

Rancang Bangun *Waterbath* Dilengkapi Pemantauan Distribusi Suhu

(Parameter Monitor Distribusi Suhu dan *Safety Control*)

Nur Inayati Khoiron, Dyah Titisari, Lamidi

Department of Electromedical Engineering Poltekkes/Kemenkes Surabaya
Surabaya, Indonesia

nurinayatikhiron24@gmail.com, ti2_sari@yahoo.com, justlamidi@yahoo.co.id

Abstrak— *Waterbath* merupakan peralatan laboratorium yang digunakan untuk inkubasi sampel melalui media air atau cairan khusus yang bisa mempertahankan suhu pada kondisi tertentu selama selang waktu yang ditentukan. Untuk memaksimalkan kinerja *waterbath*, perlu adanya indikator deteksi level air sebagai pengaman volume air agar *heater* tidak sampai rusak dan *safety control* yang bertujuan agar suhu di dalam *waterbath* tidak melebihi suhu yang telah ditetapkan serta adanya sistem monitor suhu yang digunakan untuk memastikan bahwa suhu terdistribusi secara merata. Modul ini menggunakan *thermostat* dan level air sebagai *safety control*. Sensor level air digunakan sebagai deteksi level air dengan indikator LED. Penulis menggunakan *microcontroller arduino uno* sebagai pengendali sistem *safety heater* berupa level air serta monitor distribusi suhu. Hasil data pengukuran suhu *waterbath* didapatkan nilai error paling besar pada titik 1 sebesar 1,51% pada suhu 37°C, pada titik 2 sebesar 1,36% pada suhu 37°C, pada titik 3 sebesar 1,12% pada suhu 37°C, pada titik 4 sebesar 1,81% pada suhu 37°C. Nilai tersebut masih di bawah batas toleransi error sebesar 5%. Nilai error terendah pada setiap titik sensor adalah saat suhu setting 60°C. Hal itu dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *setting* lama sehingga pembacaan sensor suhu DS18B20 semakin konstant dan tepat.

Kata kunci : Distribusi Suhu, DS18B20, *Safety Control*, *Waterbath*

I. PENDAHULUAN

Waterbath merupakan alat yang fungsi utamanya adalah untuk menciptakan suhu yang konstan dan digunakan untuk inkubasi pada analisis mikrobiologi [1]. *Waterbath* bekerja dengan cara memanaskan air dengan *heater* sampai suhu air naik dan sesuai dengan suhu yang kita pilih, *heater* akan berhenti memanaskan air ketika waktu yang telah ditentukan telah tercapai [2]. Pada penelitian sebelumnya alat *waterbath* yang sudah pernah dibuat masih memiliki rentang suhu yang tidak terlalu tinggi yaitu hanya pada 30°C - 40°, masih terbatas pada satu sampel, kurangnya *system safety* pada alat, belum dilengkapi dengan indikator deteksi level sebagai pengaman volume air agar *heater* tidak sampai rusak, tidak adanya pembuangan sehingga dalam hal ini mempersulit user ketika akan melakukan pembuangan sisa inkubasi, serta tidak adanya sistem monitor suhu yang digunakan untuk memastikan bahwa suhu terdistribusi secara merata dititik-titik tertentu.

Pada tahun 2011 modul *waterbath* pernah dibuat oleh Tsalist Agus Salim dengan judul “*Modifikasi Waterbath Merk Memmert Berbasis Mikrokontroler AT89S51*”, *waterbath* ini hanya dirancang untuk *system control* waktu dan suhu [3]. Pada tahun 2011, modul *waterbath* dibuat oleh Catur Andreas. *Waterbath* tersebut dapat melakukan pengisian dan pengosongan air di dalam *chamber* secara otomatis sesuai dengan indikator level air, suhu alat tersebut adalah 30°C - 40°C. Kekurangan dari modul tersebut adalah pada pemilihan

