

WATERBATH BERBASIS ARDUINO UNO

Sri Sarna, ST,MT

Teknik Elektro, Universitas Sawerigading Makassar, Makassar, Indonesia–srisarna34@gmail.com

Abstrak

Waterbath merupakan satu dari beberapa alat yang termasuk dalam alat laboratorium yang berfungsi untuk menghasilkan suhu air dalam kondisi tertentu yang konstan selama waktu yang telah ditentukan. Dalam aplikasinya di laboratorium, waterbath biasanya digunakan untuk proses pemanasan dengan suhu yang relatif rendah 37°C sampai 40°C, menguapkan zat atau larutan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi, untuk inkubasi pada analisis mikrobiologi, untuk melebur basis, menguapkan ekstrak, dan pemanasan untuk mempercepat kelarutan. Prinsip dari alat water bath adalah memanfaatkan umpan balik dari sensor suhu untuk menjaga kestabilan suhu.

Kata Kunci : Waterbath, Suhu air, Pemanasan

I. PENDAHULUAN

Alat kesehatan di dalam penggunaannya kepada penderita baik yang langsung maupun tidak langsung tujuan akhirnya adalah untuk menyelamatkan jiwa manusia. Kelancaran dan keamanan pengoperasian merupakan hal yang mutlak perlu pada peralatan kesehatan. Untuk itu semua peralatan kesehatan yang menyangkut pelayanan kesehatan kepada manusia atau penderita perlu dipertahankan keandalan. Permasalahan yang sering ditemui saat ini yaitu peralatan yang mempunyai keluaran tidak tepat, sehingga akan menyebabkan kurang tepatnya hasil pembacaan sensor. Peralatan kesehatan yang telah dipergunakan dalam kurun waktu tertentu dan tidak pernah dilakukan pemeliharaan, sehingga menyebabkan turunnya tingkat keandalan peralatan, keamanan tidak terjamin dan kondisi fisik alat tidak terkontrol.

Waterbath adalah salah satu alat laboratorium yang sering digunakan untuk membantu dalam menjaga kestabilan suhu suatu sampel dengan menggunakan media air yang di panaskan secara merata sesuai dengan kebutuhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waterbath

Water bath merupakan satu dari beberapa alat yang termasuk dalam alat laboratorium yang berfungsi untuk menghasilkan suhu air dalam kondisi tertentu yang konstan selama waktu yang telah ditentukan. Dalam aplikasinya di laboratorium, *water bath* biasanya digunakan untuk proses pemanasan dengan suhu yang relatif rendah 37°C sampai 40°C, menguapkan zat atau larutan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi, untuk inkubasi pada analisis mikrobiologi, untuk melebur basis, menguapkan ekstrak, dan pemanasan untuk mempercepat kelarutan.

Dalam penggunaannya alat *water bath* selain digunakan di laboratorium rumah sakit, alat *water bath* juga banyak digunakan diberbagai bidang untuk berbagai tujuan, beberapa industri yang sering menggunakan *water bath* adalah laboratorium pendidikan, klinis laboratorium, penelitian laboratorium, laboratorium teknologi pangan, dan air limbah laboratorium.

Prinsip dari alat *water bath* adalah memanfaatkan umpan balik dari sensor suhu untuk menjaga kestabilan suhu. Setelah alat *water bath* dihidupkan, *heater* akan memanaskan air sampai suhu air naik dan sesuai dengan suhu yang kita pilih, *heater* akan berhenti memanaskan air, hanya sesekali *heater* akan bekerja untuk menjaga kestabilan suhu.

2.2 Komponen Dasar

2.2.1 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai.

Arduino Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur

Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial.Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU.



Gambar 1 Arduino Uno

Tabel 1. Ringkasan Spesifikasi

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-11 Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50Ma
Arus DC ketika 3.3V	50Ma
Memori flash	32 KB (ATmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan clock	16 Hz

a. Sumber Daya / Power

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal.Sumber daya dipilih secara otomatis.Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau

baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik board. Baterai dapat dimasukkan pada pin header Gnd dan Vin dari konektor daya.

