



Embedded System, Database System

## Multimeter dengan Sistem Penayangan Data Berbasis Web dan Kacamata Data

Tommy Alexy<sup>1</sup>, Rian Ferdian\*<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departemen Teknik Komputer, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

### ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 27 April 2023  
Revisi: 30 April 2023  
Ditebitkan Online: 30 April 2023

### KEYWORDS

Electronic, Multimeter, Arduino, Data Glasses, ESP8266, Oled Display, Embedded System, Database, Voltage Sensor, ZMPT101B, Voltage Divider Resistans.

### CORRESPONDENCE

E-mail: rian.ferdian@it.unand.ac.id

### A B S T R A C T

This study aims to create a multimeter system that is able to use with database system and see with data glasses . Multimeter is a measuring instrument used for measurements on electronic compositions. Electricity is indispensable today but if not careful electricity will be very dangerous. One of the dangers of electricity is the occurrence of electric arcs, electric arcs occur due to the presence of dielectric materials that result in electrode charge transfer. Practical learning of electronics is directly related to electricity so careful observation is needed, especially when measuring the three main quantities in the flow of electricity. This system is expected to help users in observing electrical components such as electrical voltage (Voltage / V) and electrical resistance (Ohm /  $\Omega$ ). The system uses a zmpt101b sensor used for voltage readings using a mean system that is taking some electric current data in a certain period of time and taking an average reading of the current read by the sensor, the voltage sensor is used for voltage readings using a mean system that is taking some voltage data in a certain period of time and taking an average voltage read by the sensor, in reading resistance researchers use the voltage divider formula to find out how much is in a resistor that is not known how much resistance. The information obtained will be displayed on the website so that users can more easily sort the readings on the amount of electricity read by the multimeter.

### PENDAHULUAN

Dewasa ini dengan berkembangnya teknologi yang sangat berkembang pesat sehingga kita tidak akan luput pada penggunaan alat elektronik dimana berkaitan dengan penggunaan listrik. Ilmu yang mempelajari rangkaian elektronik adalah elektronika. Pembelajaran ilmu elektronika tidak akan luput dari besaran – besaran seperti besaran listrik seperti tegangan AC maupun DC ( Volt ) dan hambatan ( Ohm ). Pembuatan multimeter menggunakan mikrokontroler arduino sudah pernah digunakan pada penelitian sebelumnya, penelitian tersebut memiliki tujuan pengukuran arus dan tegangan pada peralatan elektronika rumah tangga. Pada penelitian tersebut dijelaskan tentang bagaimana pembuatan multimeter menggunakan arduino uno.[1] Kekurangan penelitian sebelumnya yakni penggunaan mikrokontroler hanya sebagai pengukur arus dan tegangan sementara data yang dapat hanya berupa data aktual sehingga pada sistem yang akan dibuat mempunyai dua tipe penayangan data secara aktual dan nonaktual dimana untuk data aktual digunakan kacamata data sehingga pengguna dapat lebih fokus dalam pengukuran tanpa teralihkan ketika melihat hasil pengukuran serta penggunaan

database untuk data nonaktual untuk mempermudah pengguna dalam melihat data sebelumnya.

Pada penelitian sebelumnya sudah terdapat penelitian dengan tujuan mempermudah melihat hasil pengukuran tegangan berbasis mikrokontroler. Dimana penelitian tersebut menjelaskan tentang pembuatan kacamata cerdas untuk melihat hasil pengukuran tegangan menggunakan sensor pembagi tegangan dan pada kacamata cerdas diletakkan esp8266 dan OLED Display.[2] Perbedaan dan keuntungan sistem yang akan dibuat dibandingkan dengan sistem diatas adalah ditambahkan perhitungan lain pada multimeter seperti voltmeter dan ohmmeter, sistem yang akan dibuat juga memiliki sistem database dan penayangan data nonaktual menggunakan situs web sehingga pengguna dapat memantau hasil perhitungan sebelumnya.

Listrik merupakan hal yang sangat diperlukan dewasa ini namun apabila tidak berhati-hati listrik akan sangat membahayakan. Salah satu bahaya listrik adalah terjadinya busur listrik, busur listrik terjadi karena adanya bahan dielektrik yang mengakibatkan perpindahan muatan elektroda. Bahan dielektrik sendiri merupakan bahan yang bersifat isolator namun dikarenakan adanya perpindahan elektroda bahan tersebut dapat

menjadi konduktor. Busur listrik akan terjadi apabila terdapat gangguan hubung singkat.[3]

Pembelajaran praktik ilmu elektronika berhubungan langsung dengan listrik sehingga dibutuhkan pengamatan yang teliti terutama dalam ketika mengukur tiga besaran pokok pada aliran listrik. Dengan meningkatnya ketelitian pada pembacaan tiga besaran pokok listrik maka akan meningkatnya hasil dari praktikum ataupun lebih telitinya dalam pengecekan alat-alat elektronik serta dapat memelihara alat-alat elektronik lebih baik lagi. Dewasa ini penggunaan kacamata tidak hanya digunakan untuk penderita gangguan / kerusakan mata, dengan berkembangnya teknologi kacamata dapat digunakan sebagai layar sehingga pengguna dapat lebih mudah dalam pembacaan data – data tertentu yang telah diatur atau disesuaikan sebelumnya. Untuk mempermudah pengguna dalam membaca multimeter secara langsung peneliti melengkapi sistem dengan kacamata data sehingga pengguna dapat lebih mudah dalam membaca besaran listrik yang telah diproses oleh multimeter secara langsung.[4]

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan maka peneliti akan melakukan penelitian dengan mengambil topik yang berjudul “Multimeter Dengan Sistem Penayangan Data Berbasis Web Dan Kacamata Data”. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam pengamatan komponen listrik seperti tegangan listrik ( Voltage / V ) dan hambatan listrik ( Ohm /  $\Omega$  ). Sistem menggunakan sensor zmp101b digunakan untuk pembacaan tegangan listrik dengan menggunakan sistem mean yaitu pengambilan beberapa data arus listrik dalam jangka waktu tertentu dan mengambil pembacaan rata-rata arus yang dibaca oleh sensor, sensor tegangan digunakan untuk pembacaan tegangan dengan menggunakan sistem mean yaitu pengambilan beberapa data tegangan dalam jangka waktu tertentu dan mengambil rata-rata tegangan yang dibaca oleh sensor, dalam pembacaan hambatan peneliti menggunakan rumus pembagi tegangan untuk mencari tahu berapa besaran yang ada pada sebuah resistor yang tidak diketahui berapa besar hambatannya. Informasi yang didapatkan akan ditampilkan pada situs web sehingga pengguna dapat lebih mudah mengurutkan pembacaan pada besaran listrik yang dibaca oleh multimeter.

