

**SHAKING WATER BATH BERBASIS  
MIKROKONTROLER ATMEGA16  
(LABORATORIUM)**

**NASKAH PUBLIKASI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat D3  
Program Studi D3 Teknik Elektromedik**



**Oleh :**

**SUMARDI**

**20163010045**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK  
PROGRAM VOKASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2019**

## SHAKING WATER BATH BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Sumardi<sup>1</sup>, Wisnu Kartika<sup>1</sup>, Bambang Utara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183

Telp. (0274) 387656 Ext.265, Fax. (0274) 387646

<sup>2</sup>RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta

[sumardi.2016@vokasi.umy.ac.id](mailto:sumardi.2016@vokasi.umy.ac.id), [wisnu2007@umy.ac.id](mailto:wisnu2007@umy.ac.id)

### INTISARI

*Shaking Water Bath* merupakan alat yang digunakan untuk proses pemanasan atau inkubasi sampel larutan sekaligus pencampuran. *Shaking Water Bath* yang digunakan selama ini masih memiliki sistem pembuangan air yang manual sehingga petugas harus membalik alat untuk membuang air dan ada kemungkinan petugas terkena air panas, oleh karena itu dirancang alat *Shaking Water Bath* yang dapat melakukan pengisian dan pembuangan air secara otomatis. Perancangan alat ini menggunakan *heater* basah sebagai pemanas air pada *chamber* dan suhu pada *chamber* akan dideteksi oleh sensor LM35. Nilai suhu yang dideteksi oleh sensor LM35 akan ditampilkan pada LCD karakter 4x20. Alat yang dirancang ini juga dilengkapi dengan sistem pengisian dan pembuangan air secara otomatis melalui *solenoid valve* yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang ditampilkan pada LCD dengan alat ukur *stopwatch* untuk parameter timer dan termometer untuk parameter suhu. Pengambilan data untuk timer dan suhu dilakukan sebanyak 20 kali dan pengujian pencampuran dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan bahan yang berbeda. Berdasarkan hasil pengukuran pada pengujian timer dan suhu didapat nilai eror sebesar 0,017% pada pengujian timer 5 menit, 0,22% pada timer 10 menit, 0,13% pada timer 15 menit, 0,38% pada pengujian suhu 37 °C, 0,22% pada suhu 45 °C, dan 0,37% pada suhu 55 °C. Hasil pengujian pencampuran dan pembuangan air didapat bahwa alat dapat melakukan pencampuran 2 bahan dan alat dapat melakukan pembuangan air secara otomatis sesuai setingan pada program. Berdasarkan data hasil pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa alat “*Shaking Water Bath*” ini dapat bekerja dengan baik dan layak untuk digunakan.

---

**Kata kunci:** *shaking water bath*, suhu, pembuangan dan pengisian air otomatis

### 1. PENDAHULUAN

Hematologi adalah cabang ilmu kedokteran yang mempelajari kondisi normal dan patologis darah yang meliputi struktur darah, komponen darah, fungsi darah dan pembuluh darah. Pemeriksaan hematologi adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui keadaan darah dan komponen-komponennya. Selain itu, dapat juga dilakukan pemeriksaan *Activated Partial Thromboplastin Time (APTT)*, *Plasma Thromboplastin Time (PTT)*, dan *International Normalizer Ratio (INR)* yang bertujuan untuk menilai pembekuan darah dan gangguannya[1].

Alat yang ada di laboratorium hematologi untuk proses pencampuran sampel antara lain magnetik stirer, *incubator shaker*, *roler mixer*, dan *shaking water bath*. Pemeriksaan PT, APTT dan INR pada laboratorium Hematologi dapat diproses menggunakan alat *incubator shaker* atau *shaking water bath* dengan sampel yang digunakan berupa plasma, yaitu bagian cairan darah yang berwarna kekuningan[1].

*Shaking water bath* merupakan alat untuk menghasilkan suhu air yang konstan selama waktu yang telah ditentukan dan ditambahkan fungsi penggerak untuk menggoyang sample, sehingga memberikan aspek metabolisme mikroba. Secara umum berdasar suhu lingkungan tempatnya hidup mikroba dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu *Psikrofil* yang dapat hidup pada suhu 0 °C – 25 °C, *Mesofil* yang dapat hidup pada suhu 20 °C – 50 °C, dan *Termofil* yang dapat hidup pada suhu 45 °C – 80 °C[2]. Sehingga dalam aplikasinya di laboratorium, *water bath* biasanya digunakan untuk proses pemanasan sampel dengan suhu yang relatif rendah 30 °C sampai 80 °C.

Alat *shaking water bath* tidak banyak diproduksi di Indonesia, sehingga untuk keperluan laboratorium di Indonesia alat *shaking water bath* dibeli ke luar negeri (Jerman, Amerika dan China)[3]. Alat yang harus beli dari luar negeri ini mengakibatkan ketersediaan alat di beberapa laboratorium Indonesia sangat minim.

Akibat minimnya alat *shaking water bath* di laboratorium Indonesia, sehingga beberapa peneliti

mengembangkan alat *water bath* di antaranya Ahmad amir amzaili, membuat *water bath* dengan kontrol pembuangan air otomatis. Peneliti ini hanya mengontrol suhu pada alat *water bath* dan alat yang dirancang belum memiliki *shaking*[4].

Pada tahun 2015 Ridha Khairani Program Studi Fisika Pascasarjana FMIPA Universitas Andalas melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Sistem Kontrol *Solution Shaker* Berbasis Mikrokontroler At89S51 Dengan Motor *Steper* Sebagai Penggerak. Pada rancang bangun ini bertujuan mencampur larutan di laboratorium menggunakan sebuah wadah dari akrilik yang digerakan kekanan dan kekiri menggunakan motor *stepper*, sehingga larutan akan tercampur. Pada alat ini kecepatan putaran motornya tidak bisa diatur, hanya konstan saja[3].