Pin listrik yang tersedia adalah sebagai berikut:

- VIN. Input tegangan ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal. Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika Anda ingin memasok tegangan melalui colokan listrik, gunakan pin ini.
- 5V. Pin ini merupakan output 5V yang telah diatur oleh regulator papan Arduino. Board dapat diaktifkan dengan daya, baik dari colokan listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau pin VIN board (7-12V). Jika Anda memasukan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung (tanpa melewati regulator) dapat merusak papan Arduino. Penulis tidak menyarankan itu.
- Tegangan pada pin 3V3. 3.3Volt dihasilkan oleh regulator on-board. Menyediakan arus maksimum 50 mA.
- GND. Pin Ground.
- IOREF. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi ketika mikrokontroler beroperasi. Sebuah shield yang dikonfigurasi dengan benar dapat membaca pin tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja dengan 5V atau 3.3V.

a. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega328 juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan / library EEPROM).

b. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Mereka beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin

dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (terputus secara default) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi spesial:

- Serial: pin 0 (RX) dan 1 (TX) Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung dengan pin ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: Pin 2 dan 3 dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah (low value), rising atau falling edge, atau perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk rinciannya.
- PWM: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 Menyediakan 8-bit PWM dengan fungsi `analogWrite()`
- SPI: pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan perpustakaan SPI
- LED: pin 13. Built-in LED terhubung ke pin digital 13. LED akan menyala ketika diberi nilai HIGH.

2.2.2 Lcd 2 X 16 Character

Hampir semua LCD module adalah standart, termasuk urutan kaki dan cara pemogramannya meskipun dengan model dan dari pabrik yang berbeda, Variabel resistor (potensiometer) “Contras” digunakan untuk mengukur gelap terang tulisan atau sudut pandang penglihatan. Bila LCD yang digunakan tanpa Black Light, dioda IN 400 1 tidak perlu dipasang.



Gambar 2. Modul LCD Karakter 2x16

Tabel 2. Fungsi kaki LCD

No Kaki	Fungsi
1	Supply 0 V(GND)
2	Supply 5 V
3	Supply LCD Driver (untuk CONTRAS)
4	RS=Register select (H=Data, L=Intruksi)
5	R/W (H=Read, L=Write)
6	E=Enable, (L=Enable)
7 s/d 14	Data bus (D0 s/d D7)
15	Positif Back light supply
16	Negative Back light supply

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW:

2.2.3 Heater

1. Komponen yang digunakan adalah heater basah yang berfungsi untuk memanaskan air, dimana komponen ini mengubah energi listrik menjadi energi panas. Apabila relay bekerja maka heater ini akan bekerja memanaskan media air.
2. Panas yang dihasilkan oleh heater ini merupakan salah satu bentuk dari energi kalor. Makin besar tegangan dan arus serta waktu pada heater yang digunakan, maka akan semakin banyak kalor yang diberikan kepada ruangan dan akan menghasilkan kenaikan suhu yang lebih besar dan begitu juga sebaliknya, dapat diketahui oleh faktor tegangan, arus dan waktu.
3. Usaha W yang dilakukan untuk memanaskan ruangan oleh heater dapat dirumuskan sbb:

$$W = V.I.T$$

Dimana : W = Usaha (joule)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (Ampere)

T = Waktu (detik)

