terhadap modul trainer secara langsung melalui tampilan yang muncul pada aplikasi android.

### 2.7. Sistem Sensor

Sensor adalah suatu alat untuk mendeteksi atau mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah

variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. [12] Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor arus INA219 dan sensor tegangan 25 Volt.

1. Sensor INA219 merupakan modul sensor yang dapat me-*monitoring* arus pada suatu rangkaian listrik. Sensor ini bekerja dengan mengukur penurunan voltase pada resistansi yang diketahui dengan berlandaskan hukum ohm, jika resistansi diketahui dan voltase diukur maka arus dapat ditentukan.

2. Sensor tegangan 25 Volt adalah sensor yang berfungsi untuk membaca nilai tegangan pada suatu rangkaian dengan batas pembacaan maksimal yaitu 25 Volt DC. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu didasarkan pada prinsip *resistive divider*, dimana rangkaian resistor yang terdapat pada sensor dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali dari tegangan asli.

### 2.8. Sistem Sakelar

Sakelar atau yang biasa disebut dengan *switch* adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau menghubungkannya. [16] Pada sistem ini juga sangat membutuhkan komponen *relay* yang berfungsi sebagai sakelar yang bekerja dengan sistem elektromagnetik yang dapat dikendalikan dengan rangkaian elektronik lain dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumbernya. [17] Pada sistem ini menggunakan modul relay 16 *channel* sebagai sakelar.

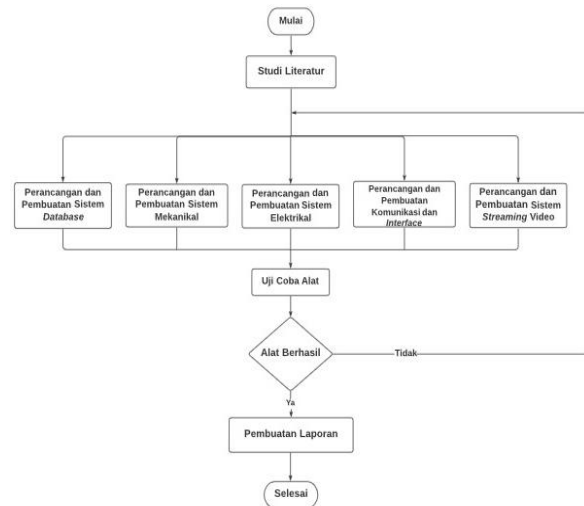
### 2.9. Sistem Streaming

Sistem *streaming* yang dimaksud adalah teknologi yang digunakan untuk melihat audio maupun video secara langsung atau dengan *pre-recorder* di *web server* tanpa perlu kita menyimpan ataupun mengunduhnya. [19] Sistem yang dibangun agar pelajar dapat melihat langsung trainer yang dikendalikan melalui tampilan video trainer yang berada di *interface* aplikasi masing-masing pelajar.

## 3. Metode

### 3.1. Perancangan Penelitian

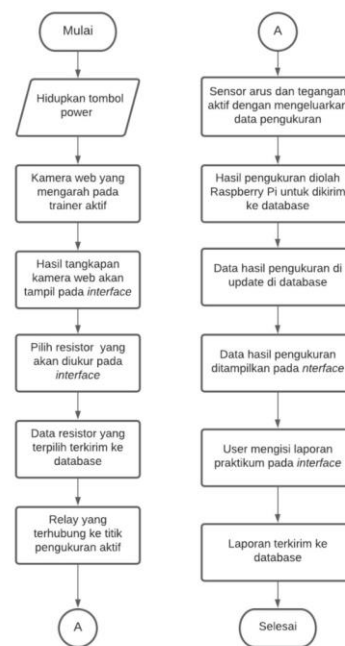
Perancangan penelitian merupakan kegiatan untuk menggambarkan serta memperjelas langkah penelitian. Untuk membangun sistem ini diperlukan beberapa tahapan pelaksanaan. Adapun tahapan pelaksanaannya dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Pelaksanaan

### 3.2. Perancangan Penelitian

Untuk membangun suatu sistem praktikum elektronika dasar yang dapat diakses secara virtual oleh pelajar, diperlukan perancangan sistem yang berfungsi sebagai alur tahapan kerja dari sistem yang akan dibangun. Pada gambar 2 berikut ini merupakan alur tahapan kerja dari sistem pengukuran arus dan tegangan pada *virtual lab*.

