

LAPORAN RESEARCH BASED LEARNING

METODE PENGUKURAN DAN PENGOLAHAN DATA

PENGUKURAN KETEBALAN KACA

Fauziah Fitri Agnia, Matthew Putro Amadeo, Raymond Tirta Kelana
10217049, 10217087, 10217109
Program Studi Fisika, Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Laporan Research Based Learning ini disusun dengan tujuan untuk membuat suatu alat instrumentasi berupa pengukur ketebalan kaca dengan memanfaatkan sensor LDR. Pengukuran ketebalan kaca ini memakai prinsip pembiasan dan perubahan densitas material. Hasil dari percobaan ini berupa nilai ketebalan kaca yang terpampang pada layar. Bahasa pemrograman yang kami gunakan berupa bahasa C++ untuk membantu dalam pembuatan Look-Up Table yang kemudian digunakan pada program Arduino.

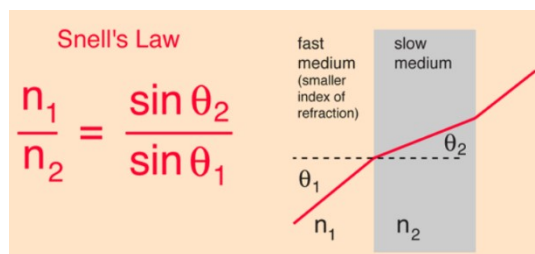
Kata kunci: Arduino, Ketebalan Kaca, *Light Dependent Resistor*, dan Pembiasan Cahaya.

1. TUJUAN

- Membuat alat yang dapat menentukan ketebalan kaca berdasarkan cahaya yang dibiaskan oleh kaca tersebut.

2. TEORI DASAR

Pembiasan adalah pembelokan gelombang (dalam hal ini cahaya) ketika memasuki medium yang berbeda. Gelombang cahaya ini akan mengalami pembelokan terhadap sudut normalnya. Besar pembelokan cahaya ini bergantung pada indeks bias dari kedua medium tersebut dan dijelaskan oleh Hukum Snell.^[1]



Gambar 1. Hukum Snell

Pada tahun 1621 Astronomer asal Belanda Willebrord Snell (atau biasa disebut Snellius) menemukan kaitan antara jarak yang dilalui antara sinar cahaya yang melalui suatu medium yang ternyata berkaitan dengan pembiasan dari indeks bias medium tersebut. Memang dikarenakan materi yang akan dipakai oleh percobaan RBL kali ini adalah kaca object glass yang pembiasannya mendekati 1 atau tidak ada/ tidak akan terlalu

berpegaruh kepada pembiasan bila ketebalan sama. Namun beda halnya dengan ketebalan yang diubah, densitas yang terukur akan berubah, yang mengakibatkan cahaya yang dideteksi LDR akan berubah. Perubahan ini kemudian menjadi rasio perbandingan stabil antara penambahan materi pembias dengan arah pembelokan cahaya.

Dapat diukur perbedaan antara ketebalan cahaya dengan pengukuran yaitu: "FRESNEL EQUATION", yang menyatakan bahwa sinyal/cahaya yang ditransmisikan memiliki korelasi dengan massa jenis (densitas) dan sudut transmisi cahaya:

$$t_{\perp} = \frac{E_0}{E_{0i}} = \frac{2 n_i \cos(\theta_i)}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t}$$

$$n = \rho = \frac{m}{V}$$
$$V = L \times T \times P$$

Keterangan:

n_i = indeks bias materi sebelum pembias (dalam hal ini udara).

n_t = indeks bias materi pembias (dalam hal ini object glass).

θ_i = sudut pembias dalam materi sebelum pembias.

θ_t = sudut pembias oleh materi pembias.

ρ = massa jenis.

Ketika terjadi penambahan suatu materi baik penambahan ketebalan atau penambahan tipe pembias, akan terjadi atenuasi baik sinyal

atau cahaya yang dibiaskan. Hal ini berkorespondensi dengan percobaan RBL yang kami telusuri.