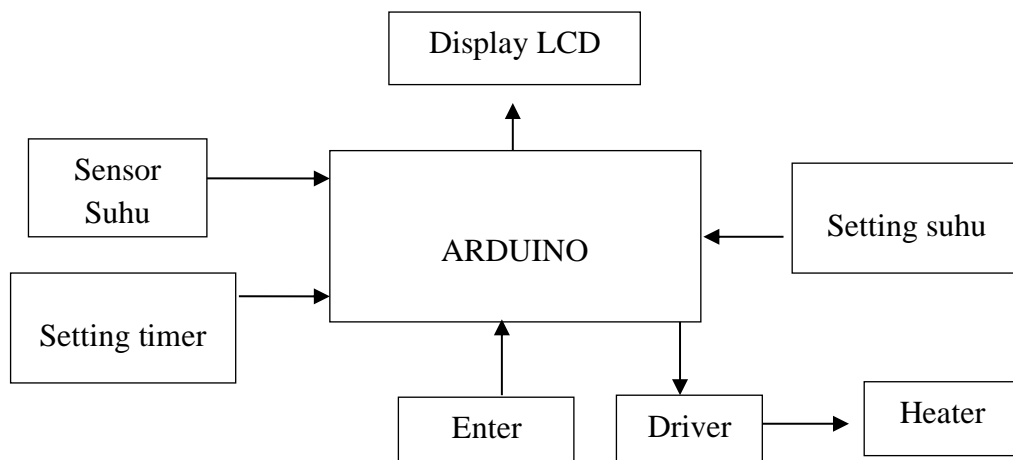
Bisa saja energi yang diberikan (W) dibuat dalam satuan kalori, dimana satu joule = 0,24 kalori.

Pada rumus diatas dapat diketahui bahwa panas yang dihasilkan sebanding dengan daya dan waktu pemanas yang digunakan dari daya itu sendiri akan sebanding dengan perkalian tegangan arus.

4. Pemanas ini akan bekerja terus sesuai settingan dari IC mikro hingga mencapai panas yang dibutuhkan. Dalam mencapai panas dikontrol oleh sebuah relay dan transistor melalui komparator yang ada dalam IC mikrokontroler dimana pemanas ini akan berhenti bekerja apabila suhu tercapai.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Keterangan gambar :

- Setting suhu : Berfungsi untuk mengatur berapa suhu yang kita butuhkan untuk melakukan pemanasan..
- Sensor suhu : Berfungsi untuk mendeteksi besarnya suhu.
- Arduino : Berfungsi sebagai pengontrol utama.
- Display LCD : Sebagai tampilan.
- Driver : Berfungsi sebagai pemicu heater aktif

- Heater : Berfungsi sebagai pemanas.

3.1.1 Cara Kerja Diagram Blok Sistem

Pada saat power supply di On kan maka tegangan masuk ke seluruh rangkaian. Suhu disetting sesuai dengan yang diinginkan. Selanjutnya sensor suhu akan bekerja mendeteksi suhu. Output dari sensor suhu masuk kerangkaian ADC Arduino yang mana fungsinya mengubah tegangan analog menjadi digital. Kemudian data suhu diproses oleh mikrokontroler sehingga nilai dari suhu air tersebut tampil di LCD. Heater juga akan berhenti bekerja apabila suhu air telah sama dengan suhu setting dan akan bekerja kembali apabila suhu air lebih rendah dari suhu setting.

3.1.2 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian dan pembuatan modul ini penulis terlebih dahulu mengadakan persiapan untuk kelancaran jalannya proses pembuatan dan pengamatan yang meliputi:

1. Mempelajari tentang cara kerjarancang bangun alat Water Bath berbasis arduino uno.
2. Mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas melalui studi kepustakaan.
3. Mengadakan survey untuk mendapatkan komponen utama dan mendata harga komponen.
4. Mempelajari dan merancang teknis pembuatan modul.
5. Membuat blok diagram dan flow chart sebagai urutan cara kerja alat.
6. Menyipkan seluruh bahan berupa komponen, box dan peralatan yang diperlukan dalam pembuatan modul.
7. Membuat jadwal kegiatan untuk mengatur waktu pembuatan modul.

3.1.3 Jenis Penelitian

Penelitian dan pembuatan modul ini dengan menggunakan jenis penelitian terapan yang artinya meneliti, mencari, menjelaskan, membuat suatu instrument di mana instrument ini dapat langsung dipegunakan oleh konsumen.

