

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

Untuk mengetahui dan mengukur apakah alat berfungsi sesuai yang diinginkan atau keberhasilan suatu sistem yang telah dibuat. hal tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat.

#### **4.1 Pengujian Hardware**

Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian *hardware* yaitu:

1. Pengujian Sensor Photodiode
2. Pengujian Non-inverting Amplifier
3. Pengujian Komparator
4. Pengujian sensor yang sudah terintegrasi LM358
5. Pengujian Arduino Nano
6. Pengujian Display OLED ssd1306

##### **6.1.1 Pengujian Sensor Photodiode**

Pengujian Sensor Photodiode dilakukan untuk memastikan bahwa Sensor Photodiode telah bekerja dengan baik, karena hal ini akan mempengaruhi pada Hasil pengolahan data. Jika pembacaan data dari Sensor Photodiode error maka hasil Pengolahan datanya juga akan *error*. Data hasil pengujian Sensor Photodiode dapat dilihat pada Tabel 4. 1

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sensor Photodioda

Kondisi	Vin	Vout
Vout (Sensor terhalang)	3.7	0.24
Vout (sensor tidak terhalang)		3.6

Dari hasil pengujian diatas maka dapat disimpulkan Sensor Photodioda dapat mendeteksi pada saat Sensor terhalang atau Sensor tidak terhalang.

### 6.1.2 Pengujian Non-inverting Amplifier

Pengujian Non-inverting Amplifier dilakukan untuk menguatkan tegangan output dari sensor dan melihat apakah rangkaian ini bekerja dan memperoleh hasil seperti yang diinginkan. Data hasil pengujian non-inverting amplifier dapat dilihat pada Tabel 4. 2

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Penguat

Vin (volt)	R1 (k ohm)	R2 (k ohm)	Hasil pengukuran (Vout)	Hasil perhitungan (Vout)	Error %
1	1	1	2	2	0
2	1	1	2.21	4	44
1	1	2	2.21	3	26
2	1	2	2.21	6	63

Dari hasil pengujian diatas maka akan dibandingkan perhitungan menggunakan voltmeter dan perhitungan secara manual, berikut contoh perhitungan manual menggunakan rumus persamaan Non-inverting Amplifier.

$$V_{out} = \left( \frac{R_f}{R_i} + 1 \right) V_{in}$$

jika dilakukan perhitungan pada percobaan pertama menggunakan  $R_i = 1\text{ K ohm}$  dan  $R_f = 1\text{ K ohm}$  maka

$$V_{out} = \left( \frac{R_f}{R_i} + 1 \right) V_{in}$$

$$V_{out} = \left( \frac{1\text{K}}{1\text{K}} + 1 \right) 1\text{ V}$$

$$V_{out} = (1\text{ K} + 1) 1\text{ V}$$

$$V_{out} = 2\text{ V}$$

Jadi hasil dari perhitungan secara manual adalah 2 V dan perhitungan menggunakan Voltmeter juga adalah 2 V sehingga dapat disimpulkan persentase *error* pada percobaan pertama 0 % sedangkan persentase *error* pada percobaan selanjutnya sangat tinggi karena tegangan pada penguatan non-inverting amplifier hanya diberi 3.7V sehingga tegangan yang dikuatkan tidak akan melebihi tegangan sumber pada penguatan.

### 6.1.3 Pengujian Komparator

Komparator adalah sebuah rangkaian yang berfungsi untuk membandingkan sebuah sinyal masukan dengan tegangan referensi (vref). Pada bagian ini akan diukur tegangan sensor, ketika sensor terhalang dan tidak terhalang. Dan melakukan perubahan tegangan vref terhadap tegangan input dan hasil perubahannya dapat dilihat pada sebuah indikator LED. Data hasil pengujian Komparator dapat dilihat pada Tabel 4. 3