Pada percobaan ini digunakan sensor Light Dependent Resistor (LDR). Sensor ini merupakan komponen resistor yang nilai resistansinya berubah sesuai dengan keadaan pencahayaan sekitar. Ketika digunakan pada tempat yang minim cahaya, nilai resistansinya akan meningkat sehingga tegangan yang dikeluarkan juga ikut meningkat. Sebaliknya, jika sensor ini mendapat cahaya yang relative banyak, nilai resistansinya akan menurun dan mengakibatkan penurunan nilai tegangan keluaran.



Gambar 2. Light Dependent Resistor

3. LANGKAH PERCOBAAN

Pada RBL (*Research Based Learning*) ini, kelompok kami membuat pengukur ketebalan kaca menggunakan LDR (*Light Dependent Resistor*). Ketebalan kaca disini adalah kaca dalam bentuk objek glass, yang diharapkan bisa mewakili untuk semua jenis kaca.

Untuk dapat menghitung ketebalan kaca, pada awalnya kami mengkalibrasi alatnya terlebih dahulu untuk 20 data pengukuran seperti tertera pada tabel 1. Setelah didapatkan data untuk 20 data pengukuran, kami membuat regresinya dalam bentuk linear dengan 1024 data agar akurasinya terbilang cukup baik.

Setelah melakukan regresi tersebut, kami menyiapkan program arduino yang terlampir pada lampiran. Kemudian setelah semua terpasang dengan baik, kamu mulai melakukan percobaan.

Pertama, buka box tempat alat tersebut terlebih dahulu, kemudian masukkan kaca, senterkan lampu ke dalam lubang box dengan lampu yang kami pakai adalah *blitz* dari iPhone 7+. Kemudian arahkan pantulan lampu tersebut ke LDR. Kemudian akan tertera hasil berapakah ketebalan kaca tersebut dalam layar serial arduino.

4. PRINSIP KERJA

Untuk mendapatkan akurasi yang baik untuk program dengan range volt pengukuran yang digunakan, dimanfaatkanlah *look-up table* (LUT). Pembuatan LUT ini menggunakan bahasa pemrograman C++.

```
1 #include <iostream>
2 #include <math.h>
3
4 using namespace std;
5
6 int main(){
7     float delta = 0.0048828125;
8     float i = 0;
9     float nilai;
10    float nilaiimm;
11
12    while(i<5) {
13        i = i+delta;
14        nilaiimm = (i-0.3129)/0.1444;
15        cout<< nilaiimm << ", ";
16    }
17 }
```

Gambar 3. Program C++ untuk membuat LUT

Selain untuk membuat LUT, program C++ ini juga digunakan agar dapat memasukkan data ke dalam Arduino agar arduino tidak perlu bekerja dalam perhitungan (meringankan beban arduino.).

Pada awalnya, tempatkan kaca dengan tebal yang diinginkan pada papan penaruh kaca, kemudian sinarkan blitz(lampu), dalam hal ini, kami menggunakan lampu *blitz* dari iPhone 7+ dengan alat penahannya dari sterofoam. Kemudian taruh tempat penahan dengan penanda yang telah diberi pada box tempat percobaan, dan nyalakan *blitz*, sehingga lampu dari blitz dapat masuk sesuai dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya.

Kemudian, setelahnya, lampu akan menyinari LDR yang membuat LDR mengeluarkan hasil berbentuk hambatan, yang diubah menjadi tegangan yang dikuatkan oleh penguat instrumentasi dan disambungkan dengan penguat differensial agar menghilangkan *noise* dari rangkaian tersebut, sehingga hasilnya baik.

Kemudian hasil keluaran dari penguat differensial disambungkan dengan arduino yang telah di program sebelumnya dengan programnya tertera pada gambar 5 dilampiran.

Setelahnya, keluaran dalam bit akan dirubah oleh program menjadi tebalnya kaca yang akan ditampilkan pada layar serial arduino.

