

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Arif Sholikin (2007), dalam penelitian tersebut Arif menggunakan *heater* basah untuk dapat meratakan panas dalam *chamber* air. Dari hasil pengujian dan pengukuran pada suhu 25°C didapatkan *error* sebesar 0,3%, suhu 30°C dengan *error* sebesar 0,21%, suhu 37°C dengan *error* sebesar 0,15%

Selanjutnya penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Yudha Pratama (2007), dalam penelitian tersebut Yudha membuat rangkaian *counter* untuk *setting timer* alat *waterbath* yang berfungsi agar waktu yang digunakan untuk inkubasi lebih akurat. Dari hasil pengujian alat tersebut dapat diambil kesimpulan semakin lama waktu yang diberikan maka semakin kecil koefisien variasinya yakni dengan *error* sebesar 0,18%

Kemudian penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Herlinda Wijayanti Rachmah (2014), dalam sistem *waterbath* tersebut Herlinda menggunakan elemen *heater* sebagai penyetabil suhu dalam *chamber*. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil pengujian dan pengukuran modul yaitu analisis suhu saat waktu bekerja dengan *setting timer* 15 menit mendapatkan simpangan data sebesar 0,58 dan didapatkan *error* sebesar 2,38%

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Cedera Otot

Cedera otot secara umum dibedakan menjadi cedera traumatis dan cedera berkelanjutan (*overuse injuries*). Cedera traumatis terjadi akibat benturan sedangkan *overuse injury* terjadi akibat beban kerja fisiologis yang berlebihan. Bentuk cedera dapat berupa memar, strain, sprain sampai dengan fraktur tulang. Respon tubuh terhadap kerusakan jaringan ini berupa reaksi peradangan (inflamasi) yang dipicu oleh mediator inflamasi yang dihasilkan oleh sel yang rusak maupun mati. Karakteristik peradangan berupa nyeri (*dolor*), pembengkakan (*tumor*), kemerahan (*rubor*), peningkatan suhu (kalor) serta penurunan fungsi (*function leissa*). Pada keadaan ini terjadi kerusakan pembuluh darah yang menimbulkan perdarahan pada jaringan. Pada stadium lanjut terjadi proses penjerdalan yang difasilitasi oleh trombosit, faktor penjerdalan darah dan *fibroblast* yang membentuk jaringan parut. Apabila terjadi kegagalan maupun keterlambatan proses penyembuhan, respon tubuh memasuki fase kronis. Pada fase ini sudah tidak dijumpai tanda peradangan yang dominan kecuali penurunan fungsi dan rasa nyeri. Tahap peradangan merupakan bagian dari proses penyembuhan, walaupun demikian respon peradangan yang berlebihan dapat memperlambat proses penyembuhan akibat dari limbah metabolisme yang berlebihan sehingga pada fase akut dilakukan usaha untuk menekan respon peradangan [6].

### **2.2.2. Terapi Air Dingin**

Terapi air dingin atau biasa disebut *cryotherapy* adalah pemanfaatan dingin untuk mengobati nyeri dan mengurangi gejala peradangan lainnya. Istilah *cryotherapy* digunakan untuk penggunaan terapi dingin yang sangat ekstrim, biasanya menggunakan cairan nitrogen yang digunakan sebagai *anesthetic-analgesia*[6]. Pada terapi dingin, digunakan modalitas terapi yang dapat menyerap suhu jaringan sehingga terjadi penurunan suhu jaringan melewati mekanisme konduksi. Efek pendinginan yang terjadi tergantung jenis aplikasi terapi dingin, lama terapi dan konduktivitas. Pada dasarnya agar terapi dapat efektif, lokal cedera harus dapat diturunkan suhunya dalam jangka waktu yang mencukupi[6].

Suhu yang digunakan pada terapi rendam kaki air dingin yaitu 13°C - 18°C, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pengobatan 10 - 30 menit. Pengobatan ini dilakukan setelah terjadi cedera/injury, atau paling lama selama 2 sampai 3 hari pertama setelah cedera.[7]

### **2.2.3. Terapi Air Hangat**

Secara ilmiah air hangat mempunyai dampak fisiologis bagi tubuh. Hangatnya air membuat sirkulasi darah menjadi lancar. Oleh karena itu, penderita hipertensi dalam pengobatannya tidak hanya menggunakan obat-obatan, tetapi bisa menggunakan alternatif nonfarmakologis dengan menggunakan metode yang lebih mudah dan murah yaitu dengan menggunakan terapi rendam kaki air hangat yang bisa dilakukan di rumah. Air hangat mempunyai dampak fisiologis bagi tubuh sehingga rendam kaki air hangat dapat digunakan sebagai salah satu terapi

yang dapat memulihkan otot sendi yang kaku serta menyembuhkan stroke apabila dilakukan secara rutin dan teratur[8].

