

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Alat

Nama Alat : *Lux meter dilengkapi sensor jarak berbasis arduino*

Tegangan : 5 V (DC)

Ukuran : panjang 15,4 cm X tinggi 5,4 cm X lebar 8,7 cm

Berat : 657 gram

4.2. Gambar Alat

Untuk gambar alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.1. dibawah ini:



Gambar 4.1. Alat Tugas Akhir penulis

4.3. Cara Kerja Alat

Pada saat alat *on* maka *supply* dari baterai akan memberikan tegangan ke setiap blok rangkaian yang ada pada alat ini. Jika semua blok rangkaian sudah mendapat *supply* tegangan dari baterai, modul arduino (*controller*) dan sensor secara otomatis akan aktif.

Ketika tombol *start* ditekan, sensor BH1750FVI akan mulai membaca intensitas cahaya dan sensor *ultrasonic* HC-SR04 akan menghitung jarak. Apabila cahaya diterima sensor BH1750FVI, maka keluaran sensor yang sudah digital akan langsung terbaca oleh arduino. selanjutnya sensor *ultrasonic* HCSR04, apabila memantulkan gelombang dari *transducer* dan mengenai objek datar, secara otomatis akan mengirim pantulan gelombang ke *receivier* yang mengubah gelombang pantulan tersebut menjadi besaran listrik atau tegangan, selanjutnya keluaran sensor *ultrasonic* HCSR04 yang berupa tegangan masuk ke modul arduino (*controller*) untuk diproses oleh program *Analog to Digital Conversion (ADC)* sebagai pembaca tegangan.

Di modul arduino, tegangan yang masuk ke *ADC* akan diproses untuk dikeluarkan pada *pin* yang telah ditentukan. Pada modul ini *pin* 8 sebagai *receiver* dan *pin* 9 sebagai *transducer* yang diatur sebagai keluaran dari modul arduino (*controller*). *Pin* A0 digunakan sebagai *push button start*, *pin* A1 sebagai *push button Up*, *pin* A2 sebagai *push button Down*. dan *pin* *reset* pada modul arduino digunakan sebagai *push botton reset*.

Proses pembacaan data dari sensor sesuai ambang batas di tentukan selama *timer* 1 (satu) menit. Ketika *timer* 1 menit tercapai maka alat secara otomatis

menyimpan pembacaan data pertama (indeks pertama), selanjutnya modul akan membaca data yang ke 2 (indeks kedua) secara otomatis setelah data pertama tersimpan, begitu seterusnya sampai data yang akan tersimpan adalah sebanyak 6 (indeks keenam) data. Jika data yang telah tersimpan secara otomatis mencapai 6 kali, alat akan menampilkan nilai rata-rata data pada indeks ke 7.

Untuk menampilkan data tersimpan pada alat, digunakan tombol *up* dan *down*. Hasil pembacaan kedua sensor ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD) karakter 16x2.

4.4. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis gunakan adalah jenis penelitian eksperimental, artinya meneliti, mencari, menjelaskan, dan membuat suatu instrument dimana instrument ini dapat langsung dipergunakan oleh pengguna. *Variabel* yang diteliti dan diamati pada berapa intensitas cahaya lampu operasi ini menggunakan sensor BH1750FVI dan berapa jarak pengukuran secara otomatis dengan menggunakan sensor *Ultrasonic* HC-SR04.

4.5. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Sebagai *variabel* bebas merupakan munculnya *variabel* terikat, dan menjadi *variabel* bebas dalam pembuatan alat ini adalah intensitas cahaya dan jarak pengukuran

b. Variabel Tergantung

Sebagai *variabel* tergantung yaitu penyimpanan, dimana ketika alat telah selesai mengambil data selama 1 (satu menit), maka data tersimpan secara otomatis dan mengambil data selanjutnya sampai 6 (enam) data secara otomatis pula.

c. Variabel Terkendali

Variabel terkendali yaitu *LCD* dan *Monitoring Timer*, jarak serta intensitas cahaya menggunakan arduino.