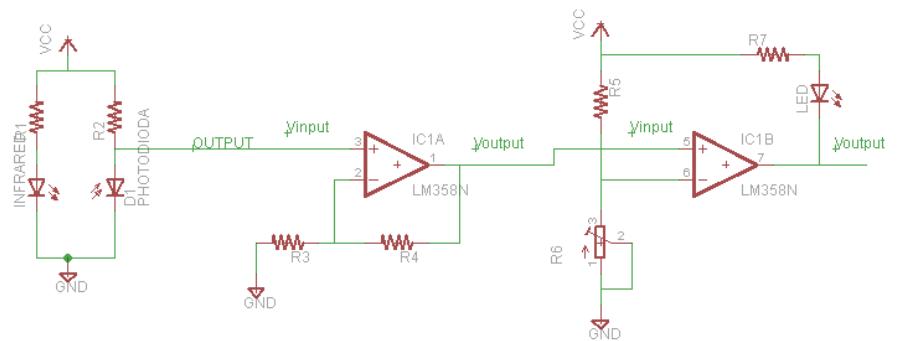
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Komparator

Vin (volt)	Vref (volt)	Vout	Indikator (LED)
3	1	2.21	mati
3	2	2.21	mati
3	3	1.40	nyala
3	3.2	1.40	nyala

Dari hasil pengujian maka dapat di analisis bahwa komparator bekerja berdasarkan tegangan yang masuk pada kedua pin inputnya. Yaitu jika tegangan pada Vin lebih besar dari pada tegangan Vref maka output akan bernilai High dan indicator LED mati, dan jika tegangan pada Vin lebih kecil dari pada tegangan Vref maka output akan bernilai Low dan indicator LED nyala.

#### 6.1.4 Pengujian sensor yang sudah terintegrasi LM358

Pada pengujian ini Sensor Photodioda, penguat non-inverting dan komparator akan digabung seperti pada Gambar 4.1 dimana output dari sensor akan digabung ke input penguat Non-inverting dan output dari penguat Non-inverting akan digabung ke input Komparator.



Gambar 4. 1 Rangkaian Sensor Terintegrasi LM358

Pengujian sensor yang telah terintegrasi LM358 merupakan langkah untuk mendapatkan hasil output yang digital untuk dapat diproses ke Arduino. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. 4

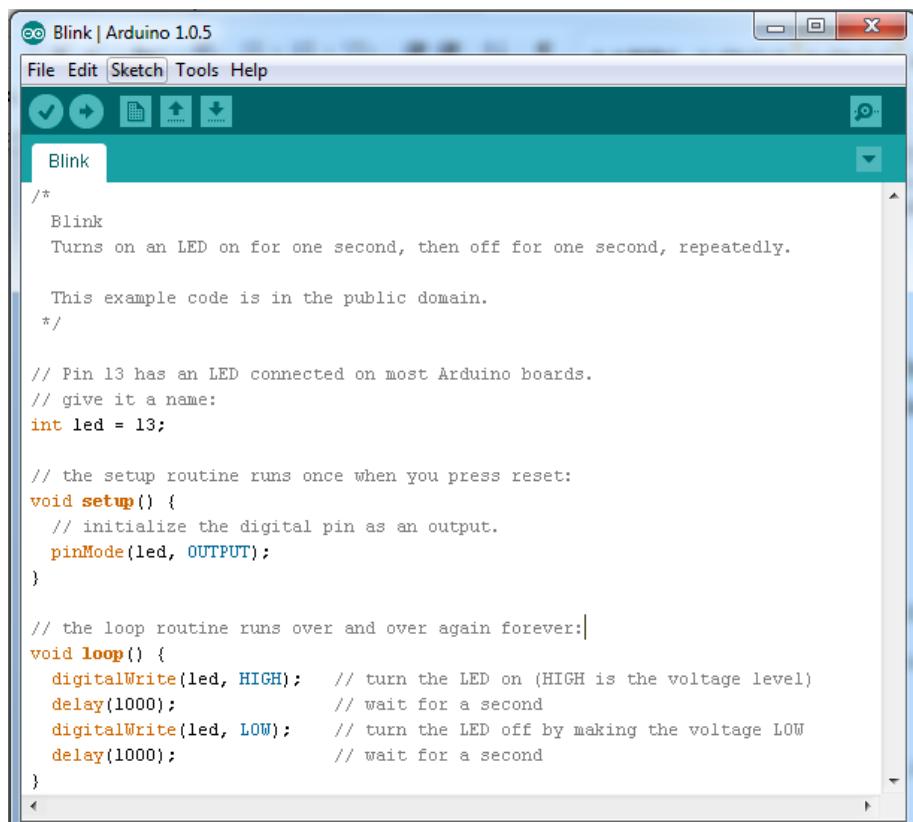
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Terintegrasi LM358