5. FLOW CHART

Flowchart tertera pada lampiran dengan gambar 7.

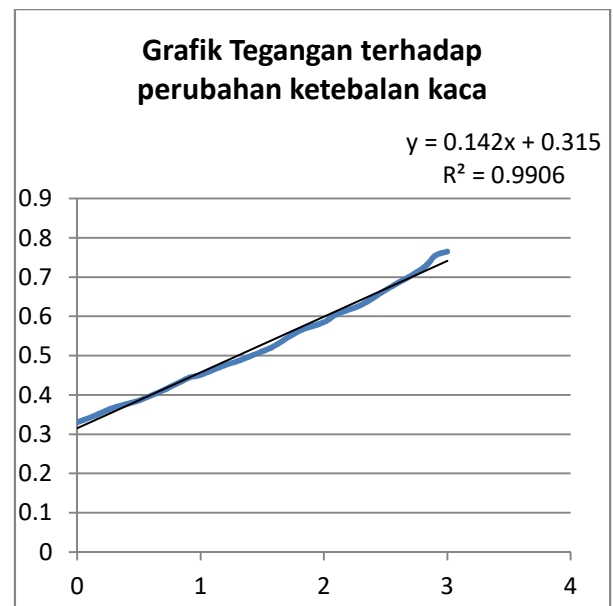
6. DATA DAN PENGOLAHAN

Data yang diperoleh pada percobaan yang telah dilakukan dengan kaca yang masing-masing memiliki ketebalan 0,1 mm:

Tabel 1. Data hasil percobaan

Tebal (cm)	Tegangan (V)
0	0.33
0.1	0.342
0.2	0.355
0.3	0.368
0.5	0.386
0.7	0.412
0.9	0.443
1	0.451
1.2	0.476
1.3	0.486
1.5	0.511
1.6	0.525
1.8	0.563
2	0.585
2.1	0.605
2.3	0.629
2.5	0.667
2.8	0.722
2.9	0.754
3	0.793

Dan data yang telah diperoleh dapat dibuat menjadi grafik



Gambar 4. Grafik tegangan keluaran terhadap tebal kaca

7. ANALISIS

Analisis yang kami dapatkan dari percobaan tersebut adalah, bahwa setiap penambahan kaca, akan menambahkan densitas yang berpengaruh pada keluaran dari rangkaian akan memperbesar tegangan sehingga dapat dihitung ketebalan kacanya.

Kaca yang kami pakai adalah *object glass* yang berukuran 0.1cm per *object glass*nya. Error yang terjadi dapat dikarenakan banyak hal, diantaranya kaca yang kotor sehingga cahaya yang masuk menjadi berkurang, kemudian tidak pastinya tempat peletakan kaca yang menyebabkan jika peletakan kaca tidak sesuai dengan seharusnya (pada saat percobaan), akan terjadi *error* yang cukup besar. Untuk menanggulangi hal ini, kami membuat titik titik peletakan kaca, tetapi tetap saja *error* yang terjadi masih ada.

Error juga dapat disebabkan oleh alat penahan kaca yang membuat kacanya bergerak sedikit demi sedikit dan tidak lurus antar kacanya sehingga menyebabkan cahaya yang masuk ke LDR semakin berkurang atau terbiaskan lebih banyak.