4.6. Definisi Oprasional

Dalam kegiatan operasionalnya, *varaiabel-variabel* yang digunakan dalam perencanaan pembuatan modul, baik *variabel* terkendali, tergantung dan bebas memiliki fungsi-fungsi antara lain:

- a. Sensor *BH1750FVI* digunakan sebagai penghitung intensitas cahaya lampu opearsi.
- b. Sensor *Ultrasonic HC-SR04* digunakan sebagai penghitung jarak.

4.7. Percobaan Alat**4.7.1. Pengukuran Intensitas Cahaya Selama 1 Menit Dengan Alat Pembanding *Lux Meter* Pada Jarak 1 Meter**

Tabel 4.1. dibawah ini merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya lampu operasi dengan alat penulis yang di bandingkan dengan alat *lux meter* pada jarak ukur 1 meter dari sumber cahaya lampu operasi.

Tabel 4.1. Tabel pengukuran cahaya selama 1 menit pada jarak 1 meter

No	Waktu (menit)	Jarak (meter)	Intensitas terbaca pada alat pembanding (lux)	Intensitas terbaca pada alat tugas akhir (lux)
1	01:00	1,0	14.590	14.621
2	01:00	1,0	14.590	14.620
3	01:00	1,0	14.590	14.618
4	01:00	1,0	14.620	14.618
5	01:00	1,0	14.620	14.618
6	01:00	1,0	14.640	14.609
7	01:00	1,0	14.640	14.620
8	01:00	1,0	14.640	14.630
9	01:00	1,0	14.640	14.645
10	01:00	1,0	14.660	14.652
11	01:00	1,0	14.680	14.652
12	01:00	1,0	14.680	14.653
13	01:00	1,0	14.680	14.653
14	01:00	1,0	14.690	14.660
15	01:00	1,0	14.690	14.665
16	01:00	1,0	14.690	14.702
17	01:00	1,0	14.690	14.704
18	01:00	1,0	14.690	14.706
19	01:00	1,0	14.690	14.706
20	01:00	1,0	14.690	14.706

4.7.2. Analisa Pengukuran Intensitas Cahaya selama 1 Menit Dengan Alat Pemanding *Lux* Meter Pada Jarak 1 Meter

a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$$\sum Xi = \text{Jumlah nilai data}$$

$$n = \text{Banyak data } (1,2,3,\dots,n)$$

Maka ;

$$\text{Rata – Rata pemanding } (\bar{X}) = \frac{293.100}{20} = 14.655$$

$$\text{Rata – Rata alat penulis } (\bar{X}) = \frac{293058}{20} = 14.653$$

b. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata–rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = \bar{X} - Y$$

Dimana :

$$Y = \text{rata-rata lux pemanding}$$

$$\bar{X} = \text{rerata data alat}$$

Maka ;

$$\text{Simpangan} = Xn - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 14.655 - 14.653$$

$$\text{Simpangan} = 2 \%$$

c. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{DataSeting} - \text{Rerata}}{\text{Datasetting}} \right) \times 100\%$$

Maka ;

$$\text{Error \%} = \left(\frac{14.655 - 14.653}{14.655} \right) \times 100\% = 0,01 \%$$

d. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki n = banyak data

maka ;

$$SD = \sqrt{\frac{(14.621 - 14.655)^2 + (14.620 - 14.655)^2 + (14.618 - 14.655)^2 + (14.618 - 14.655)^2 + (14.609 - 14.655)^2 + (14.620 - 14.655)^2 + (14.630 - 14.655)^2 + (14.645 - 14.655)^2 + (14.652 - 14.655)^2 + (14.652 - 14.655)^2 + (14.653 - 14.655)^2 + (14.653 - 14.655)^2 + (14.660 - 14.655)^2 + (14.665 - 14.655)^2 + (14.702 - 14.655)^2 + (14.704 - 14.655)^2 + (14.706 - 14.655)^2 + (14.706 - 14.655)^2}{(20 - 1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{23029,8}{(19)}} = 34,82$$

e. Ketidakpastian (Ua)

Ketidakpastian adalah kesangsian yang muncul pada tiap hasil.

Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

STDV = *Standar Deviasi*

n = banyaknya data

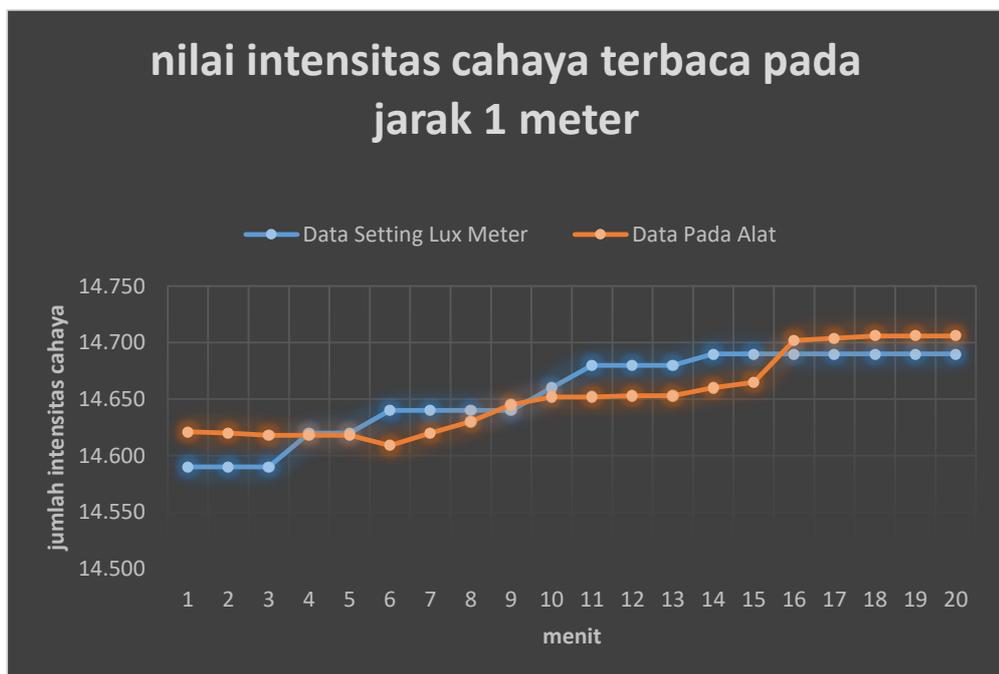
Maka ;

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$Ua = \frac{34,82}{\sqrt{20}} = 7,78$$

4.7.3. Grafik Pengukuran Intensitas Cahaya Selama 1 Menit Dengan Alat Pemanding *lux* meter pada Jarak 1 Meter

Grafik dibawah adalah hasil pengukuran antara alat penulis dengan alat pemanding *lux* meter di RS PKU Gamping. grafik dari hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.2. di bawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Pengukuran intensitas cahaya pada jarak 1 meter

Dari grafik diatas, Pada pengukuran menit 1 sampai pengukuran menit 3, alat pemanding menunjukkan nilai yang *linier*, dan pengukuran selanjutnya mengalami peningkatan yang cukup signifikan sampai pada pengukuran menit 16. Selanjutnya pada pengukuran menit 17 sampai dengan menit 20 alat pemanding kembali menunjukkan nilai yang *linier*. Sedangkan nilai *lux* yang terbaca pada alat penulis mengalami ketidak stabilan, ini di sebabkan karena pembacaan sensor yang masih kurang stabil dan terpengaruhi oleh tegangan dari PLN yang tidak stabil (berubah-ubah) ke lampu operasi sebagai sumber

tegangan sehingga pancaran intensitas cahaya dari lampu operasi itu sendiri ikut berubah . Tetapi jika kedua nilai tersebut di kalkulasikan, maka antara alat pembanding dan alat penulis memiliki error yang rendah yakni 0,01%. Dari pengukuran di atas dapat di tarik kesimpulan bahwa alat yang penulis buat, cukup memupuni dari alat pembanding.

4.7.4. Pengukuran Intensitas Cahaya selama 1 menit Dengan Alat Pembanding *Lux* Meter Pada Jarak 1,5 Meter

Tabel 4.2. dibawah ini merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya lampu operasi selama 1 menit dengan alat penulis yang di bandingkan dengan alat *lux* meter pada jarak ukur 1,5 meter dari sumber cahaya lampu operasi.