Pada tahun 2016 telah dilakukan penelitian oleh Agus Prihartono dan Dwi Larassati Puslit Metrologi LIPI, Tangerang, Banten dengan judul Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis *Water Bath* untuk Kalibrasi Suhu. Tujuan pembuatan alat ini *output* dari suhu *water bath* digunakan untuk kalibrasi suhu termometer yang dapat dijalankan secara otomatis. Namun pada alat ini untuk pembuangan air pada *water bath* masih dilakukan manual[5].

Pada tahun 2017 Khairiati dan Wildian jurusan Fisika, Universitas Andalas melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun *Shaking Water Bath* Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. Rancangan alat ini dibuat dengan harga murah dan dapat mengontrol suhu, waktu dan laju putaran motor. Rancangan alat ini dibuat menggunakan motor AC yang dilengkapi dengan sensor temperatur dan elemen pemanas air. Namun rancangan alat ini untuk pembuangan air pada *water bath* masih dilakukan secara manual belum otomatis[6].

Pada tahun 2018 Irfan Sandy jurusan Teknik Elektromedik Poltekes Kemenkes Jakarta II membuat Rancang Bangun *Inkubator Shaker* berbasis Arduino. Alat yang dirancang digunakan untuk mempertahankan kondisi darah dengan menstabilkan suhu dan gerakan agar sampel (darah) tidak mengalami penggumpalan dan pembekuan. Agar darah tidak rusak, maka suhu pada darah harus stabil 37 °C sesuai suhu tubuh manusia normal. Untuk kecepatan motor *inkubator shaker* yang dirancang terdiri dari tiga kecepatan yaitu : rendah 100rpm, sedang 200rpm, dan tinggi 300rpm. Untuk suhu pada alat yang dirancang ini tidak bisa dirubah sesuai keinginan, hanya berfokus pada suhu 37 °C[7].

Pembuangan air secara manual pada *water bath* dirasa kurang efektif dan bisa menimbulkan resiko bagi petugasnya. Saat membuang atau menguras air pada *water bath* yang kondisi airnya masih panas bisa mengakibatkan petugasnya ketumpahan air panas tersebut, dan jika harus menunggu air didalam *water bath* dingin membutuhkan waktu yang lama dan kurang efektif. Oleh karena itu perlu dibuatkan pembuangan air secara otomatis agar lebih efektif dan

untuk menghindari resiko pada petugas sehingga lebih aman.

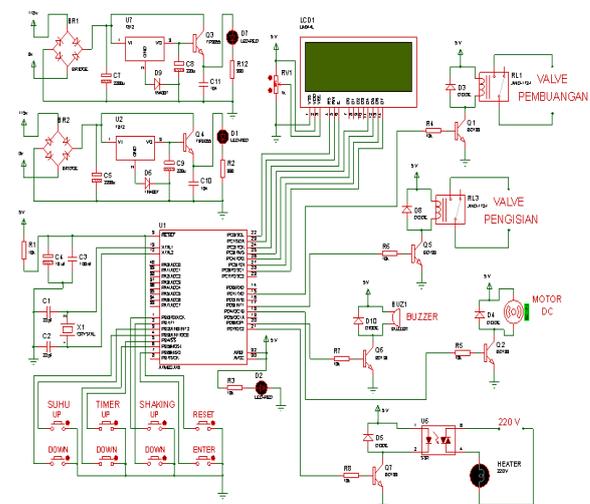
Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan diatas, maka dalam tugas akhir ini penulis merancang alat *shaking water bath* yang dapat mengontrol suhu, mengontrol waktu dan pilihan laju *shaking*. Rancangan alat ini dibuat menggunakan motor DC (*Direct Current*) yang dilengkapi dengan sensor temperatur, dan elemen pemanas air. Penggunaan motor DC dikarenakan motor DC sebagai pengendali kecepatan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Agar pengguna tidak kerepotan mengisi dan membuang air pada *water bath*, maka di alat ini juga dilengkapi sistem pengisian dan pembuangan air secara otomatis dengan memanfaatkan kerja *valve* yang dikontrol oleh mikrokontroler.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *hardware*, perancangan *software*, Perancangan *desain* alat, dan pengambilan data pengujian alat.

### 2.1 Perancangan Hardware

Pada perancangan alat, dibuatlah sebuah skematik rangkaian elektronika secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Rangkaian Keseluruhan *shaking water bath*

*Power supply* akan *menyupply* tegangan ke mikrokontroler dan ke semua rangkaian *driver*. Rangkaian *push button* digunakan sebagai tombol *control* pengaturan suhu, timer, putaran motor dan *start* serta untuk mereset proses bekerjanya alat. Mikrokontroler akan memproses semua pengaturan yang dimasukan oleh pengguna alat. Setelah semua pengaturan diproses, maka akan diteruskan ke *driver*.

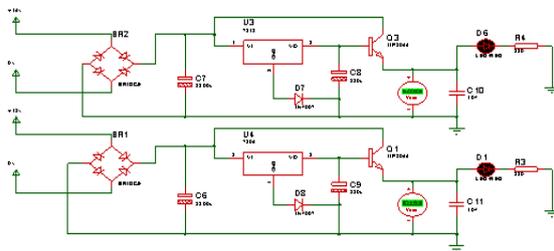
*Driver valve* tersambung ke PIN D1 dan D3 sebagai pengendali *valve* pembuangan dan pengisian air. *Driver heater* tersambung ke PIN D7 sebagai pengendali *heater* untuk memanaskan air. *Driver motor*

tersambung ke PIN D4 sebagai pengendali motor untuk menggoyang sampel. *Driver buzzer* tersambung ke PIN D6 sebagai pengendali *buzzer* untuk memberi tanda bahwa proses selesai.