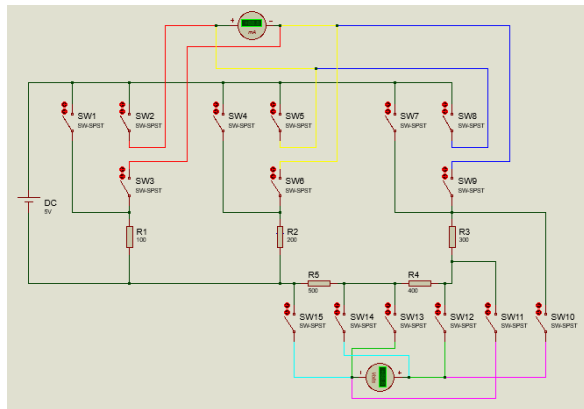


Gambar 2. Tahapan Kerja Alat

### 3.3. Perancangan Elektrikal

Pada perancangan ini berkaitan dengan desain rangkaian elektronika yang terdapat pada trainer, meliputi rangkaian pembagi arus dan tegangan menggunakan relay sebagai sakelar serta sensor arus dan tegangan. Selain itu terdapat wiring komponen elektrikal pada trainer yang berkaitan dengan rangkaian pembagi arus dan tegangan. Terdapat beberapa komponen seperti Raspberry PI, ADC ADS

1115, sensor arus INA219, sensor tegangan 25V, modul relay 16 channel dan juga resistor 100Ω, 200Ω, 300Ω, 400Ω, 500Ω. Berikut merupakan rangkaian skematik pembagi arus dan Tegangan yang terdapat pada gambar 3 dibawah ini.



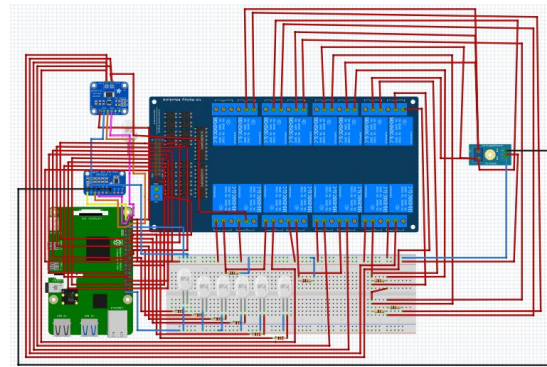
Gambar 3. Rangkaian Skematik Pembagi Arus dan Tegangan (Kombinasi)

Pada rangkaian kombinasi yang terdiri dari rangkaian paralel dan seri, dibutuhkan komponen elektronika berupa relay untuk dapat memodifikasi rangkaian agar nilai arus dan tegangan dapat terukur dengan tepat. Adapun kondisi relay yang dibutuhkan untuk mengukur masing-masing resistor yang terdapat pada trainer dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut.

RANGKAIAN PARALEL															
	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9	SW10	SW11	SW12	SW13	SW14	SW15
R1	NO	NC	NC	NO	NO	NC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
R2	NC	NO	NO	NO	NC	NC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
R3	NC	NO	NO	NC	NO	NO	NC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
RANGKAIAN SERI															
	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9	SW10	SW11	SW12	SW13	SW14	SW15
R3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NC	NO	NO	NC	NC	NO	NO	NO	NO
R4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NC	NO	NO	NO	NO	NC	NC	NO	NO
R5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NC	NC

Gambar 4. Tabel Kondisi Relay

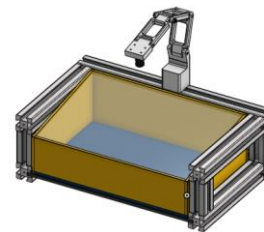
Pada gambar 5 terdapat *wiring* komponen elektrik yang dibuat menggunakan *software fritzing* untuk mempermudah dalam melakukan *wiring* secara *hardware*. Pada *wiring* tersebut terdapat sensor INA219 yang terhubung ke pin SCL dan SDA pada Raspberry Pi, sedangkan sensor tegangan 25V pin outputnya terhubung ke pin input ADC ADS1115 dan kemudian pin SCL dan SDA-nya terhubung ke SCL dan SDA pada Raspberry Pi. Selain itu GPIO yang terdapat pada Raspberry PI terhubung ke pin input Relay 16 *channel* untuk memberikan tegangan sebesar 5 VDC untuk dapat mengontrol relay, lalu terminal NO dan COM. Gambar 5 berikut ini merupakan *wiring* komponen elektrik pada sistem pengukuran.