## LANDASAN TEORI

### Multimeter

Multimeter analog maupun digital merupakan alat ukur peralatan elektronika. Umumnya multimeter memiliki beberapa fungsi gabungan yaitu voltmeter, ammeter dan ohmmeter dalam sebuah alat atau instrumen.[5] Multimeter juga dilengkapi dengan dua probe yaitu probe negatif dan probe positif, probe berfungsi sebagai penghubung atau input multimeter dengan komponen elektronika sehingga multimeter dapat membaca tegangan, arus ataupun hambatan.[6]

### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip IC yang berupa sistem komputer, walaupun berupa sistem komputer atau biasa disebut single chip microcomputer mikrokontroler berbeda pada komputer umumnya. Mikrokontroler memiliki RAM dan ROM yang jauh lebih kecil dan proses dilaksanakan menggunakan mikroprosesor. [7]

Sistem interkoneksi yang terdapat pada mikrokontroler antara lain mikroprosesor, RAM, ROM, I/O dan perlengkapan lainnya.

Pada mikrokontroler juga terdapat SPI (Serial Peripheral Interface) sehingga mempermudah komunikasi dengan USB. Sehingga kita dapat memprogram isi dari ROM sesuai dengan aturan pabrik.

### Arduino

Arduino merupakan sebuah development board yang berarti sebuah papan PCB ( Printer Circuit Board) yang tersusun dari mikrokontroler dan komponen – komponen elektronika pendukung lainnya. Arduino juga disebut sebagai sebuah komponen yang digunakan untuk menciptakan sistem tertanam dengan beberapa sensor dan aktuator yang terprogram. [8]

Arduino uno R3 merupakan mikrokontroler yang sering digunakan, arduino ini dilengkapi dengan IC ATmega328P dan ATmega 16U2. Arduino uno R3 dilengkapi dengan AVR CPU dengan kecepatan 16Mhz, flash memory 32KB, 2KB RAM serta ROM 1KB.



Gambar 2. 1 Mikrokontroler Arduino Uno R3 [9]

### Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sebuah sensor tegangan, modul sensor ini bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan pada resistor. Sensor tegangan bekerja menggunakan resistor 30K dan 7.5K Ohm. Berikut spesifikasi dari modul sensor tegangan:

Tabel 2. 1 Spesifikasi sensor Tegangan[10]

Model	Voltage Sensor
Tegangan Input	DC 0 – 25V
Deteksi Tegangan	DC 0.02445 – 25V
Tegangan Sensor	5V / 3V

### Sensor ZMPT101B

Sensor ZMPT101B merupakan sebuah sensor tegangan, modul ini dipakai untuk pengukuran tegangan AC 1 fase. Sensor ZMPT101B dirancang dengan prinsip kerja step down transformator, dengan memberikan tegangan ke op-amp maka akan didapatkan tegangan output yang stabil berdasarkan nilai dari masukannya.[11]

Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor ZMPT101B [12]

Model	ZMPT101B
Arus primer	2mA
Arus sekunder	2mA
Turns ratio	1000:1000
Phase angle error	<20' (input 2mA; Sampling resistor 100 $\Omega$ )
Jangkauan linear	0~1kV 0~10mA ( Sampling resistor 100 $\Omega$ )
Linearitas	$\leq 0.2\%$ (20%dot~120%dot)
Toleransi kesalahan	-0.3% $\leq$
Isolation voltage	4000 V
Aplikasi	Pengukuran tegangan dan power
Instalasi	Penginstalan pada PCB

Suhu penggunaan	~ -40°C ~ 60°C
-----------------	----------------

## ESP8266

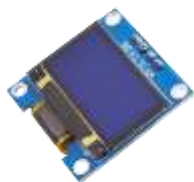
NodeMCU ESP8266 adalah sebuah mikro chip WiFi yang mendukung TCP/IP Stack dan sebuah mikrokontroler. Prosesor yang digunakan oleh esp8266 yaitu L106 32-bit arsitektur RISC dengan frekuensi 80 MHz. Pemrograman nodeMCU dapat menggunakan arduino IDE sehingga nodeMCU ESP8266 banyak digunakan pada project IoT.[13]



Gambar 2. 2 NodeMcu ESP8266

## OLED Display

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah mikro chip WiFi yang mendukung TCP/IP Stack dan sebuah mikrokontroler. Prosesor yang digunakan oleh esp8266 yaitu L106 32-bit arsitektur RISC dengan frekuensi 80 MHz. Pemrograman nodeMCU dapat menggunakan arduino IDE sehingga nodeMCU ESP8266 banyak digunakan pada project IoT.[14]



Gambar 2. 3 OLED Display

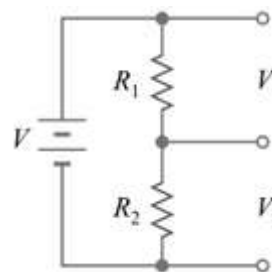
## MySQL Database

SQL merupakan sebuah bahasa pemrograman yang mengizinkan pengguna untuk berinteraksi dengan *Relational Database Management System* (RDBMS) untuk mendefinisikan tipe data, struktur data dan untuk menghapus, menginput serta memperbarui data. MySQL merupakan sebuah *Open Source RDBMS* yang diciptakan oleh MySQL AB beberapa fitur dari MySQL antara lain

- Dapat digunakan pada berbagai platform
- Dapat menggunakan API (*Application Programming Interface*) menggunakan bahasa pemrograman C, C++, Java, Eiffel, Perl, PHP, Ruby, Python dan Tcl.
- Mendukung pengguna tabel dan kolom seperti yang digunakan pada SQL-92.
- Dapat menangani database yang besar dimana MySQL server database dapat menyimpan 50 Miliar data dengan 60.000 tabel dan 5.000.000.000.[15]

## Hukum Pembagi Tegangan

Hukum pembagi tegangan atau disebut juga potential divider merupakan sebuah rangkaian seri dimana akan membagi tegangan menjadi dua tegangan berdasarkan satu sumber tegangan.