### 2.1.1 Pembahasan Catu Daya

Catu daya merupakan sebuah *supply* listrik yang digunakan untuk menyalakan sebuah peralatan elektronik. Tanpa catu daya peralatan elektronik tidak akan bisa digunakan, pada perancangan alat ini digunakan tegangan PLN 220V AC yang nantinya akan diturunkan dan disearahkan pada rangkaian *power supply*. Pada rangkaian *power supply* ini menggunakan beberapa komponen antara lain trafo *step down* CT, 2 buah *diode bridge* 2 A, 2 buah kapaitor 220  $\mu$ F, 2 buah kapasitor 2200  $\mu$ F, dan 1 buah IC *regulator* 7805 dan 7812 untuk menghasilkan keluaran 5 V DC dan 12 V DC, serta 2 buah LED sebagai lampu indikator.

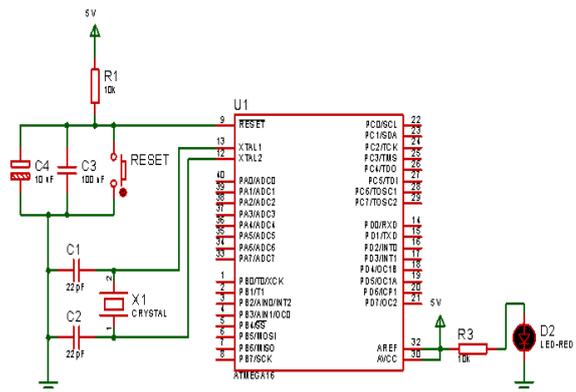
Adapun komponen *diode bridge* berfungsi untuk menyearahkan tegangan listrik yang nantinya akan di teruskan pada komponen kapasitor yang berfungsi sebagai *isolator*, dan adapun komponen IC *regulator* 7805 yang berfungsi untuk mempertahankan suatu tegangan pada *level* tertentu secara otomatis sehingga akan menghasilkan pengeluaran tegangan sebesar 5V DC yang nantinya akan di salurkan pada rangkaian minimum sistem dan rangkaian *buzzer*, sedangkan 7812 digunakan untuk menghidupkan *valve* dan motor DC. Skematik *power supply* alat ini bisa dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Rangkaian Power Supply

### 2.1.2 Pembahasan Minimum Sistem Atmega 8

Minimum sistem merupakan pusat pengendali yang akan mengontrol kerja setiap blok *hardware* yang terintegrasi pada minimum sistem tersebut. Minimum sistem bisa dikatakan sebuah otak dalam suatu alat, dimana tanpa otak alat tidak bisa bekerja. Dengan adanya minimum sistem ini suatu sistem kendali dapat tercipta dengan *simple* dan efisien karena sistem kendali dirancang dengan bahasa pemrograman yang ditanam dalam IC Atmega16. Pada perancangan alat ini menggunakan basis mikrokontroler Atmega16, adapun rangkaian skematik minimum sistem Atmega16 ditunjukkan pada Gambar 2.3 di bawah ini.

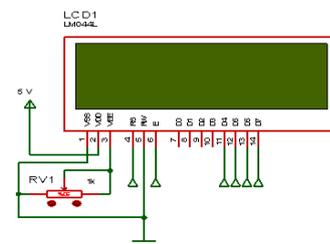


Gambar 2.3 Rangkaian Minimum Sistem

Minimum sistem dibuat menggunakan IC mikrokontroler Atmega16 dengan *Cristal* 12 MHz. Untuk mengaktifkan Mikrokontroler ATmega 16 maka perlu diberikan tegangan catu daya + 5 V DC pada pin 30 dan pemberian tegangan nol (*ground*) pada pin 11. Disamping itu diperlukan juga pengaktifan *osilator internal* yang terdapat pada mikrokontroler Atmega16. Untuk mengaktifkan *osilator internal* tersebut dalam perancangan ini digunakan kristal 12 MHz untuk memperoleh kecepatan pelaksanaan instruksi per-siklus sebesar 12 MHz.

### 2.1.3 Pembahasan Rangkaian LCD 4x20

Pada rancangan alat ini menggunakan *display* LCD karakter 4x20, adapun rangkaian skematik LCD *display* ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



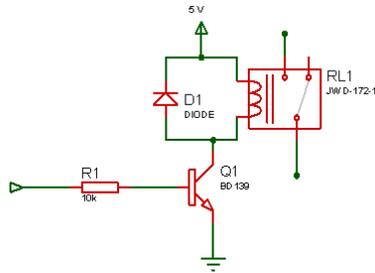
Gambar 2.4 Rangkaian LCD 4x20

LCD pada pembuatan alat ini digunakan untuk menampilkan hasil setingan yang dimasukkan dan waktu prosesnya alat berlangsung. LCD nantinya akan dapat menampilkan *display* karena mendapatkan perintah sesuai dengan perintah program yang sudah ditanamkan pada mikrokontroler. Dengan memandang kebutuhan yang ada pada penelitian, maka penulis menggunakan LCD karakter yang berukuran 4x20 yang nantinya akan terhubung keseluruhan *PORTC* pada minimum sistem.

### 2.1.4 Pembahasan Rangkaian Driver Valve

Pada alat ini menggunakan rangkaian *driver valve* sebagai pengontrol *valve*, *valve* ini digunakan untuk membuang dan mengisi air pada *chamber*.

Adapun rangkaian skematik *driver valve* ditunjukkan pada Gambar. 2.5 di bawah ini.