8. KESIMPULAN

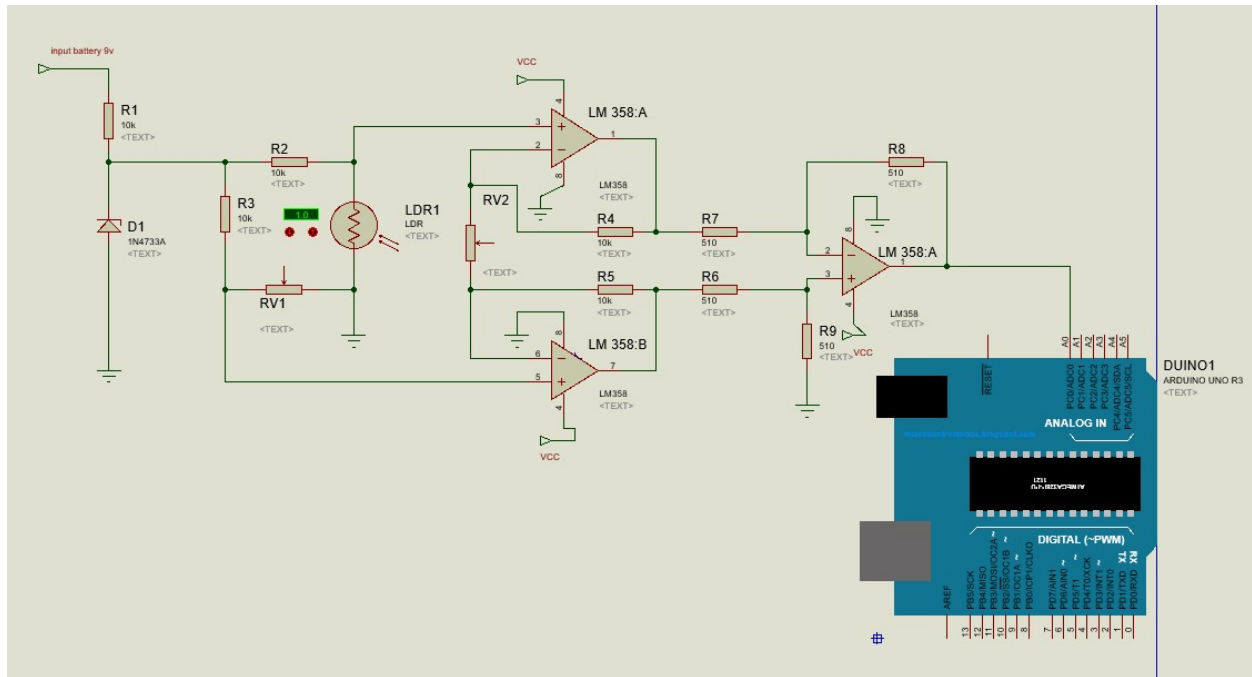
- Diperoleh ketebalan kaca sesuai dengan LUT (menggunakan program C++). Dengan pembacaan arduino.

9. REFERENSI

[1] Hecht, Eugene. 2002. *Optics* . 4th Edition.
San Fransisco: Addison Wesley

[2]https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-007-electromagnetic-energy-from-motors-to-lasers-spring-2011/lecture-notes/MIT6_007S11_lec33.pdf