Gambar 2. 4 Rangkaian Pembagi Tegangan [16]

Rumus pembagi tegangan yakni  $V_2 = (V_{in} R_2) / (R_1 + R_2)$  sehingga apabila  $V_2$  sudah diketahui maka dapat dicari besar dari  $R_2$  atau hambatannya dengan rumus  $R_2 = (V_{out} * R_1) / (V_{in} - V_{out})$ .

## Multimeter Digital Sanwa

Multimeter digital sanwa digunakan untuk pengujian multimeter maka dari itu spesifikasi pada multimeter digital sanwa yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Tabel Spesifikasi Multimeter Sanwa CD771 [17]

Model	Digital Multimeter Sanwa CD771	
DCV	400m/4/40/400/1000V	Akurasi : $\pm (0.5\% + 2)$
ACV	4/40/400/1000V	Akurasi : $\pm (1.2\% + 7)$
Resistansi	400/4k/40k/400k/4M/40M $\Omega$	Akurasi : $\pm (1.2\% + 5)$

## Multimeter Digital ZT-C1

Multimeter digital sanwa digunakan untuk pengujian multimeter maka dari itu spesifikasi pada multimeter digital sanwa yang digunakan adalah sebagai berikut :

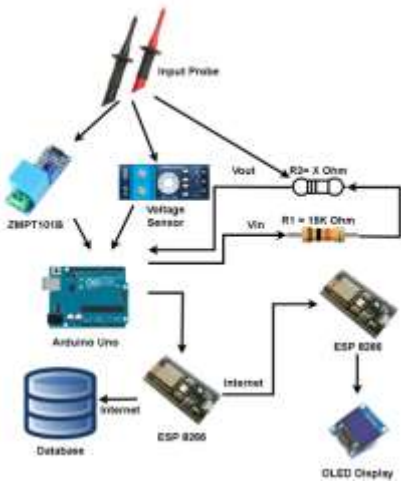
Tabel 2. 4 Tabel Spesifikasi Multimeter ZT-C1 [18]

Model	Digital Multimeter Sanwa ZT-C1	
DCV	400m/4/40/400/600V	Akurasi : $\pm (0.5\% + 3)$
ACV	4/40/400/600V	Akurasi : $\pm (1.0\% + 3)$
Resistansi	400/4k/40k/400k/4M/40M $\Omega$	Akurasi : $\pm (1.5\% + 3)$

## METODE PENELITIAN

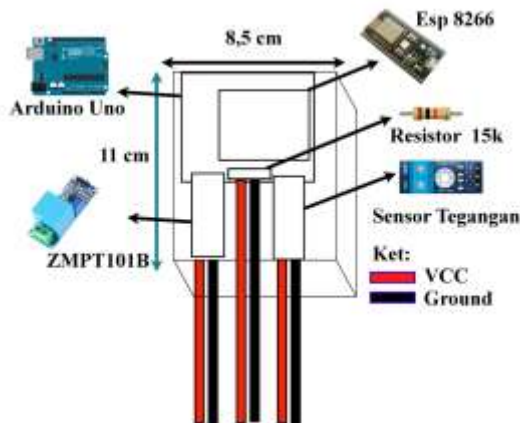
### Rancangan Umum

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dari sistem, maka dibangun sistem dengan kinerja dari sistem, pengukuran tegangan dapat dilakukan secara bersamaan dengan arus apabila probe mencukupi. Sensor tegangan berguna sebagai input yang mengukur tegangan DC pada komponen elektronika serta ZMPT101B digunakan sebagai input yang mengukur tegangan AC pada komponen elektronika, resistor 15k Ohm digunakan untuk perhitungan *ohmmeter* pada resistor yang tidak diketahui resistansinya menggunakan rumus pembagi tegangan, Arduino Uno untuk pemrosesan data yang dihasilkan oleh sensor sehingga menghasilkan output berupa data angka *voltmeter* dan *ohmmeter* yang akan disalurkan melalui jaringan internet menuju database serta esp8266 yang akan mengambil data *voltmeter* dan *ohmmeter* yang diproses kembali menggunakan esp8266 sehingga menghasilkan output berupa penayangan data pada Oled Display di kacamata data.

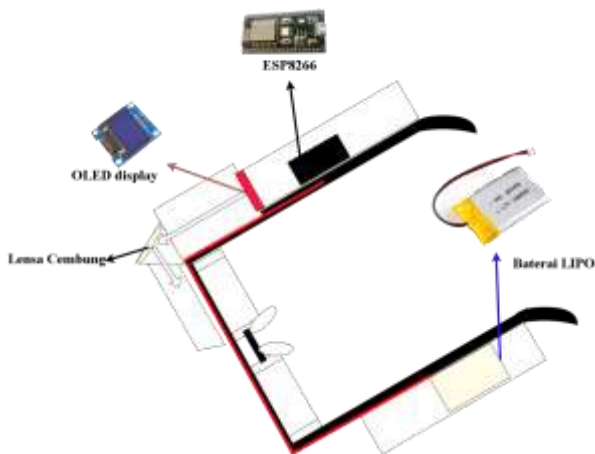


Gambar 3. 1 Rancangan Umum Sistem  
**Rancangan Perangkat Keras**

Rancangan perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras Multimeter  
Pada gambar 3.2 diperlihatkan rancangan perangkat keras Multimeter dimana komponen dapat terhubung pada komponen elektronika menggunakan VCC dan Ground yang telah disediakan. Rancangan perangkat keras multimeter berukuran 11 cm x 8,5 cm.



Gambar 3. 3 Rancang Perangkat Keras Kacamata data  
Pada gambar 3.3 diatas dapat dilihat tampilan pada kacamata data yang terdiri dari esp8266, baterai lipo dan Oled display. Penayangan data dari oled display tampilan menggunakan pemantulan pada lensa cembung.

**Rancangan Perangkat Lunak**

Program yang dibutuhkan didalam keseluruhan proses adalah perancangan firmware Arduino, perancangan tampilan tabel pada halaman web dan perancangan dataase.

**Rancangan Firmware Arduino**

Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram arduino yaitu arduino ide. Arduino ide merupakan sebuah program yang digunakan untuk memprogram arduino agar dapat memproses input menjadi output sesuai dengan algoritma.