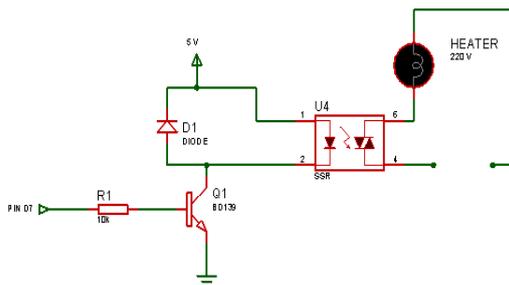


Gambar 2.5 Rangkaian *driver valve*

Prinsip kerja dari *driver valve* menggunakan relay sebagai pensaklar untuk memutus dan menyambung tegangan 12V DC (*Volt Direct Current*) yang akan *disupply* ke *valve* 12V DC. Selain menggunakan relay, pada rangkaian *driver* ini juga menggunakan transistor jenis NPN yang berfungsi untuk memutus dan menyambung *ground* yang akan diloloskan ke relay, sehingga bekerjanya relay bergantung pada transistor. Jika basis pada transistor mendapatkan tegangan 5V DC dari kaki PD 1 atau PD 3 mikrokontroler melewati resistor 10 kilo ohm maka *ground* akan diloloskan dari kaki kolektor ke emitor yang kemudian diteruskan ke relay sehingga relay bekerja. Dengan bekerjanya relay, tegangan 12V DC akan diloloskan ke *valve* sehingga *valve* bekerja.

### 2.1.5 Pembahasan Rangkaian *Driver Heater*

Pada alat ini menggunakan rangkaian *driver heater* sebagai pengontrol *heater* sebagai penghasil panas. Adapun rangkaian skematik *driver heater* ditunjukkan pada Gambar. 2.6 di bawah ini.



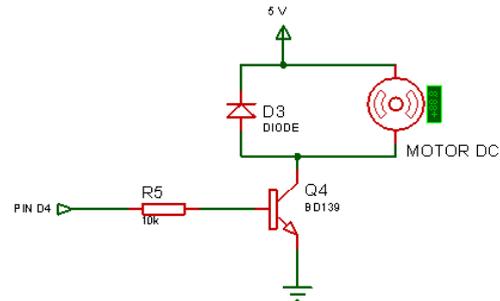
Gambar 2.6 Rangkaian *driver heater*

Prinsip kerja dari *driver heater* menggunakan SSR (*Solid State Relay*) sebagai pensaklar untuk memutus dan menyambung tegangan 220V AC (*Volt Alternating Current*) yang akan *disupply* ke *heater*. Selain menggunakan SSR, pada rangkaian *driver* ini juga menggunakan transistor jenis NPN yang berfungsi untuk memutus dan menyambung *ground* yang akan diloloskan ke SSR, sehingga bekerjanya SSR bergantung pada transistor. Jika basis pada transistor mendapatkan tegangan 5V DC (*Volt Direct Current*)

dari kaki PD 7 mikrokontroler melewati resistor 10 kilo ohm maka *ground* akan diloloskan dari kaki kolektor ke emitor yang kemudian diteruskan ke SSR sehingga SSR bekerja. Dengan bekerjanya SSR, tegangan 220V AC akan diloloskan ke *heater* sehingga *heater* bekerja.

### 2.1.6 Pembahasan Rangkaian *Driver Motor*

Pada alat ini menggunakan rangkaian *driver motor* sebagai pengontrol motor sebagai penggerak sistem *shaking*. Adapun rangkaian skematik *driver motor* ditunjukkan pada Gambar. 2.7 di bawah ini.

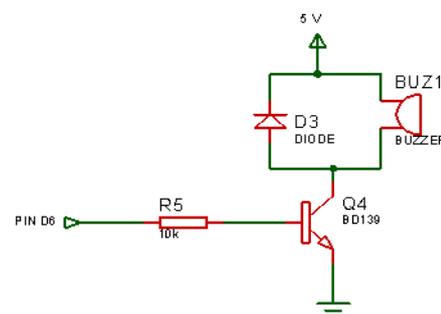


Gambar 2.7 Rangkaian *driver motor*

Prinsip kerja dari *driver motor* menggunakan transistor jenis NPN yang berfungsi untuk memutus dan menyambung *ground* yang akan diloloskan ke motor, sehingga bekerjanya motor bergantung pada transistor. Jika basis pada transistor mendapatkan tegangan 5V DC (*Volt Direct Current*) dari kaki PD 4 mikrokontroler melewati resistor 10 kilo ohm maka *ground* akan diloloskan dari kaki kolektor ke emitor yang kemudian diteruskan ke motor sehingga motor bekerja.

### 2.1.7 Pembahasan Rangkaian *Driver Buzzer*

Alat ini dirancang dengan penambahan *Buzzer*. Adapun rangkaian skematik dari *buzzer* ditunjukkan pada Gambar 2.8 di bawah ini.



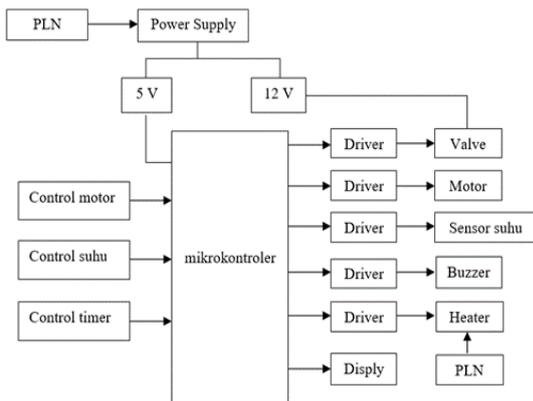
Gambar 2.8 Rangkaian *Driver Buzzer*

Prinsip kerja dari *driver buzzer* menggunakan transistor jenis NPN yang berfungsi untuk memutus dan menyambung *ground* yang akan diloloskan ke *buzzer*, sehingga bekerjanya *buzzer* bergantung pada transistor. Jika basis pada transistor mendapatkan tegangan 5V DC (*Volt Direct Current*) dari kaki PD 6 mikrokontroler melewati resistor 10 kilo ohm maka *ground* akan

diloloskan dari kaki kolektor ke emitor yang kemudian diteruskan ke *buzzer* sehingga *buzzer* bekerja.