Gambar 5. *Wiring* Komponen Elektrikal

### 3.4. Perancangan Mekanikal

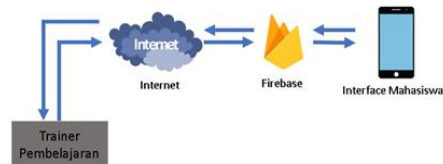
Perancangan mekanikal pada sistem ini menggunakan bahan akrilik sebagai pelindung atau *body* untuk sistem elektrikal. Adapun desain mekanikal 3D terdapat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Desain Mekanikal 3D

### 3.5. Perancangan Sistem Komunikasi

Perancangan sistem komunikasi pada *virtual lab* dirancang berbasis android memiliki skema komunikasi yang terdapat pada gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Skema Komunikasi Trainer dengan *Interface* Mahasiswa

Pada gambar 7 trainer pembelajaran akan terhubung ke internet kemudian terhubung ke *database* berupa *firebase* untuk menyimpan hasil pratikum lalu akan tampil pada *interface* aplikasi android pelajar.

### 3.6. Perancangan Sistem *Interface*

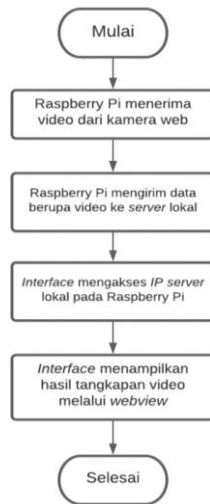
Pada tahap perancangan sistem *interface* menggunakan aplikasi android studio yang memiliki beberapa tampilan halaman seperti gambar 8 berikut:



Gambar 8. Alur Halaman pada *Interface*

### 3.7. Perancangan Sistem Streaming Video

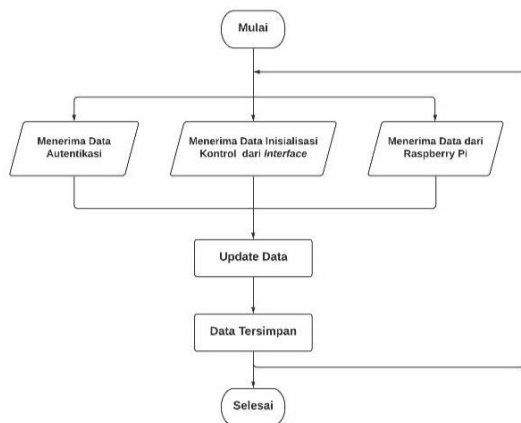
Untuk menjalankan proses *streaming* video pada *virtual lab* memerlukan beberapa tahap pelaksanaan. Adapun tahap pelaksanaannya terdapat pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Flowchart Tahap Pelaksanaan Streaming Video

### 3.8. Perancangan Sistem Database

Proses sistem *database* pada *virtual lab* memerlukan beberapa tahap pelaksanaan. Adapun tahap pelaksanaannya terdapat pada gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Tahap Pelaksanaan Komunikasi Database

### 3.9. Pengujian Pengukuran Arus dan Tegangan Menggunakan Sensor INA 219 dan Voltage 25 Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur nilai arus dan tegangan dengan menggunakan sensor arus INA219 dan sensor voltage 25V untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan pada masing-masing resistor. Untuk pengujian ini pada rangkaian terdapat relay 16 *channel* sebagai pemutus dan penghubung rangkaian agar dapat memodifikasi rangkaian yang akan diukur oleh kedua sensor. Kemudian relay 16 *channel* yang digunakan dikontrol oleh mikrokontroler. Mikrokontroler berupa *Raspberry Pi* 4 yang sudah ditanamkan program akan mendapat

instruksi dari *interface user* berupa pemilihan resistor yang ingin diukur oleh *user* yang dilakukan dengan cara menekan tombol R1 sampai R6 yang tersedia pada *interface user*. Hasil ukur yang terdeteksi oleh sensor akan disimpan pada *firebase* lalu ditampilkan kembali pada *interface user*. Berikut gambar 11 yang merupakan tampilan pengujian pengukuran arus listrik dan tegangan *virtual lab*.



Gambar 11. Pengujian Pengukuran Arus Listrik (kiri) dan Tegangan (kanan) Menggunakan Sensor pada Salah Satu Percobaan

### 3.10. Persamaan yang Digunakan Terhadap Hasil Nilai Pengukuran

Pada perbandingan hasil pengukuran terdapat penyimpangan antara nilai arus listrik yang terukur oleh multimeter dengan nilai yang terukur oleh sensor. Penyimpangan tersebut dapat dihitung dalam bentuk persentase *error* dengan persamaan sebagai berikut.

$$\%Error = \left| \frac{\text{Pengukuran Multimeter} - \text{Pengukuran Sensor}}{\text{Pengukuran Multimeter}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Sementara untuk menentukan nilai deviasi ke n pada sistem ini dapat menggunakan persamaan berikut.