**Perancangan Tabel Pembacaan Multimeter**

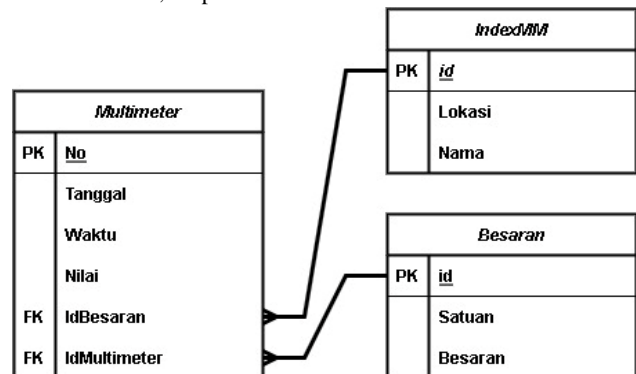
Pada sistem Multimeter dan kacamata data menggunakan tabel untuk mempermudah pengguna dalam melihat hasil *voltmeter* , *amperemeter* dan *ohmmeter*. Tabel dibuat menggunakan sistem database *firebase* dan pencantuman data multimeter dilakukan dengan mencatat beberapa data dan mencantumkan rata-rata dari data tersebut.

Tabel 3. 1 Tabel Pembacaan Multimeter

No	Tanggal	Waktu	Value	Satuan	Besaran	Lokasi	ID
1	DD/MM/YYYY	15:29:46	1.15	Tegangan DC	Volt	ResLAB	Multimeter 01
2	DD/MM/YYYY	15:30:50	2.51	Tegangan AC	Volt	ResLAB	Multimeter 01

**Perancangan Database**

Pada sistem ini digunakan sebuah database untuk menyimpan data serta sebagai sumber referensi yang akan ditayangkan pada layar dengan berbasis web. Tabel yang ada pada database yaitu tabel voltmeter, amperemeter dan ohmmeter.



Gambar 3. 4 Perancangan Tabel Database

Dari rancangan data diatas dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Perancangan tabel Multimeter

Tabel 3. 2 Perancangan Tabel Multimeter

Deskripsi Nama Field	Tipe Data	Panjang Karakter	Keterangan
No	Int	10 Karakter	ID unik yang dimiliki setiap data multimeter.
Tanggal	Date		Tanggal pengambilan data.
Waktu	Time		Waktu pengambilan



			data.
<b>Nilai</b>	Float	10 Karakter	Nilai data yang diambil dari multimeter.
<b>IDBesaran</b>	Tinyint	3 Karakter	Id unik berupa <i>foreign key</i> yang berisi data pada tabel besaran
<b>IDMultimeter</b>	Tinyint	3 Karakter	Id unik berupa <i>foreign key</i> yang berisi data pada tabel indexMM

2. Perancangan tabel Besaran

Tabel 3. 3 Perancangan Tabel Besaran

Deskripsi Nama Field	Tipe Data	Panjang Karakter	Keterangan
<b>Id</b>	Tinyint	3 Karakter	ID unik yang dimiliki setiap besaran yang terhitung pada multimeter.
<b>Satuan</b>	Varchar	10 Karakter	Satuan pengambilan data pada multimeter berupa Volt, mA dan Ohm.
<b>Besaran</b>	Varchar	10 Karakter	Besaran data yang diambil dari Multimeter berupa tegangan, arus dan hambatan

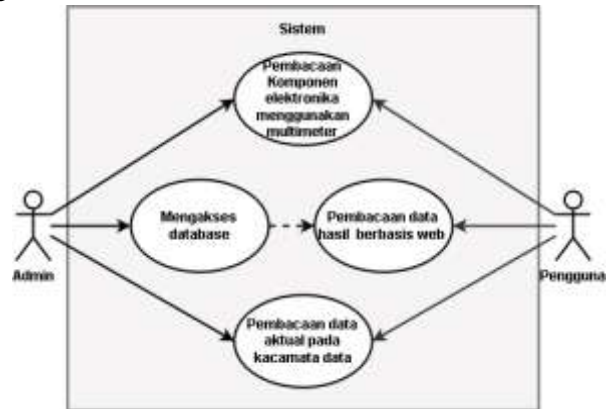
3. Perancangan tabel indexMM

Tabel 3. 4 Perancangan Tabel IndexMM

Deskripsi Nama Field	Tipe Data	Panjang Karakter	Keterangan
<b>Id</b>	Tinyint	3 Karakter	ID unik yang dimiliki setiap data multimeter yang terdaftar.
<b>Lokasi</b>	Varchar	10 Karakter	Lokasi dari multimeter yang telah diposisikan.
<b>Nama</b>	Varchar	10 Karakter	Id dari multimeter untuk membedakan multimeter dengan yang lainnya.

**Perancangan Database**

Use case diagram yang digunakan pada sistem dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.

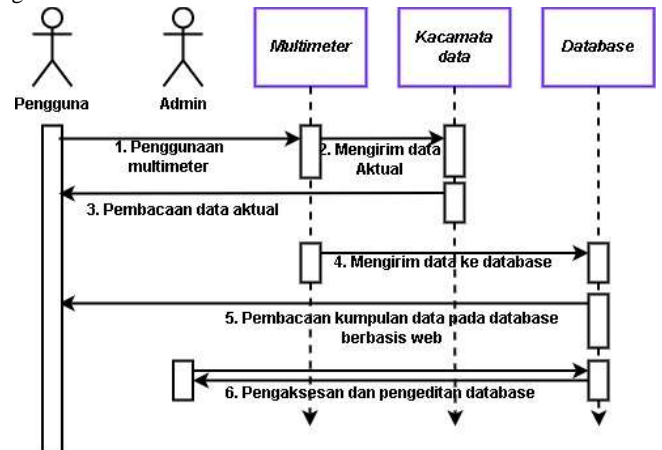


Gambar 3. 5 Use case diagram sistem

Seperti yang diterangkan pada gambar 3.6 use case diagram sistem pengguna serta admin berhak dalam penggunaan sistem multimeter untuk mengukur komponen elektronika, namun yang berhak dalam pengaksesan database hanyalah admin pengguna hanya berhak melihat hasil yang telah dirangkum pada database kedalam sebuah web begitu juga dengan admin dan pengguna serta admin juga berhak dalam penggunaan kacamata data untuk pembacaan data secara aktual.

**Sequence diagram**

Use case diagram yang digunakan pada sistem dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.