## 2.2 Perancangan Software

*Shaking Water Bath* tersusun dari beberapa rangkaian elektronik yang saling terintegrasi sehingga menciptakan suatu alat yang kompleks dan dapat berfungsi sebagai mestinya. Adapun blok diagram yang digunakan untuk menciptakan alat *Shaking Water Bath* ini ditunjukkan pada Gambar 2.9 di bawah ini.

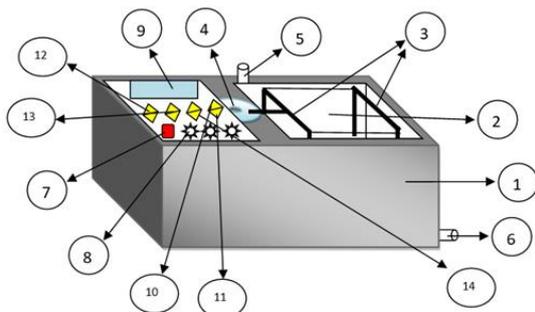


Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2.9 blok diagram di atas dapat diketahui cara kerja alat sebagai berikut, ketika tombol *power* ditekan ON maka tegangan PLN akan menyuplay *power supply* dan *heater*. *Power supply* kemudian menyuplay tegangan ke semua rangkaian. Kontrol motor digunakan untuk mengontrol kecepatan motor untuk menggoyang larutan. Kontrol suhu digunakan untuk mengatur suhu air pada *camber water bath*. Kontrol timer digunakan untuk mengatur lamanya waktu selama proses berlangsung. Semua hasil setingan akan ditampilkan pada display LCD. Ketika timer habis maka motor akan berhenti bekerja, proses selesai dan *buzzer* berbunyi.

## 2.3 Perancangan Desain Alat

Desain bentuk alat yang dirancang oleh penulis ditunjukkan pada Gambar 2.10 Diagram Mekanis di bawah ini.



Gambar 2.10 Desain Alat *Shaking Water Bath*

Keterangan :

1. Body *water bath*
2. Chamber
3. Papan sampel (bisa bergerak kekanan dan kekiri)
4. Piringan motor, untuk menggetarkan papan sampel
5. Pipa air masuk
6. Pipa air keluar
7. Saklar *power*
8. Lampu indikator
9. Display LCD
10. Tombol *start*
11. Tombol *enter*
12. Tombol *up / down*, untuk setingan suhu
13. Tombol *up / down*, untuk setingan timer/waktu
14. Tombol *up / down*, untuk setingan *shaking*

## 2.4 Pengambilan Data

Metode pengujian dilakukan dengan cara membandingkan parameter timer dan suhu yang tertampil pada LCD alat yang dirancang dengan *stopwatch* untuk parameter timer dan termometer untuk parameter suhu. Kemudian dari hasil yang didapat dihitung nilai rata-rata beserta nilai eror nya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data yang diperoleh dari pengukuran timer dan suhu dengan cara membandingkan parameter timer dan suhu yang tertampil pada LCD alat yang dirancang dengan *stopwatch* untuk parameter timer dan termometer untuk parameter suhu. Kemudian dari hasil yang didapat dihitung nilai rata-rata beserta nilai eror nya.

### 3.1 Hasil Pengukuran Parameter Timer 5 menit (300 detik)

Pada tabel 3.1 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur waktu selama 5 menit (300 detik) pada parameter timer dengan 20 kali pengukuran dengan alat pembanding *stopwatch*. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan. Nilai penyimpangan yang dicari adalah selisih antara hasil pembacaan pada alat yang dibuat dengan hasil pembacaan pada alat pembanding.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada stopwatch	Selisih
1	300 detik	300 detik	0 detik
2	300 detik	300 detik	0 detik
3	300 detik	300 detik	0 detik
4	300 detik	300 detik	0 detik
5	300 detik	300 detik	0 detik
6	300 detik	300 detik	0 detik
7	300 detik	299 detik	1 detik
8	300 detik	300 detik	0 detik
9	300 detik	300 detik	0 detik
10	300 detik	300 detik	0 detik
11	300 detik	300 detik	0 detik
12	300 detik	300 detik	0 detik
13	300 detik	300 detik	0 detik
14	300 detik	299 detik	1 detik
15	300 detik	301 detik	1 detik
16	300 detik	300 detik	0 detik
17	300 detik	300 detik	0 detik
18	300 detik	300 detik	0 detik
19	300 detik	300 detik	0 detik
20	300 detik	300 detik	0 detik
Rata-rata ( detik )		<b>299,95 detik</b>	
Simpangan		<b>-0,05%</b>	
Eror		<b>0,02%</b>	

Tabel 3.1 Data hasil pengukuran timer 5 menit

Dari tabel 3.1 hasil pengukuran timer dengan pengaturan waktu 300 detik, didapat hasil rata-rata 299,95 detik dan eror sebesar 0,02%. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-7, ke-14, dan ke-15 yaitu sebesar 1 detik. Penyimpangan yang terjadi karena kesalahan saat memulai atau menekan start secara bersamaan antara alat TA dengan alat ukur pembanding.

