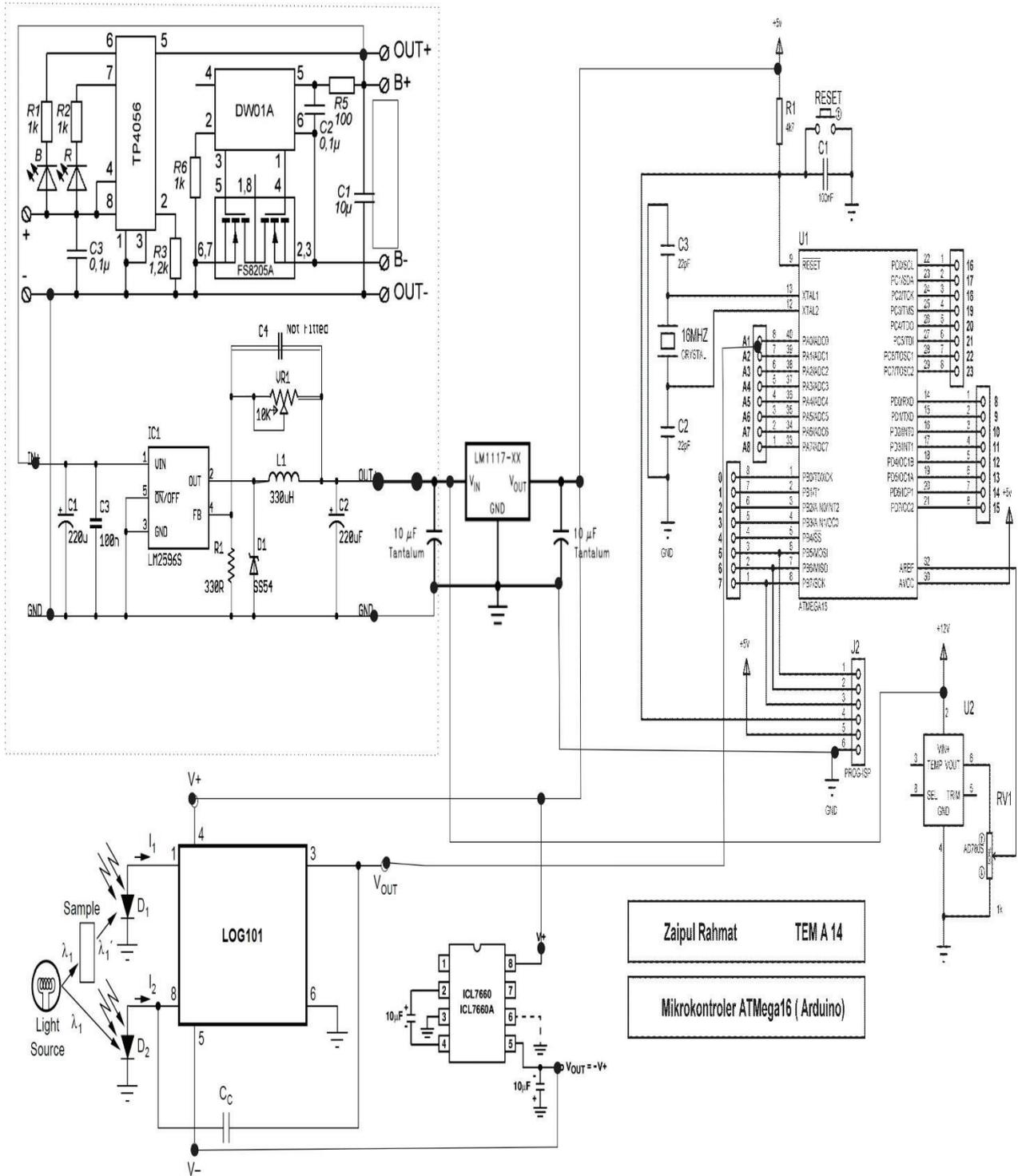


LAMPIRAN

A. Rangkaian Sistem Alat Lengkap



Zaipul Rahmat TEM A 14

Mikrokontroler ATmega16 (Arduino)