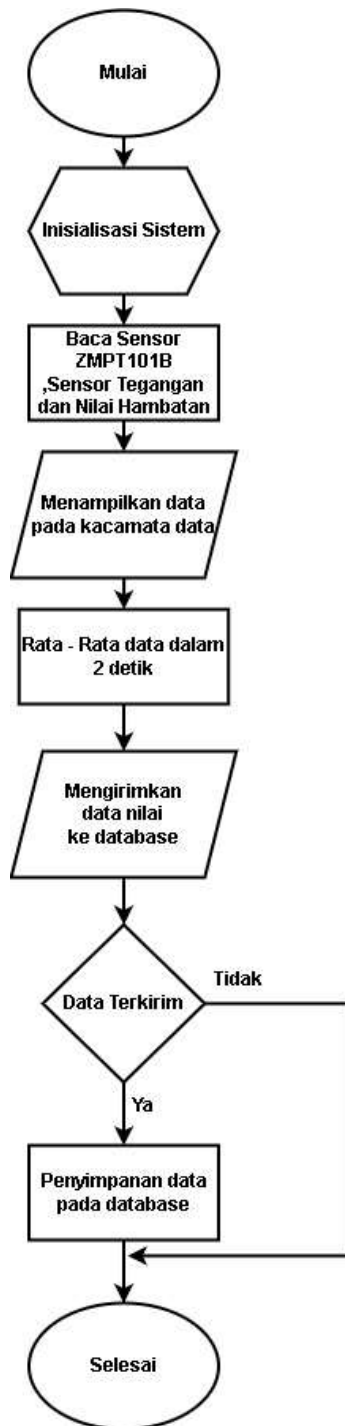


Gambar 3. 6 Sequence Diagram

Pada gambar 3.7 merupakan proses sequence diagram dimana dimulai dengan penggunaan multimeter oleh pengguna untuk pembacaan besaran elektronika pada komponen elektronika setelah data didapatkan multimeter akan mengirim data aktual ke kacamata data. Setelah data didapatkan pengguna dapat melihat data aktual pada kacamata data. Data yang didapatkan juga akan dikirim ke database lalu pengguna dapat melakukan pembacaan data pada database menggunakan link yang telah disediakan berupa tabel pada halaman web yang telah dirancang. Untuk pengeditan dan pengaksesan database secara langsung hanya diizinkan untuk admin.

**Perancangan Proses**

Perancangan proses pada sistem dapat dilihat pada rancangan alur (flowchart) sistem multimeter pada gambar 3.8



Gambar 3. 7 Flowchart sistem multimeter

Penjelasan untuk gambar 3.8 tentang flowchart sistem multimeter adalah :

1. Inisialisasi sistem dilakukan untuk mempersiapkan arduino Uno R3 pada multimeter termasuk koneksi transfer data antara arduino uno dan nodemcu.
2. Pembacaan nilai sensor tegangan (A2), sensor Zmpt101B atau sensor tegangan AC (A5) dan nilai hambatan (A0).
3. Dikarenakan sensor arus merupakan *half effect sensor* arus yang dibaca tidak stabil maka diterapkan apabila  $I < 5\text{mA}$  maka  $I$  dianggap 0.
4. Print nilai tegangan, arus dan hambatan pada serial monitor.

5. Dilakukan parsing data dari tegangan, arus dan hambatan.
6. Hasil parsing data dikirimkan ke nodemcu menggunakan serial komunikasi.

### Rancangan Pengujian

Pengujian yang dilakukan terhadap sistem dilakukan untuk mendapatkan analisa. Terdapat beberapa pengujian terhadap alat ini setelah dilakukan pengujian data-data yang didapatkan akan di analisa sehingga dapat diketahui kekurangan dan dapat dilakukan penambahan apabila diperlukan.

### Pengujian Perangkat Keras

Pada sistem perangkat keras yang digunakan yaitu sensor Zmpt101B, sensor tegangan dan sistem pembagi tegangan rencana pengujian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Rencana pengujian perangkat keras

No	Komponen	Rencana Pengujian	Target
1	Sensor tegangan	Pengujian dilakukan yaitu pembacaan sensor tegangan dengan pembacaan multimeter digital.	Tingkat kesalahan sistem dengan alat tidak lebih dari 10 %
2	Sensor zmpt101b	Pengujian dilakukan yaitu pembacaan Zmpt101b dengan pembacaan multimeter digital.	Tingkat kesalahan sistem dengan alat tidak lebih dari 10 %
3	Sistem Pembagi tegangan	Pengujian dilakukan yaitu perbandingan resistansi yang didapat dengan pembacaan multimeter digital.	Tingkat kesalahan sistem dengan alat tidak lebih dari 10 %

### Pengujian Perangkat Lunak

Tabel 3. 6 Rencana pengujian perangkat lunak

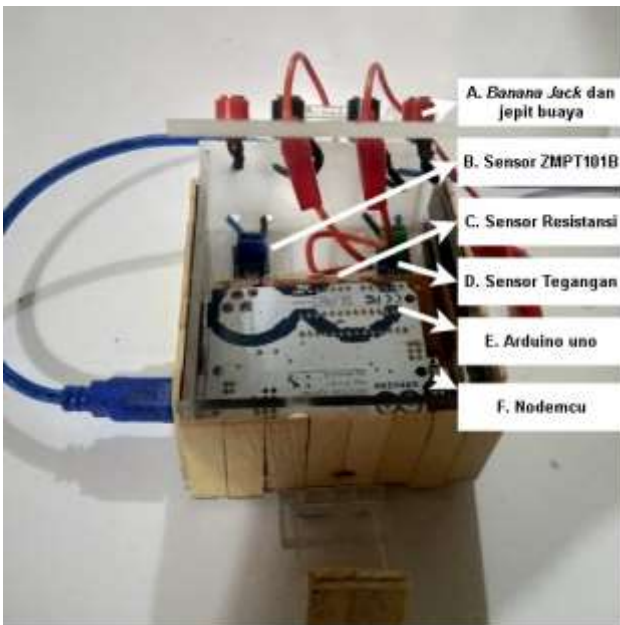
No	Komponen	Rencana Pengujian	Target
1.	Program <i>Firmware and network</i>	Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan internet yang berbeda yaitu data 3G , 4G dan jaringan <i>WiFi</i> .	Mengetahui kecepatan pengiriman data pada kaca mata data dan database.
2	Pengujian input pada sistem database dan penampilan web	Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem input pada multimeter dalam penggunaan database.	Mengetahui pengujian data masuk atau input pada database.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### IMPLEMENTASI