Tabel 4.2. Tabel pengkuran cahaya selama 1 menit pada jarak 1,5 meter

No	Waktu (menit)	Jarak (meter)	Intensitas terbaca pada alat pembanding (<i>lux</i>)	Intensitas cahaya terbaca pada alat tugas akhir (<i>lux</i>)
1	01:00	1,5	5.790	5.692
2	01:00	1,5	5.790	5.772
3	01:00	1,5	5.790	5.709
4	01:00	1,5	5.790	5.785
5	01:00	1,5	5.790	5.791
6	01:00	1,5	5.790	5.771
7	01:00	1,5	5.790	5.881
8	01:00	1,5	5.790	5.791
9	01:00	1,5	5.790	5.796
10	01:00	1,5	5.790	5.667
11	01:00	1,5	5.790	5.795
12	01:00	1,5	5.790	5.786
13	01:00	1,5	5.790	5.790
14	01:00	1,5	5.790	5.788

15	01:00	1,5	5.790	5.793
16	01:00	1,5	5.790	5.779
17	01:00	1,5	5.800	5.799
18	01:00	1,5	5.800	5.790
19	01:00	1,5	5.800	5.798
20	01:00	1,5	5.800	5.795

4.7.5. Analisa Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Operasi Dengan Alat

Pembandingan *Lux* Meter Pada Jarak 1,5 Meter

a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$$\sum Xi = \text{Jumlah nilai data}$$

$$N = \text{Banyak data } (1,2,3,\dots,n)$$

Maka ;

$$\text{Rata-rata alat pembandingan } (\bar{X}) = \frac{115.840}{20} = 5.792 \text{ lux}$$

$$\text{Rata-rata alat penulis } (\bar{X}) = \frac{115.568}{20} = 5.778 \text{ lux}$$

b. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan } X_n - \bar{X}$$

Dimana :

X_n = rata-rata lux pembanding

\bar{X} = rerata data alat

Maka ;

$$\text{Simpangan} = 5.792 - 5.778$$

$$\text{Simpangan} = 24 \text{ lux}$$

c. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error } \% = \left(\frac{\text{DataSeting} - \text{Re rata}}{\text{Datasetting}} \right) \times 100\%$$

Maka ;

$$\text{Error } \% = \left(\frac{5.792 - 5.778}{5.792} \right) \times 100\% = 0,23\%$$

d. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

$SD = \text{standart Deviasi}$

\bar{X} = nilai yang dikehendaki n = banyak data

Maka ;

$SD =$

$$\sqrt{\frac{(5.692 - 5.792)^2 + (5.772 - 5.792)^2 + (5.709 - 5.792)^2 + (5.785 - 5.792)^2 + (5.791 - 5.792)^2 + (5.771 - 5.792)^2 + (5.881 - 5.792)^2 + (5.791 - 5.792)^2 + (5.796 - 5.792)^2 + (5.667 - 5.792)^2 + (5.795 - 5.792)^2 + (5.786 - 5.792)^2 + (5.790 - 5.792)^2 + (5.788 - 5.792)^2 + (5.793 - 5.792)^2 + (5.779 - 5.792)^2 + (5.799 - 5.792)^2 + (5.790 - 5.792)^2 + (5.798 - 5.792)^2 + (5.795 - 5.792)^2}{(20 - 1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{37976,8}{(19)}} = 44,71$$

e. Ketidakpastian (Ua)

Ketidakpastian adalah kesangsian yang muncul pada tiap hasil.

Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

$STDV = \text{Standar Deviasi}$

n = banyaknya data

Maka ;

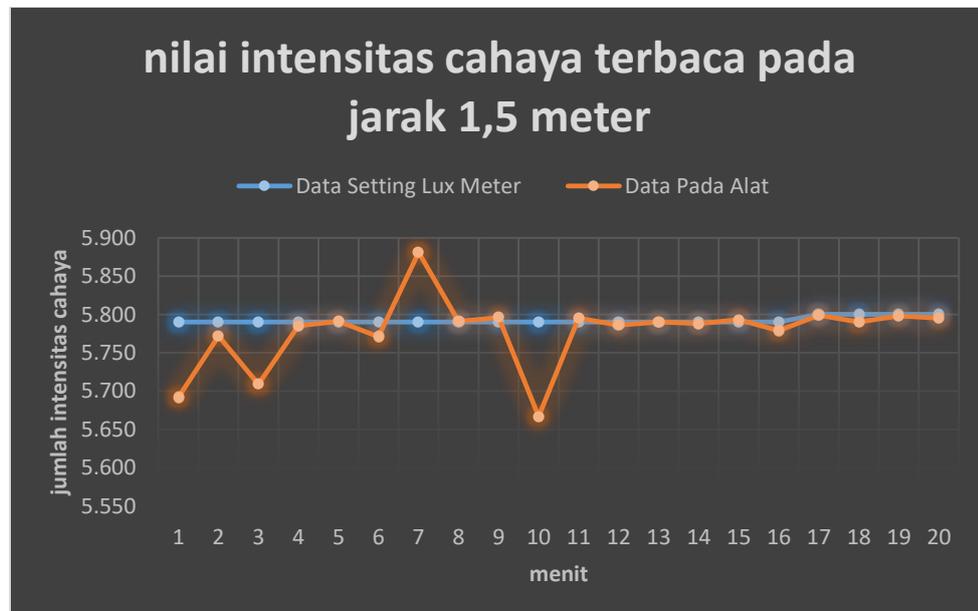
$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_a = \frac{44,71}{\sqrt{20}}$$

$$U_a = 10$$

4.7.6. Grafik Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Operasi Dengan Alat Pemanding *Lux* Meter Pada Jarak 1,5 Meter

Grafik dibawah adalah hasil pengukuran antara alat penulis dengan alat pemanding *lux* meter di RS PKU Gamping. grafik dari hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.3. di bawah ini.



Gamabar 4.3. Grafik Pengukuran intensitas cahaya pada jarak 1,5 meter

Pada grafik diatas, nilai *lux* yang di tunjukkan oleh alat penulis kurang stabil untuk mengikuti grafik dari alat pemanding, yakni pada pengukuran/percobaan menit 1 sampai dengan menit 11, ini di sebabkan karena terpengaruhi oleh tegangan dari PLN yang tidak stabil (berubah-ubah) ke lampu operasi sebagai sumber tegangan sehingga pancaran intensitas cahaya dari lampu operasi itu sendiri ikut berubah. Pada pengukuran 11

sampai dengan percobaan 20 alat penulis menunjukkan nilai yang cukup linier. Dari grafik di atas didapat selisih sebesar 24 *lux*, dan mengalami *error* sebesar 0,23%, dari pergerakan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa alat penulis yang menunjukkan nilai *lux* yang tidak stabil, hal ini bisa disebabkan karena pengaruh tegangan yang menyuply sensor. Dan dapat juga disebabkan oleh tingkat kepekaan dari sensor yang penulis gunakan.

4.7.7. Pengukuran Jarak 1 Meter Dengan Alat Pembanding Meteran

Tabel 4.3. di bawah ini merupakan hasil pengukuran sensor jarak *ultrasonic HC-SRO4* selama 1 menit pada jarak 1 meter dari objek ukur yang dibandingkan dengan alat ukur meteran dengan mendapat data sebagai berikut.

Tabel 4.3. Pengukuran jarak 1 meter selama 1 menit dengan alat pembanding

No	Waktu (menit)	Jarak <i>setting</i> pada alat pembanding meteran (meter)	Jarak terbaca pada alat tugas akhir (meter)
1	01:00	1	1,0
2	01:00	1	1,0
3	01:00	1	1,0
4	01:00	1	1,0
5	01:00	1	1,0
6	01:00	1	1,0
7	01:00	1	1,0
8	01:00	1	1,0
9	01:00	1	1,0
10	01:00	1	1,0
11	01:00	1	1,0
12	01:00	1	1,0
13	01:00	1	1,0
14	01:00	1	1,0

15	01:00	1	1,0
16	01:00	1	1,0
17	01:00	1	1,0
18	01:00	1	1,0
19	01:00	1	1,0
20	01:00	1	1,0