B. Program Keseluruhan

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(21, 20, 19, 18, 17, 16);
#include <math.h>
const int button1 = 10;
int ledPin = 4;
int numReadings = 4;
int readings[4];
int index = 0;
float total = 0;
int sensorMax = 0;
int sensorMin = 0;
float average;
float rata;
int value;
float teganganMax;
float teganganMin;
float tegMax;
float kvp1;
float kvp2;
float kvp3;
float kvp4;
int i;

void setup()
{
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(10, INPUT);
  analogReference(EXTERNAL);
  sensorMax = analogRead(1);
  sensorMin = sensorMax;
```

```

lcd.setCursor (5, 0);
  lcd.print(" k");
  delay(100);
  lcd.print("V");
  delay(100);
  lcd.print("p");
  delay(100);
  lcd.setCursor (4, 1);
  lcd.print(" METER");
  delay(100);
  lcd.setCursor (11, 1);
  lcd.print("->");
  delay(1000);
  lcd.print("->");
  delay(1000);
  lcd.print(">");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
void loop()
{
  // MEASUREMENTS
  // every iteration of loop makes one additional measurement,
  // Membaca rata2 sepuluh data awal
  value = analogRead(1);
  readings[index] = value;
  index++;
  if (index >= numReadings) index = 0;

  // prhitungan
  if (value > sensorMax) sensorMax = value;
  if (value < sensorMin) sensorMin = value;

  //menghitung rata-rata
  total = 0;
  for (int i = 0; i< numReadings; i++) total += readings[i];
  average = total /numReadings;

  //konversi ke tegangan
  rata = average * (1.5 / 1023);
  teganganMax = sensorMax * (1.5 / 1023);
  teganganMin = sensorMin * (1.5 / 1023);
  tegMax = teganganMax * 1000;
}

```