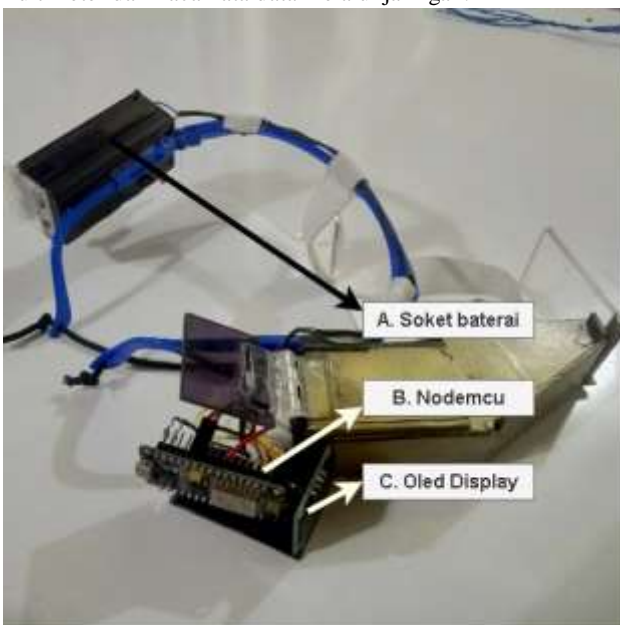
#### Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terbagi atas dua bagian, yaitu implementasi perangkat keras pada multimeter dan implementasi perangkat keras pada kaca mata data. Implementasi perangkat keras pada multimeter terdiri atas arduino uno, esp8266, sensor tegangan, resistor 15k ohm, dan sensor zmpt101b. Seperti yang terlihat pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4. 1 Perangkat Keras Multimeter  
Keterangan gambar 4.1 implementasi perangkat keras multimeter :

- a. Banana jack dan jepit buaya digunakan untuk penyambung multimeter dengan sumber yang akan diukur
- b. Sensor tegangan berfungsi sebagai input untuk mengukur tegangan listrik yang diukur.
- c. Resistor 15k ohm berfungsi sebagai resistor pembanding antara resistor yang akan diukur dengan menggunakan rumus pembagi tegangan sehingga dapat mengukur resistansi dari resistor yang diukur.
- d. Sensor ZMPT101B berfungsi sebagai input untuk mengukur tegangan listrik AC yang diukur.
- e. Arduino uno berfungsi untuk mengolah inputan sensor tegangan, sensor zmpt101b dan resistansi hukum pembagi tegangan menjadi data sehingga dapat dibaca.
- f. Esp8266 berfungsi untuk pengambilan data pada arduino uno menggunakan serial komunikasi serta pengiriman data antara multimeter dan kacamata data melalui jaringan.



Gambar 4. 2 Gambar Perangkat Keras Kacamata

Keterangan gambar 4.2 implementasi perangkat keras kacamata data :

- a. Baterai / Socket baterai berfungsi untuk sumber daya listrik yang digunakan untuk menghidupkan nodemcu dan oled display.
- b. Esp8266 berfungsi untuk pengambilan data pada multimeter menggunakan jaringan dan pengiriman data ke server database serta sebagai proses input menjadi output agar data dapat dibaca melalui oled display.
- c. Oled display berfungsi untuk penampilan output dari data yang didapatkan oleh esp8266 kacamata data.

### Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak terbagi atas dua bagian, yaitu implementasi perangkat lunak firmware program pada arduino uno dan esp8266 serta implementasi perangkat lunak server database mysql.

- a. Implementasi perangkat lunak firmware program arduino, nodemcu multimeter dan nodemcu kacamata.

Implementasi firmware program arduino dibuat dengan baris program yang berisi fungsi – fungsi program pada program arduino berisi fungsi pembacaan sensor tegangan, arus , resistansi dan fungsi serial komunikasi arduino ke nodemcu multimeter pada program nodemcu multimeter berisi fungsi serial komunikasi arduino uno dan nodemcu serta fungsi server client untuk pengiriman data nodemcu multimeter dengan nodemcu kacamata dan pada program nodemcu kacamata berisi program output display pada oled, fungsi server client untuk penerimaan data dari nodemcu multimeter dan fungsi pengiriman data ke database.

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

//Instalasi sensor
float arus;
float Calib = 13.82;

//Instalasi sensor tegangan
float teg;
float Vin = 5;
float Vout;
float R1;
float R2;
float R3;

//Instalasi sensor tegangan
float adc_volts;
float tegangan;
float R1 = 10000; // Resistor R1
float R2 = 7500; // Resistor R2
float R3 = 4.5; // Resistor R3
float adc_volts;