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel Bebas

Sebagai variabel bebas adalah Arduino Uno karena program ini tidak tergantung dan tidak dikontrol oleh rangkaian lain.

3.2.2. Variabel Tergantung

Sebagai Variabel tergantung yaitu sebagai pendeteksi waterbath berbasis arduino uno

3.3.3. Variabel Terkendali

Variabel terkendali yaitu Arduino Uno

IV. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Pengujian dan Pengukuran Modul

Membuat modul maka perlu diadakan pengujian dan pengukuran. Untuk itu penulis mengadakan pendataan melalui proses pengukuran dan pengujian. Tujuan dari pengukuran dan pengujian adalah untuk mengetahui ketepatan dari pembuatan modul yang penulis lakukan atau untuk memastikan apakah masing-masing bagian (komponen) dari rangkaian modul yang dimaksud telah bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah kita rencanakan.

Langkah – langkah pengukuran dan pengujian modul ini dapat di uraikan sebagai berikut :

1. Menyiapkan peralatan yang di butuhkan terutama alat ukur .
2. Menyiapkan table untuk mencatat hasil pengukuran .
3. Melakukan pengecekan terhadap masing – masing jalur rangkaian pada PCB tentang ketepatan komponen koneksi pin – pin pada IC.
4. Menguji alat dengan mengadakan pengukuran terhadap output masing-masing bagian (Test Point) sesuai pengukuran yang telah kita tentukan.
5. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel yang telah kita sediakan.
6. Melakukan pengujian alat ke pasien secara langsung.
7. Melakukan perhitungan terhadap hasil pengukuran untuk mengetahui tingkat eror , simpangan ,rata-rata dan standart devisi .

4.2. Sistematika Pengukuran

Pengukuran waktu pada alat ini perlu dilakukan beberapa kali dalam melakukan percobaan. Hal ini pengukuran pada alat water bath yang mana dilakukan pengamatan beberapa kali dengan melakukan percobaan.

Data – data dari pengamatan tadi dicari beberapa nilai Simpangan, standart Deviasi, Error dan Ketidak Pastian dengan rumus sebagai berikut :

4.2.1 Simpangan (Error)

Adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

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

4.2.2 % Error

Adalah selisih dari rata – rata nilai dari harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur.

$$\% \text{ Error} = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\%$$

4.2.3 Standard Devisia (SD)

Adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran standard penyimpangan dari rata-rata. Jika standard devisia semakin kecil maka data tersebut semakin presisi.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

4.2.4 Ketidak Pastian (Ua)

Adalah perkiraan mengenai tentang hasil pengukuran yang didalamnya terdapat harga yang benar .

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

Keterangan :

X = Nilai data

x = Rata – rata nilai data

N = Jumlah data

X_n = Nilai data sebenarnya.

4.3. Hasil Pengukuran Waktu Pada Alat Waterbath

Setelah alat ini di buat , maka di lakukan pengukuran pada beberapa test point yang telah di tentukan , yaitu sebagai berikut :

Tabel 6..Hasil pengukuran waktu pada alat (untuk waktu yang disetting 37° Celcius)

Pengukuran Ke	Data ukur (Termometer) X	Selisih pengukuran $X - \bar{X}$	Data ukur (Termometer) $(X - \bar{X})^2$
1	37	-0,04	0,0016
2	37,1	0,06	0,0036
3	37	-0,04	0,0016
4	37	-0,04	0,0016
5	37,1	0,06	0,0036
185,2	$\bar{X} = 37,04$		$\Sigma = 0,0024$

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}} & \text{Ketidak Pastian} &= \frac{\text{SD}}{\sqrt{N}} & \text{Simpangan} &= X_n - \bar{X} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0024}}{5-1} & &= \frac{0,055}{\sqrt{5}} & &= 37 - 37,04 \\
 &= \frac{\sqrt{0,049}}{4} & &= 0,055 & &= - 0,04 \\
 &= 0,055 & &= 0,024 & \text{\% Error} &= \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\% \\
 & & & & &= \frac{-0,04}{37} \times 100\% \\
 & & & & &= - 0,11 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 7. .Hasil pengukuran waktu terapi pada alat (untuk waktu yang disetting 38° Celcius)