4.7.8. Analisa Pengukuran Jarak 1 Meter Dengan Alat Pembanding Meteran

a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$$\sum Xi = \text{Jumlah nilai data}$$

$$N = \text{Banyak data } (1,2,3,\dots,n)$$

Maka ;

$$(\bar{X}) = \frac{20}{20} = 1 \text{ meter}$$

b. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata–rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = \bar{X} - Y$$

Dimana :

Y = jarak *setting* pembanding

\bar{X} = rerata

Maka ;

Simpangan = $Xn - \bar{X}$

Simpangan = 1 - 1

Simpangan = 0

c. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$Error \% = \left(\frac{DataSeting - Rerata}{DataSeting} \right) \times 100\%$$

Maka ;

$$Error \% = \left(\frac{1-1}{1} \right) \times 100\% = 0 \%$$

d. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = standart Deviasi

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

Maka ;

$$SD = \sqrt{\frac{(1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2 + (1-1,0)^2}{(20-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0}{19}} = 0$$

e. Ketidakpastian (U_a)

Ketidakpastian adalah kesangsian yang muncul pada tiap hasil. Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

$STDV$ = Standar Deviasi

n = banyaknya data

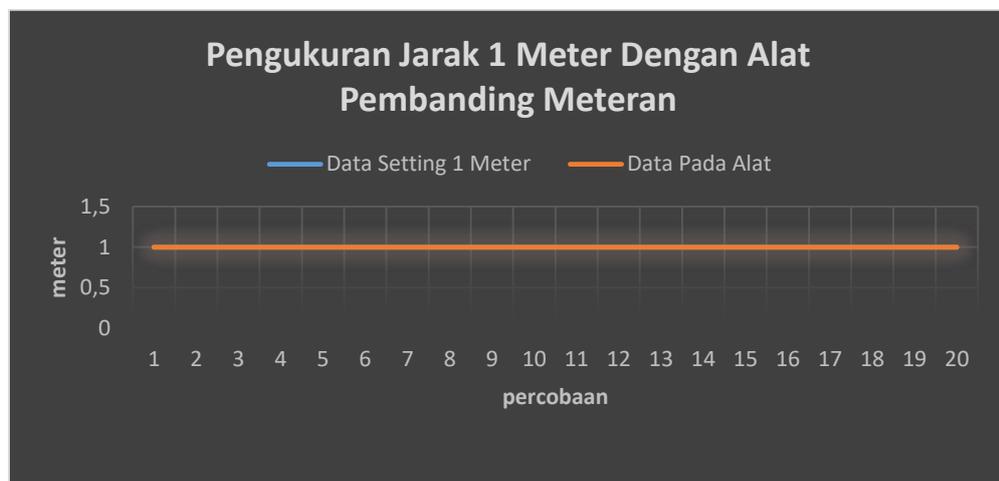
Maka ;

$$U_a = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_a = \frac{0}{\sqrt{20}} \quad U_a = 0$$

4.7.9. Grafik Pengukuran Jarak 1 Meter Dengan Alat Pemanding Meteran

Gambar 4.4. dibawah ini merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada sensor jarak *ultrasonic* HC-SR04 dengan alat pemanding meteran pada jarak ukur 1 meter.



Gambar 4.4. Grafik Pengukuran Jarak 1 meter

Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan nilai yang *liner* dan sesuai dengan data *setting* dari alat pemanding. Untuk hasil pengukuran tidak didapat selisih maupun *error*.