suhu yang hanya berkisar antara 30°C - 40°C, sehingga analisis tidak dapat memilih suhu yang lebih tinggi dari pada suhu tersebut [4]. Pada tahun 2014, modul *waterbath* dibuat oleh Carina Febriana dengan judul “*Modifikasi Waterbath Berbasis Digital Dengan Pemilihan Waktu*”, modul ini dirancang hanya terbatas pada satu sampel saja, sehingga untuk sampel lainnya tidak bisa dilakukan pada modul ini [5]. Pada tahun 2015, modul *waterbath* dibuat oleh Ani Maulidia dengan judul “*Waterbath Dilengkapi dengan Safety Control dan Indikator Level Air Berbasis Arduino*”. Kekurangan dari modul ini yaitu kontrol suhu yang tidak stabil yaitu control on-off sehingga terjadi over load suhu [6].

Berdasarkan identifikasi masalah diatas penulis ingin membuat alat “Rancang Bangun *Waterbath* Dilengkapi dengan Monitor Distribusi Suhu”. Dibuatnya alat ini diharapkan dapat memaksimalkan kinerja dari *waterbath* dan memastikan bahwa suhu terdistribusi secara merata pada titik-titik tertentu.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini diaplikasikan pada incubasi sample pada laboratorium klinik. Pengambilan data dari modul yang telah dibuat kemudian hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan alat standar yaitu *thermometer* untuk suhu air dalam *waterbath* dan penggaris untuk level air. Pengukuran pada kalibrasi dilakukan sebanyak enam kali dalam percobaan dan dicari nilai rata-rata dan errornya..

1) *Alat dan Bahan*

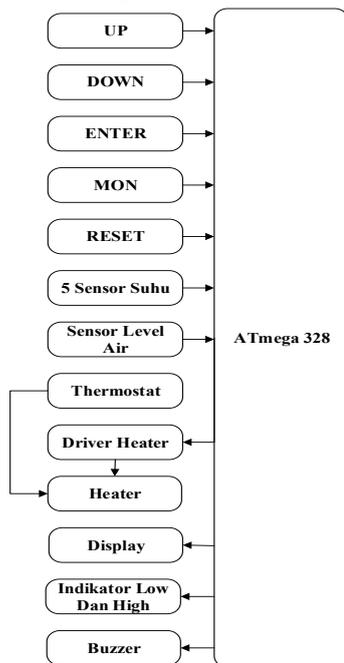
Penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk monitor distribusi suhu dan sensor level air dan *thermostat* untuk *safety control*. Sensor DS18B20 diletakkan pada perpotongan diagonal sisi-sisi chamber dan sensor level air diletakkan pada 3 cm diatas heater untuk level air *low* dan 4 cm dari tutup atas chamber untuk level air *high*. Komponen yang digunakan menggunakan Aduino Uno sebagai *Microcontroller* untuk pengolahan pembacaan suhu, pengatur level air yang terhubung dengan LED dan menampilkan di display LCD untuk pembacaan suhu dan deteksi level airnya.