Pengukuran Ke	Data ukur (Termometer) X	Selisih pengukuran X - \bar{X}	Data ukur (Termometer) (X - \bar{X}) ²
1	38	-0,04	0,0016
2	38,1	0,06	0,0036
3	38	-0,04	0,0016
4	38,1	0,06	0,0036
5	38	-0,04	0,0016
190,2	$\bar{X} = 38,04$		$\Sigma = 0,0024$

$$\begin{aligned}
 SD &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}} & \text{Ketidak Pastian} &= \frac{SD}{\sqrt{N}} & \text{Simpangan} &= X_n - \bar{X} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0024}}{5-1} & &= \frac{0,055}{\sqrt{5}} & &= 38 - 38,04 \\
 &= \frac{\sqrt{0,049}}{4} & &= 0,055 & &= - 0,04 \\
 &= 0,055 & &= 0,024 & \text{\% Error} &= \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\% \\
 & & & & &= \frac{-0,04}{38} \times 100\% \\
 & & & & &= - 0,10 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Hasil pengukuran waktu terapi pada alat (untuk waktu yang disetting 39⁰ Celcius)

Pengukuran Ke	Data ukur (Termometer) X	Selisih pengukuran X - \bar{X}	Data ukur (Termometer) (X - \bar{X}) ²
1	39	0,04	0,0016
2	39,1	0,06	0,0036

3	39	0,04	0,0016
4	39,1	0,06	0,003
5	39	0,04	0,0016
195,2	$\bar{X} = 39,04$		$\Sigma = 0,0024$

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}} \quad \text{Ketidak Pastian} = \frac{\text{SD}}{\sqrt{N}} \quad \text{Simpangan} = X_n - \bar{X} \\
 &= \sqrt{\frac{0,0024}{5-1}} \quad = \frac{0,055}{\sqrt{5}} \quad = 39 - 39,04 \\
 &= \sqrt{0,049} \quad = 0,055 \quad \% \text{ Error} = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\% \\
 &= 0,055 \quad = 0,024 \quad = \frac{-0,04}{39} \times 100\% \\
 & \quad \quad \quad = -0,10 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil pengukuran waktu terapi pada alat (untuk waktu yang disetting 40⁰ Celcius)

Pengukuran Ke	Data ukur (Termometer) X	Selisih pengukuran X - \bar{X}	Data ukur (Termometer) (X - \bar{X})²
1	40	-0,04	0,0016
2	40,1	0,06	0,0036
3	40	-0,04	0,0016
4	40	-0,04	0,0016
5	40,1	0,06	0,0036

200,2	$\bar{X} = 40,04$		$\sum = 0,0024$
-------	-------------------	--	-----------------

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}} & \text{Ketidak Pastian} &= \frac{\text{SD}}{\sqrt{N}} & \text{Simpangan} &= X_n - \bar{X} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0024}}{5-1} & &= \frac{0,055}{\sqrt{5}} & &= 40 - 40,04 \\
 &= \frac{\sqrt{0,049}}{4} & &= 0,055 & &= -0,04 \\
 &= 0,055 & &= 0,024 & \text{\% Error} &= \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\% \\
 & & & & &= \frac{-0,04}{40} \times 100\% \\
 & & & & &= -0,1\%
 \end{aligned}$$

4.4. Nilai rata – rata Alat waterbath Berbasis Arduino uno

4.4.1 Standar Devisia

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,055 + 0,055 + 0,055 + 0,055}{4} \\
 &= \frac{0,22}{4} \\
 &= 0,055
 \end{aligned}$$