4.7.10. Pengukuran Jarak 1,5 Meter Dengan Alat Pemanding Meteran

Tabel 4.4. dibawah ini merupakan hasil pengukuran sensor jarak *ultrasonic* HCSRO4 selama 1 menit pada jarak 1,5 meter dari objek ukur yang dibandingkan dengan alat ukur meteran dengan mendapat data sebagai berikut:

Tabel 4.4. Pengukuran jarak 1,5 meter selama 1 menit dengan alat pembanding

No	Waktu (menit)	Jarak <i>setting</i> pada alat pembanding meteran (meter)	Jarak terbaca pada alat tugas akhir (meter)
1	01:00	1,5	1,5
2	01:00	1,5	1,5
3	01:00	1,5	1,5
4	01:00	1,5	1,5
5	01:00	1,5	1,5
6	01:00	1,5	1,5
7	01:00	1,5	1,5
8	01:00	1,5	1,5
9	01:00	1,5	1,5
10	01:00	1,5	1,5
11	01:00	1,5	1,5
12	01:00	1,5	1,5
13	01:00	1,5	1,5
14	01:00	1,5	1,5
15	01:00	1,5	1,5
16	01:00	1,5	1,5
17	01:00	1,5	1,5
18	01:00	1,5	1,5
19	01:00	1,5	1,5
20	01:00	1,5	1,5

4.7.11. Analisa Pengukuran Jarak 1,5 Meter Dengan Alat Pemanding

Meteran

a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$\sum Xi$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data (1,2,3,...,n)

Maka ;

$$(\bar{X}) = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ meter}$$

b. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata–rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = \bar{X} - Y$$

Dimana :

Y = jarak *setting* pemanding

\bar{X} = rerata alat

Maka ;

$$\text{Simpangan} = X_n - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 1,5 - 1,5$$

$$\text{Simpangan} = 0$$

c. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{DataSeting} - \text{Re rata}}{\text{Datasetting}} \right) \times 100\%$$

Maka ;

$$\text{Error\%} = \left(\frac{1,5 - 1,5}{1,5} \right) \times 100\% = 0\%$$

d. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

maka ;

$$SD = \sqrt{\frac{(1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2 + (1,5-1,5)^2}{(20-1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0}{19}} = 0$$

e. Ketidakpastian (Ua)

Ketidak pastian adalah kesangsaan yang muncul pada tiap hasil. Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

STDV = *Standar Deviasi*

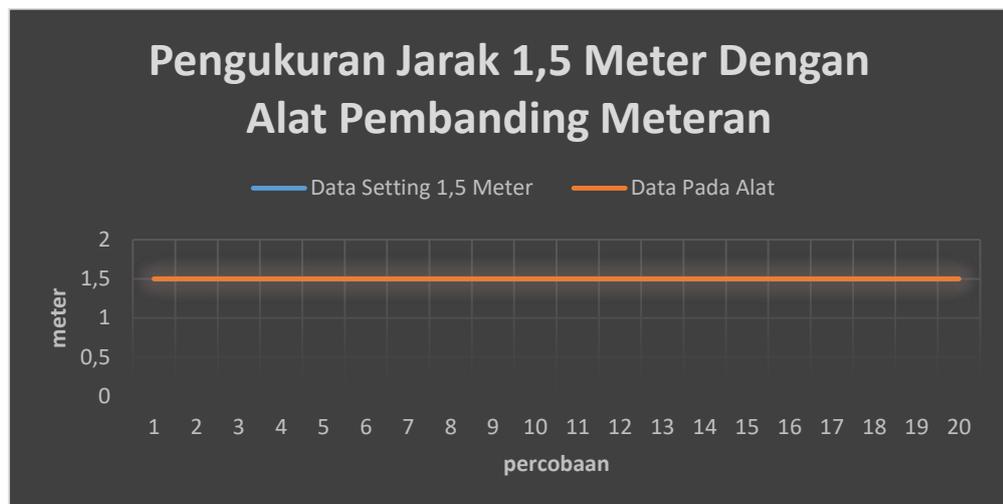
n = banyaknya dat

Maka ;

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}} \quad Ua = \frac{0}{\sqrt{20}} \quad Ua = 0$$

4.7.12. Grafik Pengukuran Jarak 1,5 Meter Dengan Alat Pemanding Meteran

Gambar 4.5. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada sensor jarak *ultrasonic* HCSR04 dengan alat pemanding meteran pada jarak ukur 1,5 meter.



Gamabar 4.5. Grafik Pengukuran Jarak 1,5

Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan mengalami pengukuran yang *linear* dari alat pemanding dengan alat.