2) *Rancangan Penelitian*

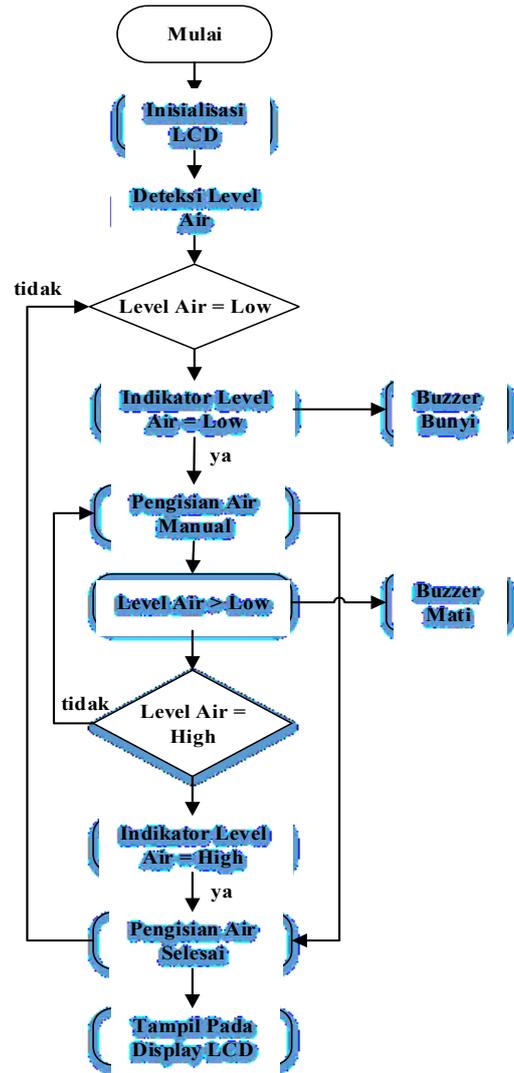
Pada penelitian ini peneliti melakukan pembuatan modul *waterbath* dilengkapi monitor distribusi suhu dan *safety control*. Hasil pengolahan data suhu dan deteksi level air ditampilkan pada LCD *character*. Peneliti melakukan beberapa pengujian diantaranya :

- Pengujian sistem kerja *safety control* yang berupa thermostat terhadap respon suhu pada air dalam *chamber* untuk mematikan sistem kerja alat.
- Pengujian deteksi level air dengan memberikan air pada *chamber* sesuai tinggi yang sudah ditentukan sebelumnya apakah sudah sesuai atau belum.
- Perbandingan hasil ukur sensor suhu di setiap titik pada *chamber* modul dengan alat perbandingan yang berupa *thermometer* digital.

B. *Blok Diagram dan Diagram Alir*



Gambar 1. Blok Diagram Rancang Bangun Alat Waterbath Dilengkapi Monitor Distribusi Suhu (Parameter Monitor Distribusi Suhu dan Safety Control)



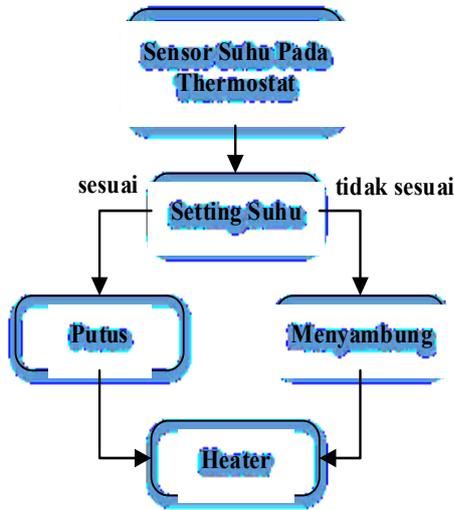
Gambar 2. Diagram Alir Pembacaan Level Air

Alur pembacaan level air dimulai dari pembacaan data analog yang diterima oleh arduino yang kemudian dioutputkan dalam bentuk logika pada indikator LED, logika pada bunyi buzzer dan tampilan perintah pada display LCD.



Gambar 3. Diagram Alir Pembacaan Suhu Pada 4 Titik

Alur pembacaan suhu dimulai setelah setting yang telah dilakukan dengan pembacaan data digital dari sensor DS18B20. Data digital yang diperoleh diolah untuk didapatkan nilai suhu pada masing-masing titik kemudian ditampilkan pada display LCD.