### 3.2 Hasil Pengukuran Parameter Timer 10 menit (600 detik)

Pada tabel 3.2 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur waktu selama 10 menit (600 detik) pada parameter timer dengan 20 kali pengukuran dengan alat pembanding stopwatch. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada stopwatch	Selisih
1	600 detik	599 detik	1 detik
2	600 detik	599 detik	1 detik
3	600 detik	599 detik	1 detik
4	600 detik	599 detik	1 detik
5	600 detik	599 detik	1 detik
6	600 detik	599 detik	1 detik
7	600 detik	599 detik	1 detik
8	600 detik	599 detik	1 detik
9	600 detik	599 detik	1 detik
10	600 detik	599 detik	1 detik
11	600 detik	599 detik	1 detik
12	600 detik	598 detik	2 detik
13	600 detik	598 detik	2 detik
14	600 detik	598 detik	2 detik
15	600 detik	599 detik	1 detik
16	600 detik	598 detik	2 detik
17	600 detik	598 detik	2 detik
18	600 detik	598 detik	2 detik
19	600 detik	599 detik	1 detik
20	600 detik	599 detik	1 detik
Rata-rata ( detik )		<b>598,7 detik</b>	
Simpangan		<b>1,30%</b>	
Eror		<b>0,22%</b>	

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran timer 10 menit

Dari tabel 3.2 hasil pengukuran timer dengan pengaturan waktu 600 detik, didapat hasil rata-rata 598,70 detik dan eror sebesar 0,22%. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-12, ke-13, ke-14, ke-16, ke-17 dan ke-18 yaitu sebesar 2 detik. Penyimpangan yang terjadi karena kesalahan saat memulai atau menekan start secara bersamaan antara alat TA dengan alat ukur pembanding.

### 3.3 Hasil Pengukuran Parameter Timer 15 menit (900 detik)

Pada tabel 3.3 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur waktu selama 15 menit (900 detik) pada parameter timer dengan 20 kali pengukuran dengan alat pembanding stopwatch. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan. Nilai penyimpangan yang dicari adalah selisih antara hasil pembacaan pada alat yang dibuat dengan hasil pembacaan pada alat pembanding.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada stopwatch	Selisih
1	900 detik	899 detik	1 detik
2	900 detik	899 detik	1 detik
3	900 detik	899 detik	1 detik
4	900 detik	899 detik	1 detik
5	900 detik	899 detik	1 detik
6	900 detik	899 detik	1 detik
7	900 detik	899 detik	1 detik
8	900 detik	899 detik	1 detik
9	900 detik	899 detik	1 detik
10	900 detik	899 detik	1 detik
11	900 detik	899 detik	1 detik
12	900 detik	898 detik	2 detik
13	900 detik	899 detik	1 detik
14	900 detik	899 detik	1 detik
15	900 detik	899 detik	1 detik
16	900 detik	898 detik	2 detik
17	900 detik	899 detik	1 detik
18	900 detik	898 detik	2 detik
19	900 detik	898 detik	2 detik
20	900 detik	899 detik	1 detik
Rata-rata ( detik )		<b>898,8 detik</b>	
Simpangan		<b>1,20%</b>	
Eror		<b>0,13%</b>	

Tabel 3.3 Data hasil pengukuran timer 15 menit

Dari tabel 3.3 hasil pengukuran timer dengan pengaturan waktu 900 detik, didapat hasil rata-rata 898,80 detik. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-12, ke-16, ke-18, dan ke-19 yaitu sebesar 2 detik. Penyimpangan yang terjadi karena kesalahan saat memulai atau menekan start secara bersamaan antara alat TA dengan alat ukur pembanding. Pada grafik pengukuran timer 15 menit (900 detik) menunjukkan grafik pengukuran timer terhadap waktu yang ditunjukkan pada alat pembanding (*stopwatch*).

### 3.4 Hasil Pengukuran Parameter suhu 37 °C

Pada tabel 3.4 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur suhu air dalam bak/chamber pada parameter suhu 37 °C dengan 20 kali

pengukuran dengan alat pembanding termometer suhu yang sudah dikalibrasi. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan. Nilai penyimpangan yang dicari adalah selisih antara hasil pembacaan pada alat yang dibuat dengan hasil pembacaan pada alat pembanding.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada termometer	Selisih
1	37,1 °C	37,2 °C	0,1 °C
2	37,1 °C	37,2 °C	0,1 °C
3	37,6 °C	37,4 °C	0,2 °C
4	37,6 °C	37,4 °C	0,2 °C
5	37,1 °C	37,2 °C	0,1 °C
6	37,1 °C	37,4 °C	0,3 °C
7	37,1 °C	37,4 °C	0,3 °C
8	37,1 °C	37,1 °C	0 °C
9	37,1 °C	37,2 °C	0,1 °C
10	37,1 °C	37,4 °C	0,3 °C
11	37,6 °C	37,6 °C	0 °C
12	37,6 °C	37,4 °C	0,2 °C
13	37,6 °C	37,8 °C	0,2 °C
14	37,6 °C	38,2 °C	0,6 °C
15	37,1 °C	37,6 °C	0,5 °C
16	37,1 °C	37,4 °C	0,3 °C
17	37,6 °C	37,7 °C	0,1 °C
18	37,6 °C	37,6 °C	0 °C
19	37,1 °C	37,2 °C	0,1 °C
20	37,1 °C	37,4 °C	0,3 °C
Rata-rata ( °C )		<b>37,44 °C</b>	
Simpangan		<b>0,34%</b>	
Error		<b>0,92%</b>	

Tabel 3.4 Data hasil pengukuran suhu 37 °C

Dari tabel 3.4 hasil pengukuran suhu dengan pengaturan suhu 37 °C, didapat hasil rata-rata 37,4 °C dan nilai eror sebesar 0,92%. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-14 sebesar 0,6 °C dan pengukuran ke-15 yaitu sebesar 0,5 °C. Penyimpangan yang terjadi masih dalam batas toleransi, karena masih dibawah 1 °C.