$$|deviasi\ ke\ n| = \left| \text{Pengukuran Sensor} - \text{Pengukuran Sensor Rata-rata} \right| \quad (2)$$

Pada tabel hasil pengukuran juga terdapat nilai presisi. Dimana nilai presisi dapat ditentukan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{Deviasi rata-rata} \quad (3)$$

Adapun untuk nilai akurasi dapat ditentukan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Akurasi} = 100\% - \%Error \quad (4)$$

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Pengujian dan Perbandingan Arus listrik

Pada tabel 1 berikut merupakan hasil pengujian

pengukuran arus listrik dengan tegangan input sebesar 5V pada resistor 100 Ω.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Arus Listrik pada Resistor 100 Ω**

Pengukuran ke-	Hasil Pengukuran Arus Listrik pada Resistor 100 Ω				
	Nilai Perhitungan Arus (mA)	Nilai Arus pada Multimeter (mA)	Nilai Arus pada Sensor (mA)	Error (%)	Deviasi ke n
1	50	51	50.40	1.2	0.48
2	50	51	50.40	1.2	0.48
3	50	51	50.60	0.8	0.28
4	50	51	50.60	0.8	0.28
5	50	51	50.80	0.4	0.08
6	50	51	50.80	0.4	0.08
7	50	51	50.80	0.4	0.08
8	50	51	50.80	0.4	0.08
9	50	51	50.80	0.4	0.08
10	50	51	50.80	0.4	0.08
11	50	51	50.80	0.4	0.08
12	50	51	50.80	0.4	0.08
13	50	51	51	0	0.12
14	50	51	51	0	0.12
15	50	51	51	0	0.12
16	50	51	51	0	0.12
17	50	51	51	0	0.12
18	50	51	51	0	0.12
19	50	51	51	0	0.12
20	50	51	51	0	0.12
21	50	51	51	0	0.12
22	50	51	51	0	0.12
23	50	51	51	0	0.12
24	50	51	51	0	0.12
25	50	51	51	0	0.12
26	50	51	51	0	0.12
27	50	51	51	0	0.12
28	50	51	51	0	0.12
29	50	51	51	0	0.12
30	50	51	51	0	0.12
Rata-Rata	50	51	50.88	0.24	0.144
Minimum	50	51	50.40	0.4	0.08
Maksimum	50	51	51	1.2	0.48
Akurasi				99.76%	
Presisi				99.856%	

#### 4.2. Hasil Pengujian dan Perbandingan Tegangan

Pada tabel 2 berikut merupakan hasil pengujian pengukuran tegangan pada resistor 300 Ω dengan tegangan input sebesar 5V.

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan pada Resistor 300 Ω**

Pengukuran ke-	Hasil Pengukuran Tegangan pada Resistor 300 Ω				
	Nilai Perhitungan Tegangan (V)	Nilai Tegangan pada Multimeter (V)	Nilai Tegangan pada Sensor (V)	Error (%)	Deviasi ke n
1	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
2	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
3	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
4	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
5	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
6	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
7	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
8	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
9	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
10	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
11	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008

12	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
13	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
14	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
15	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
16	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
17	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
18	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
19	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
20	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
21	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
22	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
23	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
24	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
25	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
26	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
27	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
28	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
29	1.25	1.250	1.239	0.88	0.0002
30	1.25	1.250	1.240	0.8	0.0008
Rata-Rata	1.25	1.250	1.2392	0.856	0.00036
Minimum	1.25	1.250	1.239	0.8	0.0002
Maksimum	1.25	1.250	1.240	0.88	0.0008
Akurasi				99.144%	
Presisi				99.99964%	

### 5. Kesimpulan

Rangkaian resistor yang digunakan pada proyek ini merupakan rangkaian kombinasi, dimana rangkaian resistor dapat dimodifikasi menjadi rangkaian seri atau paralel sesuai dengan instruksi program, sehingga pada proyek dapat mengukur arus dan tegangan sekaligus tanpa merubah rangkaian resistornya secara *hardware*. Pada pengukuran arus listrik menggunakan sensor INA219, presentase *error* tertinggi terdapat pada pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200 Ω dengan persentase *error* mencapai 2.5%. Sementara itu persentase *error* terendah terdapat pada pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200 Ω pada beberapa pengujiannya dan juga terhadap resistor 100 Ω dengan persentase *error* sebesar 0%. Pada pengukuran tegangan menggunakan sensor *voltage* 25 Volt, presentase *error* tertinggi terdapat pada pengukuran tegangan pada resistor 500 Ω dengan presentase *error* sebesar 1.43%. Sementara itu persentase *error* terendah terdapat pada pengukuran tegangan terhadap resistor 300 Ω dengan persentase *error* sebesar 0.64%. Selain itu akurasi tertinggi pada sistem ini yaitu sebesar 99.76% pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 100 Ω, sedangkan akurasi terendah yaitu sebesar 98.167% yaitu pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 1200 Ω. Sementara presisi tertinggi pada sistem ini yaitu sebesar 100% pada saat pengukuran tegangan terhadap resistor 500 Ω, sedangkan presisi terendah yaitu sebesar 99.856% yaitu pada saat pengukuran arus listrik terhadap resistor 100 Ω.