4.4.2 Ketidak Pastian

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,0024 + 0,0024 + 0,0024 + 0,0024}{4} \\
 &= \frac{0,0096}{4}
 \end{aligned}$$

$$= 0,0024$$

4.4.3 Simpangan

$$= \frac{(-0,04) + (-0,04) + (-0,04) + (-0,04)}{4}$$

$$= -0,16$$

$$\frac{-0,16}{4}$$

$$= -0,04$$

4.4.4 Error

$$= \frac{(-0,11) + (-0,10) + (-0,10) + (-0,1)}{4}$$

$$= -0,41$$

$$\frac{-0,41}{4}$$

$$= -0,1025 \%$$

4.5. Analisa Data

Dari hasil pengukuran dan perhitungan bahwa Terapi Ion Elektrik Berbasis Arduino Uno mempunyai rata –rata Standar Devisia, Ketidak Pastian, Error adalah sebagai berikut :

- ∞ Standar Devisia : 0,055
- ∞ Ketidakpastian : 0,0024
- ∞ Simpangan : - 0,04
- ∞ Error : - 0,1025%

Setelah di dapat rata – rata kesalahan maka alat tersebut sesuai dengan data - data di atas bahwa presentase < 5 % . (kurang dari 5 %) maka alat tersebut dapat digunakan sebagai alat pemanas dan sesuai dengan yang diharapkan.

V.PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses perencanaan, pembuatan, percobaan, pengujian alat dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Telah dibuat Rangkaian Arduino dan di lengkapi rangkaian Driver.
2. Dari hasil pengujian,pada alat Waterbath ini memiliki tingkat error - 0,1025% yang artinya $< 5\%$ (kurang dari 5 persen) yang di izinkan untuk alat Waterbath , maka alat tersebut dapat di gunakan sebagai alat Pemanas dan sesuai dengan yang di harapkan .
3. Dari hasil pengujian alat , alat Waterbath ini mempunyai suhu yaitu $37^0 - 40^0$ Celcius. Yang artinya telah sesuai dengan yang di harapkan

5.2 Saran

Selaian itu penulis memberikan saran yang berhubungan dengan pembuatan alat Waterbath Berbasis Arduino Uno yaitu:

- 5.2.1 Dalam pembuatan modul ini hendaknya diperlukan perencanaan yang matang untuk menghindari pembengkakan dana.
- 5.2.2 Menyempurnakan tampilan suhu dengan memperbaiki program yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2006. *Arduino Datasheet*. Atmel Corporation. San Jose. California. USA
- Bolton, W. 2006.*Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*.Erlangga. Jakarta
- Brian, S. 2006. *Biotechnology Science 101*. Greenwood Publishing Group. New York
- Dwinata, A. 2008. *Rancang Bangun Progamable Shaking Umum Waterbath.Instrumentasi Elektronika dan Industri*.UI. Depok
- Guntara, F. 2014. *Rancang Bangun Prototipe SPBU-MINI Berbasis Mikrokontroller ATmega 8535 dengan Keluaran Berdasarkan Nilai Masukan Dalam Rupiah*. Skripsi. Jurusan Fisika. UNAND. Padang
- Kadir, A. 2015. *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Media Kom. Yogyakarta

- Khairani, R. 2015. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Solution Shaking Berbasis Mikrokontroller AT89S51 dengan Motor Stepper Sebagai Penggerak*. Jurnal Fisika UNAND. Vol 7. No.1. Jur Fisika Unand.
- Kurniawati, J. 2006. *Rancang Bangun Waterbath Menggunakan Mikrokontroller AT89C51*. Teknik Elektro, UNEJ, Jember
- Mandayatma, E. 2009. *Waterbath dengan Kontrol Logika Fuzzy untuk Proses Gnogenesis dalam Upaya Meningkatkan Produksi Benih Ikan Mas (Cyprinus Carpio)*. Jurnal Seminar Nasioanal Elekctrical. Informatics and It's Education.
- Sudjaji. 2005. *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*. Graha Ilmu. Jakarta