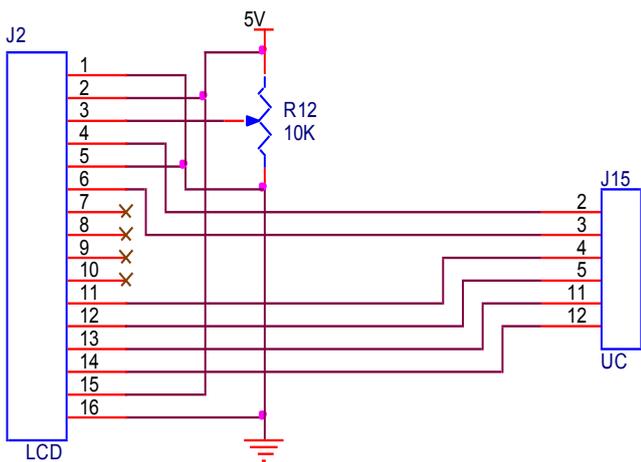


Gambar 4. Diagram Alir Safety Control

Alur safety control dimulai dari pembacaan suhu oleh thermostat sesuai setting yang telah dilakukan. Thermostat akan memutus blok rangkaian AC yang terhubung pada heater untuk safety heater dari panas yang berlebih yang dihasilkan sesuai setting thermostat.

C. Rangkaian

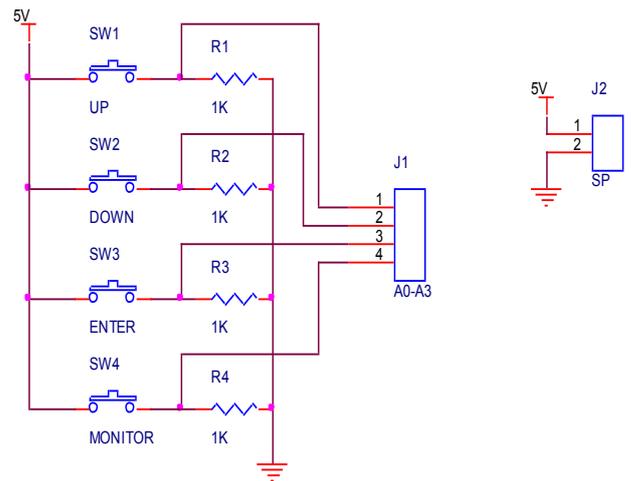
1) Rangkaian LCD



Gambar 5. Rangkaian LCD

Rangkaian LCD diatas bekerja dengan system pengolahan data yang dihasilkan Arduino untuk ditampilkan ke display LCD. Pembagian tegangan diberikan untuk mengatur kontras yang ada pada display LCD. Display LCD yang digunakan dengan ukuran 20x4.

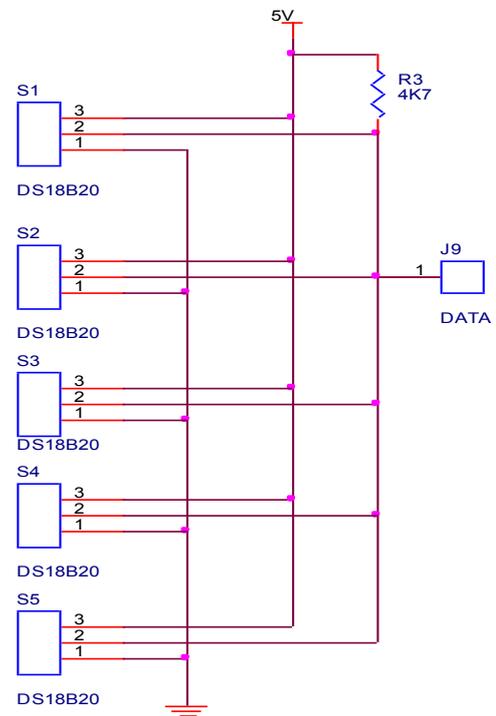
2) Rangkaian Setting



Gambar 6. Rangkaian Setting

Rangkaian setting berfungsi sebagai pengatur saat proses penyettingan suhu dan waktu yang diinginkan serta untuk perintah monitor penampilan suhu pada 4 titik di chamber. Rangkaian setting menggunakan tombol dengan resistor pull up yang nantinya akan masuk ke port Arduino.