Kondisi	Vin	Vout
Sensor terhalang	3.7	0.00
sensor tidak terhalang		2.29
Sensor terhalang	5	0.21
Sensor tidak terhalang		3.19

Dari hasil pengujian diatas maka dapat dianalisa bahwa sensor yang terintegrasi LM358 sudah berjalan dengan baik apabila sensor terhalang maka voutnya adalah low dan apabila tidak terhalang maka vout nya adalah High.

#### 6.1.5 Pengujian Arduino Nano

Pengujian ini dilakukan apakah Arduino bekerja seperti pada mestinya atau tidak. Untuk mengetahuinya adalah mencoba dengan mendownload source code Blink LED seperti pada Gambar 4. 2



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "Blink | Arduino 1.0.5". The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for upload, download, and search. The main window displays the "Blink" sketch. The code is as follows:

```
/*
  Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.

  This example code is in the public domain.

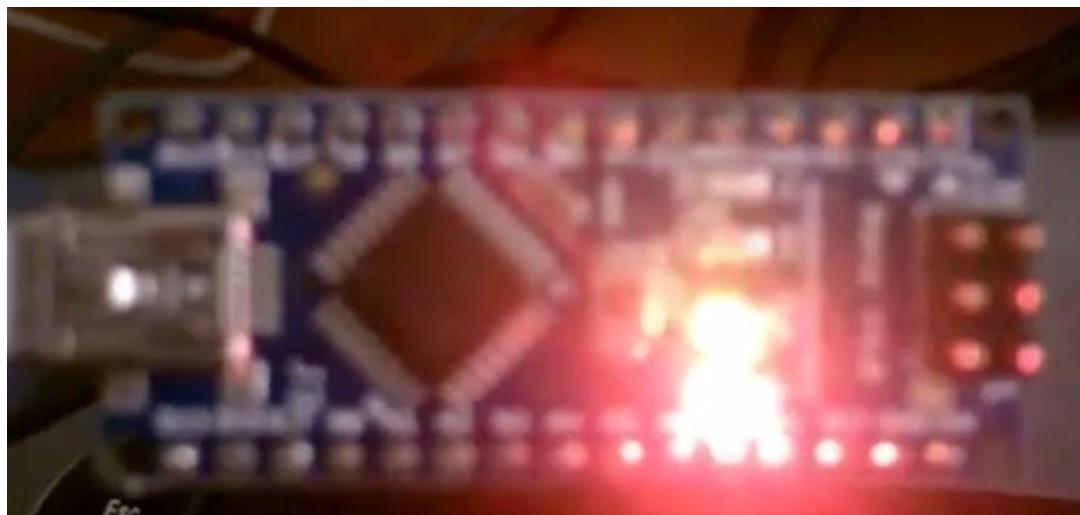
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
  // give it a name:
  int led = 13;

  // the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);      // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);       // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);                // wait for a second
}
```