void setup() {
  // setup serial arduino dengan baud rate 9600
  Serial.begin(9600);
  // setup komunikasi serial ke nodemcu dengan baud rate 9600
  SoftwareSerial mySerial(8, 9);
  // konfigurasi sensor
  Calib = 13.82;
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
  
```

Gambar 4. 3 Tampilan Firmware Program .ino

- b. Implementasi perangkat lunak database mysql

Implementasi database mysql berisi empat tabel dimana tiga tabel berelasi dan satu tabel user. Tiga tabel berelasi terdiri atas tabel multimeter, tabel besaran dan tabel indeks multimeter dimana tabel multimeter terdiri atas no berupa *primary key*, tanggal, waktu, nilai dan *foreign key* berupa idbesaran dan idmultimeter, pada tabel besaran berisi besaran yang dapat dihitung pada multimeter dan tabel indexmm berisi penjelasan multimeter yang digunakan untuk mengukur besaran listrik. Pada tabel user berisi data user yang dapat digunakan untuk mengaplikasikan hak admin seperti penghapusan data.



Gambar 4. 4 Tampilan Tabel Relasi MySQL

**Pengujian dan Analisis**

**Pengujian dan Analisis Perangkat Keras**

Pengujian dan perangkat keras yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian Sensor Tegangan AC ZMPT101B

Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Tegangan AC dengan Multimeter Sanwa

No	Pengukuran Menggunakan Multimeter sanwa	Pengukuran Menggunakan Sensor Tegangan	Selish	Persentase Error
1	62 V	67 V	5 V	8,06 %
2	75 V	78 V	3 V	6,67 %
3	115 V	121 V	6 V	4,34 %
4	124 V	127 V	3 V	4,03 %
5	137 V	141 V	4 V	3,64 %
6	178 V	180 V	2 V	2,80 %
7	200 V	207 V	7 V	2,5 %
8	214 V	221 V	7 V	2,3 %
9	220 V	226 V	6 V	2,2 %
10	234 V	237 V	3 V	2,1 %
Jumlah			46V	38,81 %
Rata – Rata Selisih			-4,6 V	
Rata – Rata error			3,88 %	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil pengujian sensor tegangan dengan multimeter digital sanwa yang memiliki selisih atau akurasi menggunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Rata – rata selisih} = \frac{\text{Selisih Pengukuran}}{\text{Banyak Data}},$$

$$\text{Rata – rata error} = \frac{\% \text{error}}{\text{banyak error}}$$

$$\text{Rata – rata selisih} = \frac{46}{10} = 4,6 \text{ Volt}$$

$$\text{Rata – rata error} = \frac{38,81\%}{10} = 3,88 \%$$

- b. Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 4. 2 Pengujian Tegangan DC dengan Multimeter Sanwa

No	Pengukuran Menggunakan Multimeter sanwa	Pengukuran Menggunakan Sensor Tegangan	Selish	Persentase Error
1	5,64 V	5,67 V	0,03 V	0,53 %
2	8,07 V	8,2 V	0,13 V	1,61 %
3	10,49 V	10,59 V	0,1 V	0,95 %
4	12,85 V	13,21 V	0,36 V	2,80 %
5	15,24 V	15,73 V	0,49 V	3,21 %
6	17,45 V	18,13 V	0,68 V	3,89 %
7	2,24 V	2,37 V	0,13 V	5,80 %
8	3,9 V	4,02 V	0,12 V	3,07 %
9	6,52 V	6,68 V	0,16 V	2,45 %
10	14,62 V	14,99 V	0,37 V	2,53 %
Jumlah			2,57	26,87 %
Rata – Rata Selisih			0,257	
Rata – Rata error			2,687	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil pengujian sensor tegangan dengan multimeter digital sanwa yang memiliki selisih atau akurasi menggunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Rata – rata selisih} = \frac{\text{Selisih Pengukuran}}{\text{Banyak Data}},$$

$$\text{Rata – rata error} = \frac{\% \text{error}}{\text{banyak error}}$$

$$\text{Rata – rata selisih} = \frac{2,57}{10} = 0,257 \text{ Volt}$$

$$\text{Rata – rata error} = \frac{26,87\%}{10} = 2,687 \%$$

- c. Pengujian Resistansi

Tabel 4. 3 Pengujian Resistansi dengan Multimeter Sanwa

No	Pengukuran Menggunakan Multimeter sanwa digital	Pengukuran Menggunakan Sensor Tegangan	Selish	Persentase Error
1	557 Ω	554 Ω	3 Ω	0.53 %
2	460 Ω	462 Ω	2 Ω	0.43 %
3	512 Ω	508 Ω	4 Ω	0.78 %
4	4600 Ω	4580 Ω	20 Ω	0.43 %
5	9920 Ω	9923 Ω	3 Ω	0.03 %
6	298 Ω	294 Ω	4 Ω	1.34 %
7	6700 Ω	6696 Ω	4 Ω	0.05 %
8	219 Ω	220 Ω	1 Ω	0.45 %
9	100 Ω	101 Ω	1 Ω	0,9 %
10	14320 Ω	14684 Ω	364 Ω	2.54 %
11	15230 Ω	15269 Ω	39 Ω	2.56 %
12	10520 Ω	10458 Ω	62 Ω	0.58 %
13	883 Ω	872 Ω	11 Ω	0.12 %
14	520 Ω	523 Ω	3 Ω	0.57 %
15	2808 Ω	2801 Ω	7 Ω	0.24 %
Jumlah			821 Ω	12,28%
Rata – Rata Selisih			54,73 Ω	
Rata – Rata Error			0,81 %	

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil pengujian resistansi multimeter dengan multimeter digital sanwa yang memiliki selisih atau akurasi menggunakan rumus di bawah ini :



$$\text{Rata - rata selisih} = \frac{\text{Selisih Pengukuran}}{\text{Banyak Data}},$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{\% \text{error}}{\text{banyak error}}$$

$$\text{Rata - rata selisih} = \frac{821 \Omega}{15} = 54,73 \Omega$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{12,28 \%}{15} = 0,81 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian resistansi multimeter menggunakan multimeter sanwa maka didapatkan rata – rata selisih sebesar 54,73 Ω dengan persentase error sebesar 0,81 % .

### Pengujian dan analisa perangkat lunak

Pengujian dan analisa perangkat lunak (*software*) dilaksanakan untuk mengukur estimasi waktu tanggap dari perangkat lunak terhadap sistem agar sesuai dengan tujuan dari penelitian. Adapun pengujian yang dikerjakan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 4 Tabel Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Percobaan	Waktu Eksekusi Pada Program (delay/milis)	Waktu Timer (milis)
1. Pembacaan Sensor Tegangan	300 milidetik	335 milidetik
2. Pembacaan Sensor Arus	300 milidetik	335 milidetik
3. Pembacaan Resistansi	300 milidetik	335 milidetik
4. Fungsi pengiriman data arduino ke nodemcu	200 milidetik	255 milidetik
5. Fungsi Pengiriman data nodemcu multimeter ke nodemcu kacamata	300 milidetik	345 milidetik
6. Fungsi Pengiriman data nodemcu ke database	5000 milidetik	5235 milidetik

### Pengujian secara keseluruhan

Berisi tentang pengujian keseluruhan dari case atau fungsi dari sistem Berikut Tabel Pengujian keseluruhan dari sistem:

Tabel 4. 5 Tabel Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Case / Fungsi	Tujuan	Tercapai
1. Pembacaan sensor tegangan	Dapat membaca tegangan DC pada komponen elektronika	Tegangan DC dapat dibaca dengan rata – rata error pembacaan pada sistem terhadap multimeter sebesar 2,26%.