10. LAMPIRAN



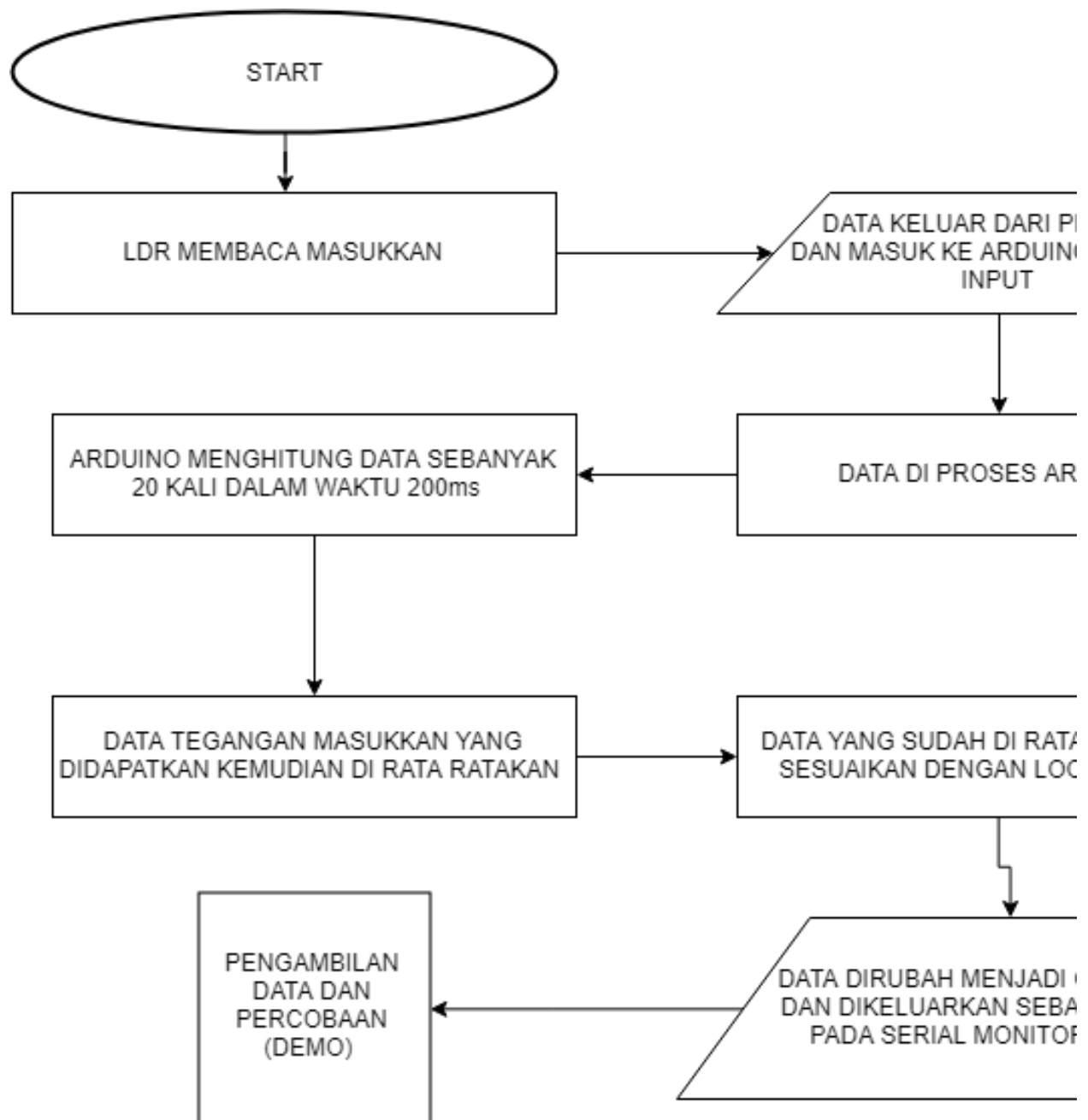
Gambar 5 . Gambar rangkaian *Research Based Learning*

```
#include <avr/pgmspace.h> // untuk menggunakan progmem
double hasilLDR;
int voltPin = A0 ; //Voltage reader pin
const float ADC_TO_MM[1024] PROGMEM = {-2.13308, -2.09927, -2.06545, -2.03164, -1.99783,
};
unsigned long currentMillis;
unsigned long previousMillis;
long interval_TimeAVG = 10;
int counter = 0 ;
float nilaiADC ;
unsigned long rataADC;
float hasilMM ;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis > interval_TimeAVG ){
        previousMillis = currentMillis; //mengenalkan variabel nilaiADC
        nilaiADC += analogRead(voltPin); //read input pin dalam bit dan menambahnya terus
        counter = counter + 1;
        if (counter >= 20 ){
            rataADC = nilaiADC/20;
            Serial.println(rataADC);
            hasilMM = pgm_read_float_near(ADC_TO_MM + rataADC);
            Serial.print("Tebal kaca adalah : ");Serial.println(hasilMM);
            nilaiADC = 0 ;
            counter=0;
        }
    }
}
```

Gambar 6. Program Arduino



Gambar 7. FLOWCHART PERCOBAAN