### 3.5 Hasil Pengukuran Parameter suhu 45 °C

Pada tabel 3.5 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur suhu air dalam bak/chamber pada parameter suhu 45 °C dengan 20 kali pengukuran dengan alat pembanding termometer suhu yang sudah dikalibrasi. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan. Nilai penyimpangan yang dicari adalah selisih antara hasil pembacaan pada alat yang dibuat dengan hasil pembacaan pada alat pembanding.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada termometer	Selisih
1	45,4 °C	45,1 °C	0,3 °C
2	45,9 °C	46,3 °C	0,4 °C
3	45,9 °C	46,2 °C	0,3 °C
4	45,9 °C	46,2 °C	0,3 °C
5	45,9 °C	46,0 °C	0,1 °C
6	45,4 °C	45,1 °C	0,3 °C
7	45,4 °C	45,3 °C	0,1 °C
8	45,4 °C	45,3 °C	0,1 °C
9	45,4 °C	45,2 °C	0,2 °C
10	45,4 °C	45,3 °C	0,1 °C
11	45,4 °C	45,1 °C	0,3 °C
12	45,4 °C	45,5 °C	0,1 °C
13	45,4 °C	45,3 °C	0,1 °C
14	45,9 °C	46,4 °C	0,5 °C
15	45,9 °C	46,2 °C	0,3 °C
16	45,9 °C	45,9 °C	0 °C
17	45,4 °C	45,5 °C	0,1 °C
18	45,4 °C	45,4 °C	0 °C
19	45,4 °C	45,2 °C	0,2 °C
20	45,4 °C	45,3 °C	0,1 °C
Rata-rata ( °C )		<b>45,59 °C</b>	
Simpangan		<b>0,39%</b>	
Error		<b>0,86%</b>	

Tabel 3.5 Data hasil pengukuran suhu 45 °C

Dari tabel 3.5 hasil pengukuran suhu dengan pengaturan suhu 45 °C, didapat hasil rata-rata 45,59 °C dan nilai eror sebesar 0,86%. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-2 sebesar 0,4 °C dan pengukuran ke-14 yaitu sebesar 0,5 °C. Penyimpangan yang terjadi masih dalam batas toleransi, karena masih dibawah 1 °C.

### 3.6 Hasil Pengukuran Parameter suhu 55 °C

Pada tabel 3.6 berikut ini merupakan hasil pengukuran data dengan mengukur suhu air dalam bak/chamber pada parameter suhu 55 °C dengan 20 kali pengukuran dengan alat pembanding termometer suhu yang sudah dikalibrasi. Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui nilai penyimpangan yang dihasilkan pada alat yang dibuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat layak atau tidak untuk digunakan.

No	Hasil pembacaan Pada alat	Hasil pembacaan pada termometer	Selisih
1	55,2 °C	55,5 °C	0,3 °C
2	55,2 °C	55,3 °C	0,1 °C
3	55,2 °C	55,5 °C	0,3 °C
4	55,2 °C	55,2 °C	0 °C
5	55,2 °C	55,4 °C	0,2 °C
6	55,2 °C	55,4 °C	0,2 °C
7	55,2 °C	55,5 °C	0,3 °C
8	55,2 °C	55,4 °C	0,2 °C
9	55,2 °C	55,2 °C	0 °C
10	55,2 °C	55,5 °C	0,3 °C
11	55,7 °C	55,5 °C	0,2 °C
12	55,2 °C	55,6 °C	0,4 °C
13	55,2 °C	55,4 °C	0,2 °C
14	55,2 °C	55,6 °C	0,4 °C
15	55,2 °C	55,3 °C	0,1 °C
16	55,2 °C	55,2 °C	0 °C
17	55,2 °C	55,4 °C	0,2 °C
18	55,7 °C	55,6 °C	0,1 °C
19	55,2 °C	55,5 °C	0,3 °C
20	55,7 °C	55,2 °C	0,5 °C
Rata-rata ( °C )		<b>55,41 °C</b>	
Simpangan		<b>0,21%</b>	
Error		<b>0,38%</b>	

Tabel 3.6 Data hasil pengukuran suhu 37 °C

Dari tabel 3. hasil pengukuran suhu dengan pengaturan suhu 55 °C, didapat hasil rata-rata 55,41 °C dan nilai eror sebesar 0,38%. Penyimpangan terbesar pada saat pengambilan data ke-12 dan pengukuran ke-14 sebesar 0,4 °C serta pengukuran ke-20 yaitu sebesar 0,5 °C. Penyimpangan yang terjadi masih dalam batas toleransi, karena masih dibawah 1 °C.

### 3.7 Hasil Pengujian *Shaking*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *shaking* ini bisa berfungsi untuk mencampur atau tidak. Sampel bahan yang akan digunakan untuk pengujian ini adalah bahan yang bisa larut ke dalam air, antara lain gula pasir, kopi bubuk, dan sabun cuci tangan cair. Kemudian dicatat berapa waktu yang dibutuhkan bahan tersebut tercampur ke dalam air.