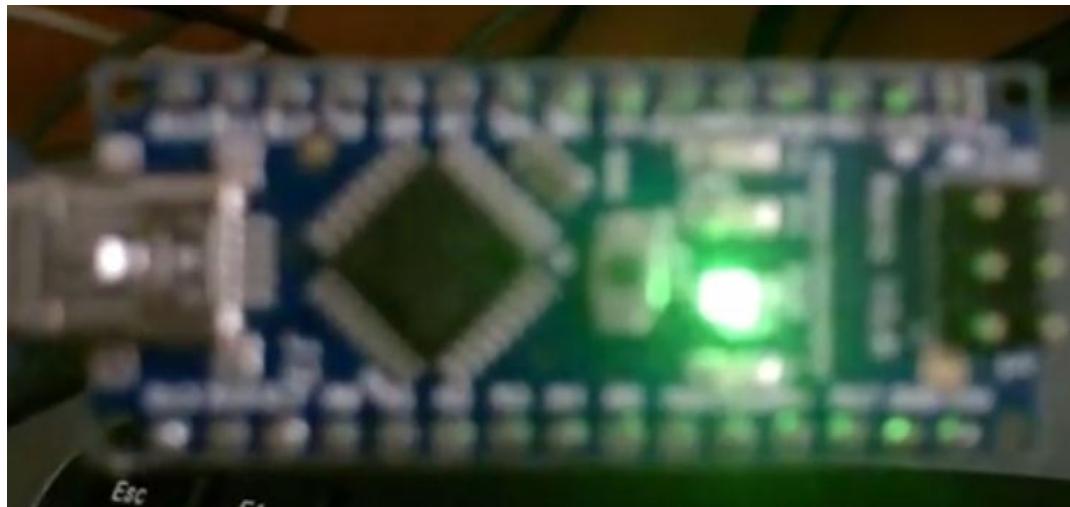
Gambar 4. 2 Source Code Blink LED

Hasilnya adalah LED merah pada Arduino Nano menyala selama 1000ms. Diperlihatkan pada Gambar 4. 3



Gambar 4. 3 Pada Saat LED Blink Nyala 1000ms

Hasilnya adalah LED Merah pada Arduino Nano padam selama 1000ms. Diperlihatkan pada Gambar 4. 4

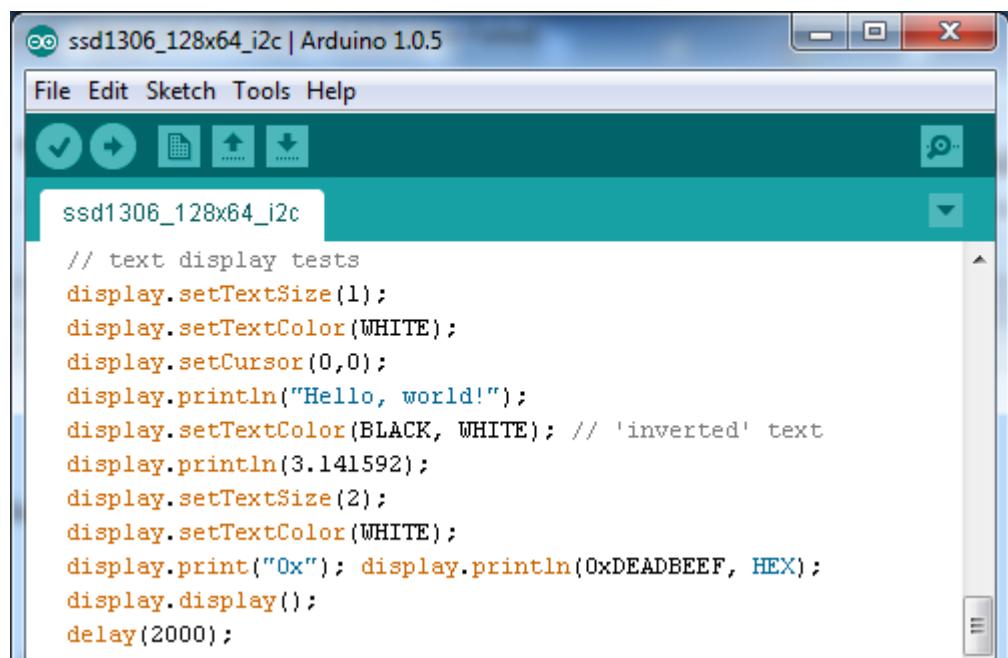


Gambar 4. 4 Pada Saat LED Blink Padam 1000ms

Kedua LED tersebut akan bergantian menyala dan padam pada selang waktu 1000ms.