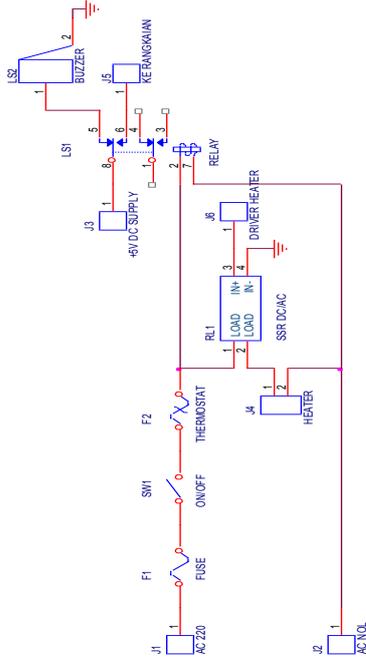
3) Rangkaian Sensor Suhu DS18B20



Gambar 7. Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Rangkaian sensor DS18B20 terdiri dari sensor DS18B20 yang kaki bagian datanya terdapat resistor sebesar 4K7 ohm sebagai pull up terhadap data digital yang dikirimkan sensor melewati kaki pin 7 pada arduino.

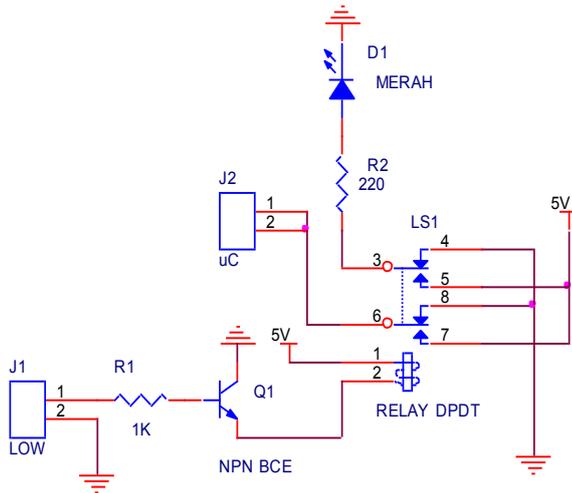
4) Rangkaian Safety Control



Gambar 8. Rangkaian Safety Control

Rangkaian *safety control* berfungsi sebagai sistem pengaman suhu yang menggunakan *thermostat* dan *buzzer* yang akan berbunyi bila suhu mencapai batas settingan atau *thermostat* bekerja.

5) Rangkaian Level Air



Gambar 9. Rangkaian Level Air

Rangkaian level air berfungsi sebagai sistem deteksi ketinggian air dalam *chamber waterbath*. Rangkaian ini menggunakan driver transistor NPN sebagai pengatur logika yang akan mengaktifkan relay, lampu LED yang akan menyala sebagai tanda level air tercapai dan akan terhubung ke salah satu pin arduino untuk memproses perintah selanjutnya.

III. HASIL DAN ANALISIS

Pada penelitian ini telah dilakukan perbandingan hasil data dengan alat pembanding yang telah ditentukan, analisis perbandingan antar sensor pada setiap setting suhu dan hasil pengujian level air.

1) Hasil Pengujian Safety Control

TABEL I. TABEL HASIL PENGUJIAN SAFETY CONTROL

Kadaan	Tegangan Pada Heater	Tegangan Rangkaian Keseluruhan
Safety control bekerja	0 Volt AC	0 Volt DC
Safety control tidak bekerja	220 Volt AC	5 Volt DC

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa ketika *safety control* bekerja dapat mematikan *heater* dengan memutus tegangan AC yang masuk ke *heater* dan memutus tegangan DC yang terhubung pada rangkaian keseluruhan.