```

if (sensorMax > 10)
{
digitalWrite(ledPin, HIGH);
}

// Tampil lcd
if ( tegMax >= 368 && tegMax <= 384 )
{
kvp1 = 138.63*(log(tegMax)) - 752.83;
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp1);
}
if ( tegMax >= 385 && tegMax <=394 )
{
kvp2 = 661.26*(log(tegMax)) - 3862.8;
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp2);
}
if ( tegMax >= 395)
{
kvp3 = 335.44*(log(tegMax)) - 1915.6;
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp3);
}
if ( tegMax <=367 && tegMax >= 1 )
{
kvp4 = 335.44*(log(tegMax)) - 1915.6;
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print(kvp4);
}
if ( tegMax == 0 )
{
lcd.setCursor (6, 0);
lcd.print("READY");
}
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print("kVp :");
lcd.setCursor (12,0);
lcd.print(rata);
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print("Volt:");
lcd.setCursor (6, 1);
lcd.print(tegMax,0);
lcd.setCursor (10, 1);
lcd.print("mV");
}

```

C. Cara menghitung fungsi transfer dengan menggunakan Ms. Excel

Untuk menghitung fungsi transfer tegangan detektor menjadi nilai tegangan tabung (kVp) digunakan Ms.Excel langkah-langkah menghitungnya sebagai-berikut.

- Buka Microsoft Office Excel
- Ketikkan nilai-nilai masukan (x) pada kolom A dan nilai-nilai keluaran (y) pada kolom B. (Boleh juga kolom-kolom lain, asalkan kolom x lebih dahulu dari kolom y .)
- Blok nilai-nilai tsb, lalu klik Chart Wizard pada Toolbar.
- Pilih XY (Scatter) yang terdapat pada Standard Types, lalu klik Next.
- Ketik judul grafik pada Chart Title [misalnya: Karakteristik Sinyal Keluaran Sensor], nama besaran masukan [misal: Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)], dan nama besaran keluaran [misal: Tegangan (mV)], lalu klik Next, dan selanjutnya klik Finish.
- Arahkan kursor ke salah satu titik data pada kurva, lalu klik kanan dan pilih Add Trendline.
- Pilih “Logarithmik” pada Type, lalu klik Options dan pilih “Display equation on chart” serta “Display R-squared value on chart” sehingga muncul persamaan linier dan nilai R^2 pada grafik.

D. Hasil perhitungan Rata-rata Pengukuran

1. Hasil Perhitungan Rata- Rata pada 50 Kvp

a. Rata- rata modul =

$$\frac{54.02+49.99+52.36+52.03+53.36+53.03+51.02+51.06+54.67}{9}$$

$$= \frac{472.16}{9}$$

$$= 52.6$$

b. Nilai kVp pada pesawat sinar-X

$$= 50 \text{ Kvp}$$

c. Presisi modul pada pengukuran tegangan tabung 50 kVp

$$\frac{\{(54.02-52.6)+(49.99-52.6)+(52.36-52.6)+(52.03-52.6)+(53.36-52.6)+(53.03-52.6)+(51.02-52.6)+(51.06-52.6)+(54.67-52.6)\}}{9}$$

$$= \frac{10.58}{9}$$

$$= 1.18$$

2. Hasil Perhitungan Rata-rata pada 55 kVp

a. Rata- rata modul =