### Referensi

- [1] M. Siahaan, "Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Dunia Pendidikan," J. Kaji. Ilm., vol. 1,

- no. 1, pp. 73–80, 2020, doi: 10.31599/jki.v1i1.265.
- [2] Himalkom, “Apa itu Internet of Things (IoT)? - Himalkom IPB,” himalkom ipb, 2016.
- [3] Junyati, “Internet of Thing (IoT),” Binus, 2019.
- [4] C. F. Nugroho, E. Yulianto, and S. Sumber, “Pengukuran Arus dan Frekuensi pada Alat Elektrostimulator,” *J. Teknokes*, vol. 13, no. 1, pp. 8–13, 2020, doi: 10.35882/teknokes.v13i1.2.
- [5] A. Trisna, “Rangkaian Seri dan Paralel Resistor serta Cara Menghitung Nilainya,” 2019.
- [6] A. Wuryanto, N. Afni, and A. Rudianto, “Sistem Administrasi Server sebagai Penyedia Layanan Web Menggunakan Raspberry Pi 3 pada SMK Al-Munir Tambun Utara,” *J. Khatulistiwa Inform.*, vol. 9, no. 1, Jun. 2021, Accessed: Jun. 23, 2021.
- [7] L. Setiyani, “Perancangan dan Implementasi IoT (Internet of Things) pada Smarthome Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 459–466, 2019.
- [8] F. Khanifa, “Android Mobile Application Development To Provide Recommendations Public Transport These Bandung,” pp. 4–16, 2016.
- [9] A. Wijaya and M. Rivai, “Monitoring dan Kontrol Sistem irigasi Berbasis IoT Menggunakan Banana PI,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31113.
- [10] N. Suri, “Bab II Landasan Teori,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [11] S. Marini, “Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Unisma Berbasis Android dan Web,” *Pros. Semin. Nas. Energi Teknol.*, pp. 112–117, 2018.
- [12] Elisia, “(DOC) Sensor adalah alat untuk mendeteksi | Elisia Elisia - Academia.edu,” academia.edu, 2017.
- [13] A. Bagus, “Pengukuran tegangan, arus dan daya listrik menggunakan perangkat telepon pintar,” *Eprints.Ums.Ac.Id*, vol. 20, no. 2, pp. 4–7, 2019.
- [14] H. T. Monda, F. Feriyonika, and P. S. Rudati, “Sistem Pengukuran Daya pada Sensor Node Wireless Sensor Network,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 28–31, 2018.
- [15] D. Fisika, F. Matematika, D. A. N. Ilmu, P. Alam, and U. S. Utara, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Kegagalan Suplai Tegangan pada Uninterruptible Power Supply ( UPS ) Berbasis IOT,” pp. 1–80, 2021.
- [16] M. Khalil, dwi K. Artika, and Adhhani, “Penambahan Fitur Saklar On Off Standar Samping pada Honda Supra x 125 R,” vol. 7, no. 2, pp. 99–107, 2020.
- [17] E. Roy and S. Damanik, “Sistem Kontrol Saklar berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP8266 Projek Akhir II Sistem Kontrol Saklar berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP8266,” 2019.
- [18] Iswanto and Gandi, “Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Lampu Ruangan Berbasis Iot (Internet of Things) Android (Studi Kasus Universitas Nurtanio),” *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. IX, no. 1, pp. 38–46, 2016.
- [19] Q. Ayun, “Mengenal Lebih Dekat Video Streaming - Redaksiana,” Redaksi Pens, 2018.
- [20] L.- Kurniawati, “Pemanfaatan Teknologi Video Streaming di LPP TVRI Jawa Barat,” *J. Komun.*, vol. 10, no. 1, pp. 10–18, 2019, doi: 10.31294/jkom.v10i1.4721.
- [21] A. Maulana and Joko, “Pengembangan Media Pembelajaran berbasis Video Streaming pada Mata Pelajaran Teknik Kerja Bengkel Kelas X Teknik Audio Video di SMK Negeri 7 Surabaya Anas Maulana Joko,” *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 249–254, 2017.