2) Hasil Pengujian Level Air

```

int levlowx = 0;
int levhighx = 0;

void setup()
{
    pinMode(levlow,INPUT);
    pinMode(levhigh,INPUT);
    ...
    ceklevel();
}

void ceklevel(){
    levlowx = digitalRead(levlow);
    levhighx = digitalRead(levhigh);

    if(levlowx == 0){
        digitalWrite(buzzer,LOW);
    }

    if(levlowx == 1){
        digitalWrite(buzzer,HIGH);
    }

    if(levhighx == 1){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        return;
    }
}
    
```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SENSOR1 = ");
lcd.print(levlowx);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SENSOR2 = ");
lcd.print(levhighx);

ceklevel();
}
    
```

Listing program pembacaan level air pada arduino dimulai dari pembacaan input logika yang masuk ke arduino. Pada listing program di atas menggunakan sistem logika and dimana proses akan berlanjut apabila sensor low dan high terpenuhi.

TABEL II. TABEL HASIL PENGUJIAN LEVEL AIR

Kondisi	Tegangan (Volt)
Tercelup	1 Volt DC
Tidak Tercelup	0,01 Volt DC

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa ketika sensor level air belum tercelup maka driver transistor NPN tidak aktif dan saat tercelup akan mengkatifkan driver transistor NPN dan rangkaian level air akan bekerja.

3) Hasil Perbandingan Modul dengan Alat Perbandingan

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
OneWire sh(suhu_kaki);
DallasTemperature sensors(&sh);
#define suhu_kaki 7
float suhu1;
float suhu2;
float suhu3;
float suhu4;
float suhu5;

void loop()
{
    ambilsuhu();
}

void ambilsuhu(){
    sensors.requestTemperatures();
    suhu1 = sensors.getTempCByIndex(2);
    suhu2 = sensors.getTempCByIndex(1);
    suhu3 = sensors.getTempCByIndex(4);
    suhu4 = sensors.getTempCByIndex(3);
    suhu5 = sensors.getTempCByIndex(0);
}
    
```

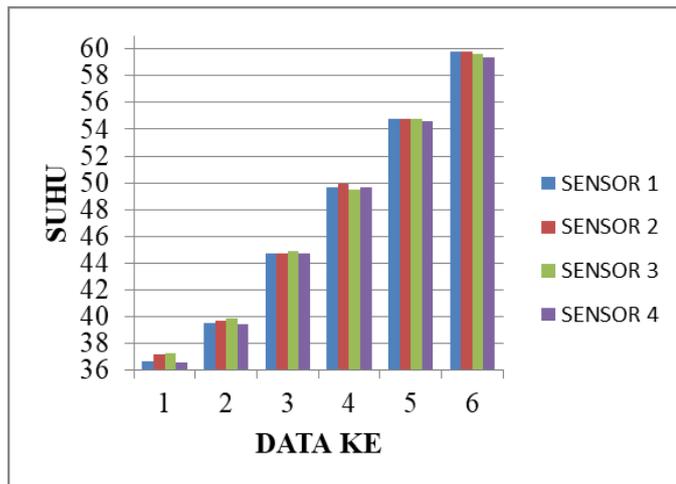
Listing program pembacaan suhu pada arduino dimulai dari pembacaan sinyal digital melalui pin 7. Pada listing program di atas menggunakan sistem pengambilan suhu yang sudah terdapat pada library arduino.

TABEL III. TABEL HASIL PEMBANDINGAN MODUL DENGAN ALAT PEMBANDING

Titik Sensor Ke	Set Point (°C)	Rata-rata Alat (°C)	Error (%)
1	37	36,64	1,51
	40	39,48	1,31
	45	44,76	1,17
	50	49,65	0,77
	55	54,76	0,58
	60	59,83	0,19
2	37	37,19	1,36
	40	39,72	0,91
	45	44,74	0,70
	50	49,89	0,64
	55	54,81	0,37
	60	59,84	0,15
3	37	37,26	1,12
	40	39,88	1,01
	45	44,86	0,98
	50	49,52	0,82
	55	54,75	0,88
	60	59,65	0,43
4	37	36,54	1,81
	40	39,41	1,24
	45	44,76	1,28
	50	49,68	0,54
	55	54,62	0,64
	60	59,39	0,54

Pengambilan data perbandingan dilakukan dengan membandingkan modul dengan alat perbandingan (Termometer Digital) yang dilakukan pada 6 setting yang berbeda. Rata-rata error tertinggi terdapat pada setting 37°C yaitu sebesar 1,51% pada titik sensor 1, 1,36% pada titik sensor 2, pada titik sensor 3 sebesar 1,12%, dan pada titik sensor 4 sebesar 1,81%.