4.7.13. Pengukuran *Timer* Pada Alat Dengan Alat Pemanding *Stopowatch*

Tabel di bawah ini adalah hasil pengukuran waktu pada modul yang di bandingkan dengan alat pemanding *stopwatch* dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.5. Pengukuran *timer* dengan *stopowatch* 1 menit

No	Waktu terbaca pada Alat pemanding stopwatch (menit)	Waktu terbaca pada alat tugas akhir (menit)
1	01:00	01:00
2	01:00	01:00
3	01:00	01:00

4	01:00	01:00
5	01:00	01:00
6	01:00	01:00
7	01:00	01:00
8	01:00	01:00
9	01:00	01:00
10	01:00	01:00
11	01:00	01:00
12	01:00	01:00
13	01:00	01:00
14	01:00	01:00
15	01:00	01:00
16	01:00	01:00
17	01:00	01:00
18	01:00	01:00
19	01:00	01:00
20	01:00	01:00

4.7.14. Analisa Pengukuran *Timer* Dengan Alat Pembeding *Stopwatch*

a. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$\sum X_i$ = Jumlah nilai data

N = Banyak data (1,2,3,...,n)

Maka ;

$$(\bar{X}) = \frac{20}{20} = 1 \text{ menit}$$

b. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = \bar{X} - Y$$

Dimana :

Y = *stopwatch setting*

\bar{X} = rerata data

Maka ;

$$\text{Simpangan} = X_n - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 1 - 1$$

$$\text{Simpangan} = 0$$

c. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{DataSetting} - \text{Rerata}}{\text{DataSetting}} \right) \times 100\%$$

Maka ;

$$Error \% = \left(\frac{01,00 - 01,00}{01,00} \right) \times 100\% = 0 \%$$

d. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *meannya*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

Maka ;

$$SD = \sqrt{\frac{(01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2 + (01.00 - 01.00)^2}{(20 - 1)}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0}{19}} = 0$$

e. Ketidakpastian (U_a)

Ketidakpastian adalah kesangsian yang muncul pada tiap hasil. Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}}$$

Dimana :

STDV = *Standar Deviasi*

n = banyaknya data

Maka ;

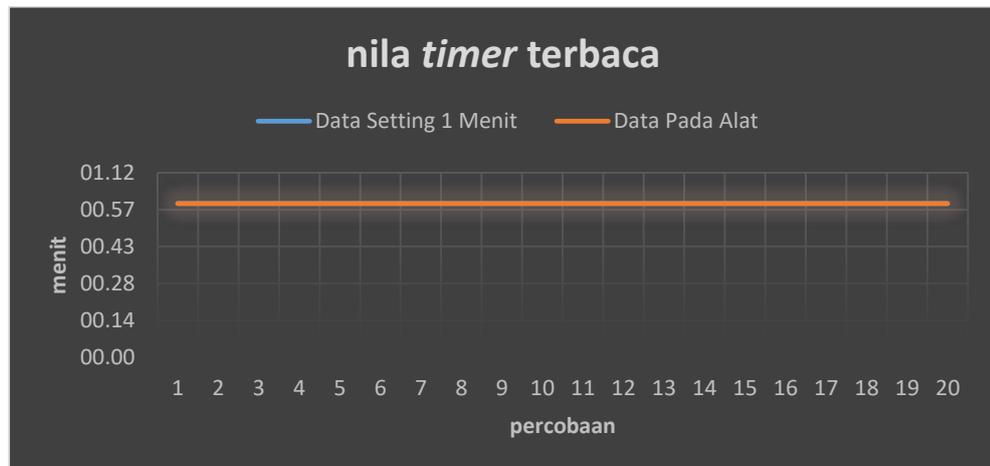
$$U_a = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_a = \frac{0}{\sqrt{20}}$$

$$U_a = 0$$

4.7.15. Grafik pengukuran *timer* 1 menit dengan alat pembanding *stopwatch*

Pada grafik hasil pengukuran ini, nilai pengukuran pada *timer* dengan seting *timer* 1 menit. grafik dari hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.6. di bawah ini.



Gambar 4.6. Grafik pengukuran *Timer* degan *Stopwatch* 1 menit

Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan mengalami pengukuran yang *linear* dengan alat ukur *stopwatch*.