#### **6.1.6 Pengujian Display OLED ssd1306**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah OLED SSD1306 bekerja dengan baik untuk menampilkan hasil data yang diperoleh dari hasil pengukuran. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mendownload source code Hello Word yang akan tampil di Display OLED seperti pada Gambar 4. 5

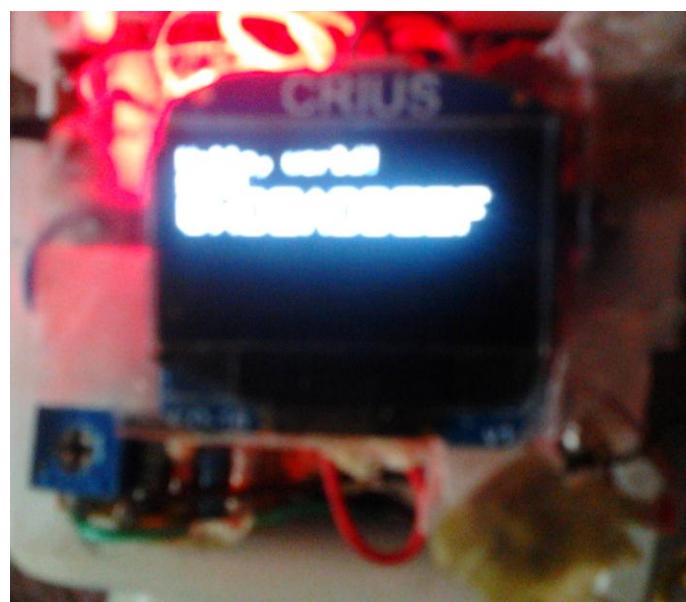


The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "ssd1306\_128x64\_i2c | Arduino 1.0.5". The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for save, upload, and refresh. The main window displays the following C++ code:

```
// text display tests
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(0,0);
display.println("Hello, world!");
display.setTextColor(BLACK, WHITE); // 'inverted' text
display.println(3.141592);
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("0x"); display.println(0xDEADBEEF, HEX);
display.display();
delay(2000);
```

Gambar 4. 5 Potongan Source Code Hello World

Hasilnya adalah akan ditampilkan teks paling atas yaitu Hello, world!, dibaris kedua yaitu 3.14 dan dibaris terakhir adalah heksadesimal 0xDEADBEEF dengan ukuran font 2 sehingga terlihat lebih besar dibandingkan teks sebelumnya yang berukuran font 1. Tampilannya seperti pada Gambar 4. 6



Gambar 4. 6 Hello world

## 6.2 Pengujian Dan Analisa Secara Keseluruhan

Dari data hasil pengujian di atas maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui apakah kualitas dan tujuan dari alat tersebut telah tercapai atau tidak. Untuk mengetahui apakah alat tersebut telah sesuai dengan tujuan maka dianalisa data tersebut menggunakan pembanding. Adapun analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 6.2.1 Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah keseluruhan sistem berjalan dengan baik. Pertama download terlebih dahulu program yang telah dibuat kedalam Arduino dan mulai pengujian ke beberapa orang dan data yang didapat dari pengukuran dengan sistem secara keseluruhan dapat dibandingkan dengan data yang didapat dari hasil perhitungan manual. Sehingga dapat diketahui persentase *error* yang terjadi. Berikut rumus untuk mengetahui persentase *error*:

$$\%Error = \left| \frac{Selisih\ perhitungan}{hasil\ perhitungan\ manual} \right| \times 100\% \quad \dots \dots \dots (4.1)$$

Contoh perhitungan presentase *error* dengan rumus persamaan 4.1

$$\%Error = \left| \frac{\text{pengukuran manual} - \text{pengukuran dengan alat}}{\text{pengukuran manual}} \right| \times 100\%$$

$$\%Error = \left| \frac{80 - 78}{80} \right| \times 100\%$$

$$\%Error = \left| \frac{2}{80} \right| \times 100\%$$

$$\%Error = \left| \frac{200}{80} \right|$$

%Error = + 2.5

Berikut hasil data keseluruhan orang yang telah diuji. Hasil pengukuran selama 30 detik pada saat istirahat dapat dilihat pada Tabel 4. 5 dan hasil pengukuran selama 30 detik setelah olahraga dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4. 5 Pengukuran Selama 30 Detik (Istirahat)