4) Analisis Perbandingan Antar Sensor pada Setiap Setting Suhu



Gambar 10. Grafik Perbandingan Antar Sensor

Grafik hasil yang ditunjukkan pada perbandingan antar sensor menunjukkan persebaran suhu pada chamber di 4 titik yang terbaca dari sensor sudah lumayan merata jika dibandingkan dengan pengukuran pembanding dimana pembanding yang digunakan adalah *thermometer digital*. Pada pembacaan suhu di 4 titik ini waktu responnya agak lama dikarenakan media perambatan kalor (panas) yang digunakan yaitu air dengan volume yang lumayan banyak yaitu sebesar 15 liter dan penampang pelindung dari sensor yang digunakan memiliki ukuran yang berbeda sehingga respon pembacaan juga berbeda.

IV. DISKUSI

Setelah dilakukan perbandingan hasil antara modul dan alat ukur pembanding didapatkan *error* terbesar pada titik sensor 1 sebesar 1,51% pada suhu 37°C, pada titik 2 sebesar 1,36% pada suhu 37°C, pada titik 3 sebesar 1,12% pada suhu 37°C, pada titik 4 sebesar 1,81% pada suhu 37°C. Nilai tersebut masih di bawah batas toleransi error sebesar 5%. Distribusi suhu yang dihasilkan sudah sesuai dan merata pada *chamber waterbath*. Hasil pengujian kerja *thermostat* menunjukkan bahwa *thermostat* akan berkerja mematikan sistem kerja *waterbath* sesuai dengan setting suhu pada *thermostat*. Hasil pengujian level air yang akan bekerja apabila air sudah memenuhi syarat tinggi air yang diisi dalam *chamber* sehingga proses pengaturan suhu dan waktu dapat dilakukan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *safety control* yang berupa *thermostat* sangat dibutuhkan pada keamanan sistem pada *waterbath* agar suhu pada air dalam *chamber* tidak *overheat* sehingga suhu yang telah disetting tetap terjaga dan tidak melebihi *limit* atau batas yang telah ditentukan. Selain *thermostat* terdapat sensor level air yang digunakan untuk *safety heater* sehingga *life time* dari *heater* dapat terjaga dan tahan lama. Sensor level air juga digunakan untuk memastikan

bahwa sampel pada tabung reaksi terendam dengan media air sehingga sistem tidak dapat disetting apabila air tidak mencapai batas yang diinginkan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa distribusi suhu telah tercapai dengan memberikan *difusing tray* sebagai penyebaran panasnya dimana distribusi suhu sendiri diperlukan untuk memastikan bahwa semua sampel telah mendapat panas sesuai setting suhu yang ditentukan dari memonitor 4 titik pada *chamber* yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sipakainga, "Ilmu Analisis Waterbath" 2014, Kementerian Kesehatan Indonesia.
- [2] Adam Muantar, "Waterbath" 2015. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/presentation/359532270/Waterbath-Adam-Muamar-Tem-2015-Pptx>.
- [3] T. Agus Salim, "Modifikasi Waterbath Merk Memmert Berbasis Mikrokontroler At89s51," Jurnal Teknokes, Surabaya, 2011.
- [4] T. Andreas, "Waterbath Dengan Sistem Kontrol Suhu On-Off Dilengkapi Timer Dan Sistem Pengisian Air Otomatis Berdasarkan Deteksi Level Air Berbasis Mikrokontroler At89s51," Jurnal Teknokes, Surabaya, 2011.
- [5] C. Febriana, "Modifikasi Waterbath Berbasis Digital Dengan Pemilihan Waktu," Jurnal Teknokes, Surabaya, 2014.
- [6] A. Maulidia, "Waterbath Dilengkapi Dengan Safety Control Dan Indikator Level Air Berbasis Arduino," Jurnal Teknokes, Surabaya, 2015.