2. Pembacaan sensor ZMPT101B	Dapat membaca tegangan AC	Tegangan AC dapat dibaca dengan rata –

	pada komponen elektronika	rata eror pembacaan pada sistem terhadap multimeter sebesar 3,38%.
3. Pembacaan resistansi menggunakan hukum pembagi tegangan	Dapat membaca resistansi pada komponen resistor	Resistansi dapat dibaca dengan rata-rata eror pembacaan pada sistem terhadap multimeter sebesar 0,75%
4. Fungsi pengiriman data arduino ke nodemcu	Sistem dapat mengirimkan data melalui serial komunikasi arduino ke nodemcu pada multimeter	Sistem dapat mengirimkan data dari arduino ke multimeter dengan estimasi waktu 200 – 300 ms
5. Fungsi Pengiriman data nodemcu multimeter ke nodemcu kacamata	Sistem dapat mengirimkan data melalui jaringan nirkabel antara nodemcu kacamata data dan nodemcu multimeter	Sistem dapat mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi antara nodemcu kacamata dengan nodemcu multimeter dengan estimasi waktu 300 – 400ms
6. Fungsi Pengiriman data nodemcu ke database	Sistem dapat mengirimkan data dari nodemcu menuju database pada server melalui jaringan nirkabel	Sistem dapat mengirimkan data ke dalam database melalui jaringan Wi-Fi dengan estimasi waktu 5000-6500ms

### KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan sistem serta pengujian yang telah dilaksanakan pada sistem, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dirancang rancang bangun multimeter yang dapat mengukur tegangan AC/DC dan hambatan pada rangkaian listrik menggunakan sensor tegangan, rangkaian pembagi tegangan dan sensor zmpt101B.

2. Data dari sensor tegangan, rangkaian pembagi tegangan dan sensor ZMPT 101B akan diproses menggunakan mikrokontroler arduino uno dan dikirimkan menggunakan komunikasi serial ke mikrokontroler esp8266 pada multimeter untuk dikirimkan melalui jaringan *wireless* ke esp8266 pada kaca mata data.
3. Data yang diterima pada kaca mata data akan ditampilkan menggunakan oled display sehingga dapat dilihat oleh pengguna dan data akan dikirimkan kembali ke server database menggunakan jaringan internet.
4. Pada pengujian sensor tegangan dapat disimpulkan tegangan pada sistem multimeter yang dibuat memiliki akurasi terhadap multimeter sanwa sebesar 2,7 % dengan tingkat rata – rata kesalahan tegangan 0,26 volt dan akurasi terhadap multimeter zt-c1 sebesar 1,80 % dengan tingkat rata – rata kesalahan tegangan 0,18 volt.
5. Pada pengujian rangkaian pembagi tegangan dapat disimpulkan perhitungan resistansi pada sistem multimeter yang dibuat memiliki akurasi terhadap multimeter sanwa sebesar 0,70 % dengan tingkat rata – rata kesalahan resistansi 35,2 ohm dan akurasi terhadap multimeter zt-c 1 sebesar 0,81 % dengan tingkat rata – rata kesalahan resistansi 54,73 ohm.
6. Penghapusan data hanya dilakukan oleh admin yang telah terdaftar sebelumnya dan pengguna hanya dapat melihat hasil dari data yang telah disajikan pada halaman web.

## SARAN

Untuk penelitian pengembangan sistem multimeter ini selanjutnya, dapat disarankan hal sebagai berikut :

1. Penggunaan sensor arus *half effect sensor* diganti menjadi sensor arus *wcs1700* yang memiliki rentang serta kestabilan hasil yang lebih bagus.
2. Lensa yang digunakan lebih tipis agar bayangan tidak membayang dan dapat ditampilkan secara sempurna.
3. Dilakukan pengembangan multimeter sehingga dapat efisien dalam menghitung besaran listrik lainnya.

## REFERENCES

- [1] Adisty, Gita. 2019. *Rancangan Alat Ukur Daya Listrik Digital Berbasis Arduino*. USU : Medan.
- [2] Kadir, Sahbudin Abdur. 2021. *Kacamata Cerdas Untuk Melihat Hasil Tegangan Berbasis Mikrokontroler*. SNTEI : Makassar.
- [3] Rahma, Atika. 2019. *Analisis Resiko Bahaya Busur Listrik pada Sistem Instalasi Tegangan Rendah di Pt. Kebon Agung Kota Malang*. Universitas Brawijaya : Malang.
- [4] Mauer, Alan. 2018. *Arduino Data Glasses For My Multimeter*. Diakses pada tanggal 28 Mei 2022 : <https://create.arduino.cc/projecthub/AlainsProjects/arduino-data-glasses-for-my-multimeter-bb4e59> .
- [5] Anand, M.L. 2022. *Modern Electronics and Communication Engineering*. CRC Press: London.
- [6] Bakshi, Uday A. 2020. *Basic Electrical & Instrumentation Engineering*. Technical Publications : India.
- [7] Gehlot, Anita. 2019. *Cookbook For Mobile Robotic Platform Control*. BPB Publications : India.
- [8] Badidi, Julianto Rebbi. *Rancang Bangun Robot Tank Automatik Pendeteksi Halangan dengan Kendali Fuzzy Logic*. JITCE – Vol. 02 No 01.(2018) 8 : Padang.
- [9] Hoffman, Jon. 2018. *Mastering Arduino*. Packt Publishing Ltd.: United Kingdom
- [10] Mantech. *Voltage Sensor Datasheet* : Diakses pada tanggal 29 Oktober 2022 : [https://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/Voltage%20Sensor-170640\\_SGT.pdf](https://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/Voltage%20Sensor-170640_SGT.pdf)
- [11] Radionov. 2021. *Advances in Automation II*. 2021. Springer : Switzerland.
- [12] Gerald. *ZMPT101B Datasheet* : Diakses pada tanggal 29 Mei 2022 : <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/02/ZMPT101B.pdf>.
- [13] umar, Shashi. 2018. *Arduino Ohm Meter*. Diakses pada tanggal 28 Mei 2022 : <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-ohm-meter/> .
- [14] Tsujimura, Takatoshi. 2017. *OLED Display Fundamentals and Applications*. Wiley : United States.
- [15] Mehta, V.K. 2019. *Principles of Electrical Engineering and Electronics*. S.Chand Publishing : New Delhi.
- [16] Yunus, A.M. Shiddiq. 2019. *Permodelan Untuk Rangkaian Listrik*. Deepublish : Yogyakarta.
- [17] Anton. 2022. *Spesifikasi Digital Multimeter Sanwa CD771*. Diakses pada tanggal 14 Desember 2022 : <https://www.jakartahardware.com/products/digital-multimeter-sanwa-cd771-6368.aspx>.
- [18] Zoyi. 2022. *Spesifikasi Digital Multimeter zotec zt-c1*. Diakses pada tanggal 14 Desember 2022 : <https://zotektools.com/products/zt-c1/>