$$\frac{57.08+56.39+55.00+56.39+56.05++55.00+59.46+58.79}{9}$$

$$= \frac{454.16}{8}$$

$$= 56.7$$

b. Nilai kVp pada pesawat sinar-X

$$= 55 \text{ Kvp}$$

c. Presisi Pembacaan alat pada tegangan tabung 55 kVp

$$\frac{\{(57.08-56.7)+(56.39-56.7)+(55.00-56.7-)+(56.39-56.7)+(56.05-56.7)+(55.00-56.7)+(59.46-56.7)+(58.79-56.7-)\}}{9}$$

$$= 1.26$$

3. Hasil Perhitungan tegangan tabung Rata-rata pada 60 kVp

a. Rata- rata modul =

$$\frac{63.91+59.80+63.91+62.10+64.80+67.01+65.69+56.94+65.25}{9}$$

$$= \frac{569.41}{9}$$

$$= 63.27$$

b. Rata-rata Gold Standard

$$\frac{62.10+59.80+61.80+57.80+64.80+63.20+62.00+59.00+62.70}{9}$$

$$= \frac{553.20}{9}$$

9

$$= 61.47 \text{ Kvp}$$

c. Presisi Pembacaan alat pada tegangan tabung 60 kVp

$$= \frac{\sqrt{\{(63.91 - 64.66)^2 + (63.91 - 64.66)^2 + (65.66 - 64.66)^2 + (65.25 - 64.66)^2\}}}{4 - 1}$$

$$= \frac{1.1}{3}$$

$$= 0.36$$

4. Hasil Perhitungan Rata-rata pada 65 kVp

a. Rata-rata modul =

$$\frac{64.68+67.48+58.79+64.68+60.72+64.80+58.45}{7}$$

$$= \frac{439.61}{7}$$

$$= 62.80$$

b. Rata-rata Gold Standard

$$\frac{64.7+67.4+62.3+65+64.3+63.4+62.4}{7}$$

$$= \frac{449.50}{7}$$

$$= 64.21 \text{ Kvp}$$

c. Presisi Pembacaan alat pada tegangan tabung 65 kVp

$$= \frac{\sqrt{\{(64.68 - 63.72)^2 + (64.68 - 63.72)^2 + (60.72 - 63.72)^2 + (64.68 - 63.72)^2\}}}{4 - 1}$$

$$= \frac{3.46}{3}$$

$$= 1.15$$

5. Hasil Perhitungan Rata-rata pada 70 kVp

a. Rata-rata modul =

$$\frac{69.11+71.86+67.91+68.31+64.80+67.51+62.58+67.11}{8}$$

$$= \frac{20.98}{8}$$

$$= 67.40$$

b. Rata-rata Gold Standard

$$\frac{69.1+71.2+68+68.4+68.7+67.5+62.1+69}{8}$$

$$= \frac{542.0}{8}$$

$$= 68 \text{ Kvp}$$

c. Presisi Pembacaan alat pada tegangan tabung 70 kVp

$$= \frac{\sqrt{\{(69.11 - 67.44)^2 + (68.00 - 68.31)^2 + (68.31 - 67.44)^2 + (64.80 - 67.44)^2 + (67.00 - 67.44)^2\}}}{5 - 1}$$

$$= \frac{3.28}{4}$$

$$= 0.82$$

E. Rumus grafik fungsi yang digunakan pada program Arduino Gelatino

N0	Tegangan tabung (kVp)	Rumus Fungsi Transfer
1	50-55	88.476lnX-441.31
2	55-59.8	95.98lnX-483.84
3	59.8-64.8	132.94lnX-692.57
4	64.8-67.5	428.4lnX-2385.9
5	67.5-69.1	123.6lnX-640.33

F. Dokumentasi Pembuatan Alat



Proses Uji Coba Filter Aluminium dan tembaga Detektor dengan pesawat sinar-X Ekorad



Proses uji coba di RS PDHI Kalasa



Proses Uji coba Filter alat di RSI PDHI Kalasan



Pengambilan data di LAB Radiologi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Pengujian pada 50 kVp



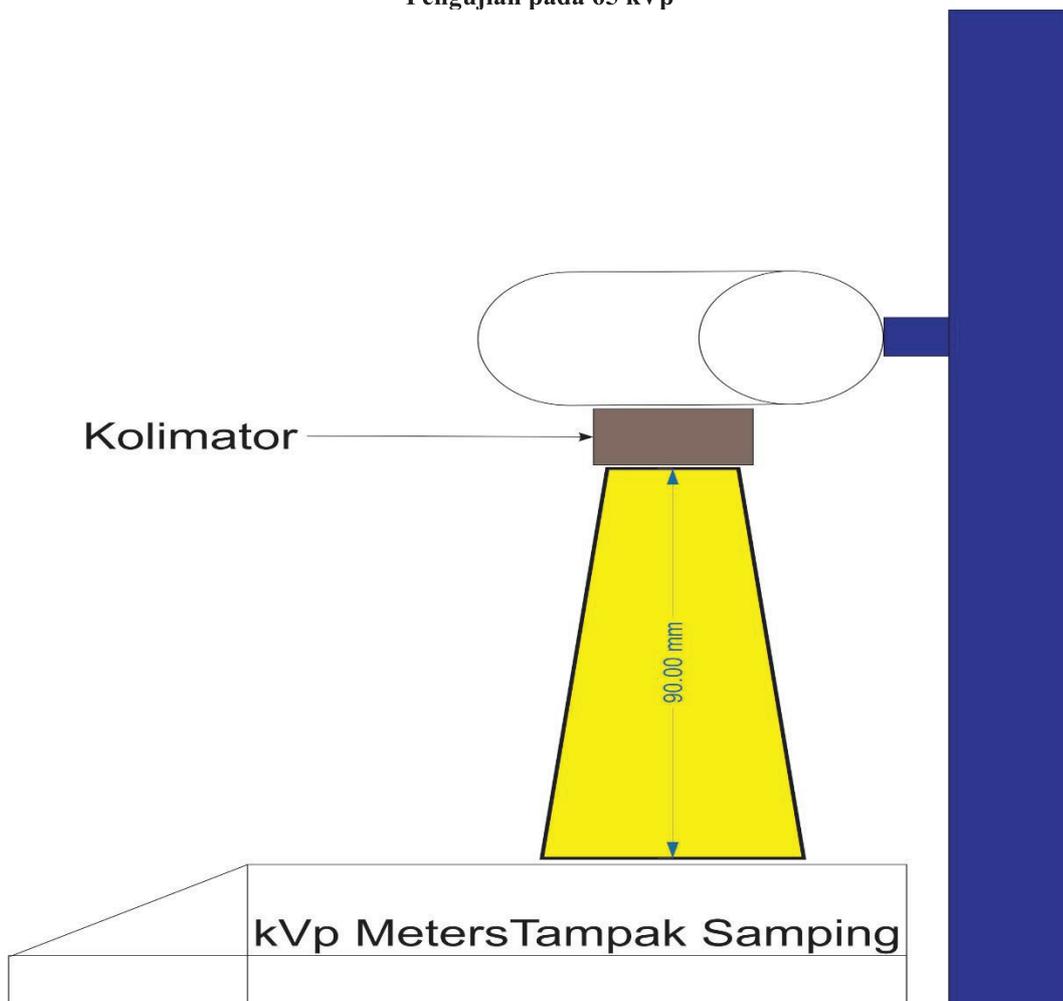
Pengujian pada 55 kVp



Pengujian pada 60 kVp



Pengujian pada 65 kVp



Skema proses pengambilan data