No.	Umur / Jenis kelamin	Nama	Jumlah Detak (bpm)	Pengukuran Manual (bpm)	Error %
1	23/ Laki-laki	Imron	60	62	3.2
2			62	68	8.8
3			68	72	5.6
4	24/ Laki-laki	Ramdhani	63	73	13.7
5			64	72	11.2
6			62	72	15.2
7	23/Laki-laki	Ahmad	74	66	12.2
8			76	70	8.5
9			75	72	4.2
10	25/ Laki-laki	Ali	74	69	7.2
11			73	70	4.2
12			75	72	4.1
<b>Rata-rata persentase error</b>					$\pm 8.1$

Tabel 4. 6 Pengukuran Selama 30 Detik (Setelah Olahraga)

No.	Umur / Jenis kelamin	Nama	Jumlah Detak (bpm)	Pengukuran Manual (bpm)	Error %
1	23/ Laki-laki	Imron	73	86	15
2			76	84	9.5
3			70	78	10.2
4	24/ Laki-laki	Ramdhani	81	95	14.7
5			79	92	14
6			80	90	11
7	23/ Laki-laki	Ahmad	91	89	1.1
8			90	93	3.3
9			89	92	3.2
10	25/ Laki-laki	Ali	89	84	5.9
11			88	85	3.5
12			90	87	3.4
<b>Rata-rata persentase error</b>					$\pm 7.9$

Hasil pengukuran selama 60 detik pada saat istirahat dapat dilihat pada Tabel 4. 7 dan pengukuran selama 60 detik setelah olahraga dapat dilihat pada Table 4. 8

Tabel 4. 7 Pengukuran Selama 60 Detik (Istirahat)

No.	Umur / Jenis kelamin	Nama	Jumlah Detak (bpm)	Pengukuran Manual (bpm)	Error %
1	23/ Laki-laki	Imron	73	74	1.3
2			73	73	0
3			71	71	0
4	24/ Laki-laki	Ramdhani	66	73	9.5
5			68	71	4.2
6			68	71	4.2
7	23/ Laki-laki	Ahmad	85	79	7.5
8			85	80	6.2
9			80	78	2.5
10	25/ Laki-laki	Ali	82	78	5.1
11			82	78	5.1
12			80	77	3.8
<b>Rata-rata persentase error</b>					$\pm 4.1$

Tabel 4. 8 Pengukuran Selama 60 Detik (Setelah Olahraga)

No.	Umur / Jenis kelamin	Nama	Jumlah Detak (bpm)	Pengukuran Manual (bpm)	Error %
1	23/ Laki-laki	Imron	82	86	4.6
2			79	81	2.4
3			82	82	0
4	24/ Laki-laki	Ramdhani	82	87	5.7
5			82	87	5.7
6			83	86	3.4
7	23/ Laki-laki	Ahmad	90	97	7.2
8			92	97	5
9			92	96	4
10	25/ Laki-laki	Ali	92	89	3.3
11			93	89	4.4
12			90	88	2.2
<b>Rata-rata persentase error</b>					$\pm 3.9$

### 6.2.2 Analisa Sistem

Berdasarkan hasil data yang didapat hasil persentase *error* yang terjadi adalah  $\pm 3.9\%$  sampai  $\pm 8.1\%$ . pengukuran dilakukan dalam 2 menu pilihan yaitu yang pertama 30 detik dan yang kedua adalah 60 detik. Persentase *error* yang terjadi pada pengukuran selama 30 detik (istirahat) adalah sekitar  $\pm 8.1\%$  dan setelah olahraga adalah sekitar  $\pm 7.9\%$ , sedangkan persentase *error* pada pengukuran selama 60 detik (istirahat) adalah sekitar  $\pm 4.1\%$  dan setelah olahraga adalah sekitar  $\pm 3.9\%$ . Data pengukuran selama 60 detik memiliki persentase *error* lebih rendah dibanding pengukuran selama 30 detik dalam kondisi (istirahat). Detak jantung seseorang akan bervariasi pada saat pengukuran yaitu tergantung apakah seseorang yang sedang diukur detak jantungnya dalam kondisi tenang atau dalam kondisi banyak bergerak.