Gambar 3.1 hasil pengujian *shaking* dengan bahan gula pasir dan air

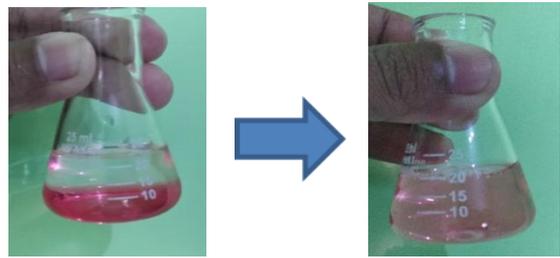
Dari gambar 3.1 hasil pengujian *shaking*/pencampuran dengan bahan gula pasir dengan komposisi 20ml air dan 2gram gula pasir didapat bahwa waktu tercepat pada level kecepatan level 3, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mencampur gula pasir adalah 5 menit. Kecepatan level 2 membutuhkan waktu 10 menit untuk mencampur gula pasir dan kecepatan level 1 butuh waktu lebih lama dari level 2 dan level 3 yaitu selama 20 menit.



Gambar 3.2 hasil pengujian *shaking* dengan bahan kopi bubuk dan air

Dari gambar 3.2 hasil pengujian *shaking*/pencampuran dengan bahan kopi bubuk dengan komposisi 20ml air dan 2gram kopi didapat bahwa waktu tercepat pada level kecepatan level 3, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mencampur kopi adalah 3 menit. Kecepatan level 2 membutuhkan waktu 5 menit untuk mencampur kopi dan kecepatan level 1 butuh

waktu lebih lama dari level 2 dan level 3 yaitu selama 8 menit.



Gambar 3.3 hasil pengujian *shaking* dengan bahan sabun cuci tangan dan air

Dari gambar 3.3 hasil pengujian *shaking*/pencampuran dengan bahan sabun cuci tangan dengan komposisi 20ml air dan 2ml sabun cuci tangan didapat bahwa waktu tercepat pada level kecepatan level 3, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mencampur sabun cuci tangan adalah 1 menit. Kecepatan level 2 membutuhkan waktu 2 menit untuk mencampur sabun cuci tangan dan kecepatan level 1 butuh waktu lebih lama dari level 2 dan level 3 yaitu selama 4 menit.

Dari hasil pengujian *shaking* diatas didapat bahwa pada pengujian pencampuran gula pasir dengan level kecepatan level 1 dibutuhkan waktu 20 menit, level 2 dibutuhkan waktu 12 menit, dan level 3 dibutuhkan waktu 5 menit. Pada pengujian pencampuran kopi bubuk level kecepatan level 1 dibutuhkan waktu 8 menit, level 2 dibutuhkan waktu 5 menit, dan level 3 dibutuhkan waktu 3 menit. Pada pengujian pencampuran sabun cuci tangan dengan level kecepatan level 1 dibutuhkan waktu 4 menit, level 2 dibutuhkan waktu 2 menit, dan pada level 3 dibutuhkan waktu 1 menit. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi level kecepatan yang digunakan, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan bahan tersebut bisa tercampur ke dalam air.

## 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini, penulis dapat menyimpulkan beberapa hal terkait hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian timer didapat nilai penyimpangan yang kecil dari alat pembanding yang digunakan. Penyimpangan yang didapat yaitu sebesar 0,5 detik dari nilai rata-rata pada pengujian timer 5 menit, penyimpangan sebesar 1 detik dari nilai rata-rata pada pengujian timer 10 menit dan 15 menit.
2. Dari hasil pengujian suhu didapat nilai penyimpangan yang relatif kecil dari alat pembanding yang digunakan. Penyimpangan yang didapat yaitu sebesar 0,44 °C dari nilai rata-rata pada pengujian suhu 37 °C, penyimpangan sebesar 0,59 °C dari nilai rata-rata pada pengujian suhu 45 °C, dan penyimpangan

sebesar 0,41 °C dari nilai rata-rata pada pengujian suhu 55 °C.

3. Dari hasil pengujian *shaking* dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat dapat melakukan pencampuran antara 2 jenis zat yang dapat larut kedalam air. Semakin tinggi level kecepatan yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk pencampuran akan semakin sedikit atau semakin cepat zat tersebut tercampur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. I. Noya, "Hematologi dan Perannya Dalam Menangani Gangguan Darah," 2017. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/hematologi-dan-perannya-dalam-menangani-gangguan-darah-2>. [Accessed: 05-Oct-2019].
- [2] A. M. Sholihati and M. Baharuddin, "PRODUKSI DAN UJI AKTIVITAS ENZIM SELULASE DARI BAKTERI *Bacillus subtilis*," *Jur. Kim. UIN Makasar Prodi Anakes STIKes Mega Risky Makasar*, pp. 78–90, 2014.
- [3] R. Khairani and I. Taufiq, "Rancang-Bangun Sistem Kontrol Solution Shaker Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Motor Steper Sebagai Penggerak," *J. ILMU Fis. (JIF), VOL 7 NO 1, MARET 2015*, vol. 7, no. 1, pp. 7–13, 2015.
- [4] A. A. AMZAILI, "WATERBATH MENGGUNAKAN VALVE BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16," 2016. [Online]. Available: <http://repository.umy.ac.id/handle/8718>. [Accessed: 28-Aug-2019].
- [5] A. Prihartono, D. Larassati, B. Herlambang, and A. Insani, "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Otomatis Water Bath Untuk Kalibrasi Suhu," *J. Fis. Unand Vol. 5, No. 1*, vol. 5, pp. 1–5, 2016.
- [6] K. Husni and M. Yusfi, "Rancang Bangun Shaking Water Bath Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *J. Fis. Unand Vol. 6, No. 1, Januari 2017*, vol. 6, no. 1, pp. 9–16, 2017.
- [7] I. S. SAPUTRO, "Rancang Bangun Inkubator Shaker Berbasis Arduino Uno R3," *Jerusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II*, 2018. [Online]. Available: [https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/respoy/index.php?p=show\\_detail&id=1548&keywords=](https://perpus.poltekkesjkt2.ac.id/respoy/index.php?p=show_detail&id=1548&keywords=). [Accessed: 27-Aug-2019].