Suhu yang digunakan pada terapi rendam kaki air hangat yaitu  $36^{\circ}\text{C}$  -  $40^{\circ}\text{C}$ , sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pengobatan 10 - 30 menit. Indikasi dari terapi air panas ini untuk penurunan tekanan hipertensi.[8]

#### 2.2.4. Elemen Heater



Gambar 2.1. Bentuk Fisik Elemen *Heater*

*Electrical Heating Element* (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan tipe dari *heater* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan. *Heater* yang digunakan penulis memiliki spesifikasi daya 150 Watt dan membutuhkan tegangan PLN 220V

Panas yang dihasilkan oleh *heater* merupakan bentuk dari energi kalor. Semakin 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, jadi dapat diketahui banyak kalor yang diberikan oleh heater pada suatu ruang ditentukan oleh faktor tegangan, arus,

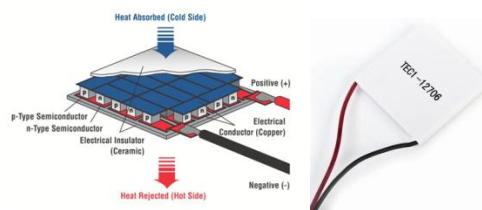
dan waktu. Usaha atau  $W$  yang dilakukan untuk memanaskan ruang atau suhu oleh heater dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = V.I.t$$

Dimana :

$W$	= Usaha ( <i>Joule</i> )	$V$	= Tegangan ( <i>Volt</i> )
$I$	= Arus ( <i>Ampere</i> )	$t$	= Waktu ( <i>detik</i> )

### 2.2.5. Elemen Peltier

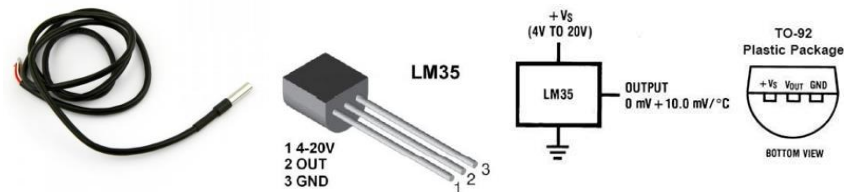


Gambar 2.2. Bentuk Fisik Elemen *Peltier*

Pendingin termoelektrik menggunakan efek *peltier* untuk menciptakan fluks panas antara persimpangan dua jenis bahan. Sebuah pendingin *peltier*, pemanas, atau pompa panas termoelektrik adalah *solid-state* pompa panas aktif yang memindahkan panas dari satu sisi perangkat yang lain, dengan konsumsi energi listrik, tergantung pada arah arus. Hal ini dapat digunakan baik untuk pemanasan atau untuk pendinginan, walaupun dalam prakteknya aplikasi utama pendinginan.

Sebuah pendingin *peltier* juga dapat digunakan sebagai pembangkit *thermoelectric*. Ketika dioperasikan sebagai pendingin, tegangan diterapkan di perangkat, dan sebagai hasilnya, perbedaan suhu akan membangun antara keduanya. Ketika dioperasikan sebagai pembangkit, satu sisi perangkat dipanaskan sampai suhu lebih besar dari sisi lain, dan sebagai hasilnya, perbedaan tegangan akan membangun antara keduanya (efek *Seebeck*).

### 2.2.6. Sensor LM35 Waterproof



Gambar 2.3. Bentuk Fisik Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. LM35 berfungsi untuk melakukan pendeteksian terhadap suhu yang akan diukur, Sensor suhu LM35 ini mempunyai jangkauan pengukuran suhu antara 0 – 100 derajat Celcius dengan kenaikan tegangan 10 mV untuk tiap derajat Celcius yang berarti bahwa setiap kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV, dimana output dari LM35 ini yang menyatakan kondisi perubahan dari suhu lingkungan. Setiap terjadi perubahan suhu maka akan terjadi perubahan data *output* yang dihasilkan, dimana perubahan tersebut berupa perbedaan tegangan yang dihasilkan. Sensor Suhu LM35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperatur ruang. Komponen ini bekerja pada arus 60 A sampai 5 mA serta mempunyai impedansi masukan kurang dari 1.[8]

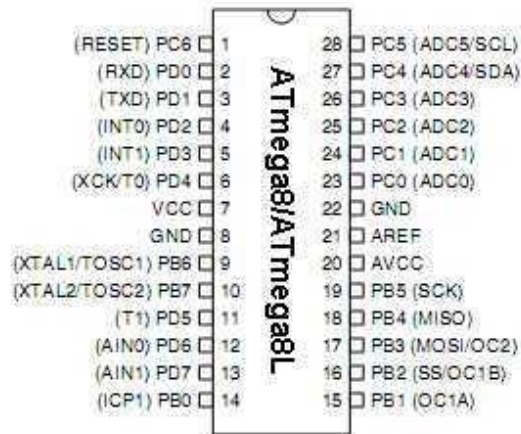
LM35 *waterproof* sebagai alat deteksi temperatur memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Terkalibrasi dalam satuan celcius.
2. Faktor skala yang linear 10 mV/°C.
3. Daerah pengukuran 0°C – 100°C.
4. Tegangan sumber 4VDC – 30VDC
5. Bisa digunakan dalam air

### 2.2.7. AVR ATmega8

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator eksternal* karena di dalamnya sudah terdapat *internal oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 byte sampai dengan 512 byte. AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K byte *in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V.

## Deskripsi PIN ATmega8



Gambar 2.4. Deskripsi PIN ATmega8

## Konfigurasi PIN

*ATmega8* memiliki 28 Pin, yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki *ATmega8*:

### a. VCC

Merupakan *supply* tegangan digital.

### b. GND

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *grounding*.

### c. PORT B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional *I/O* dengan internal *pull-up* resistor. Sebagai input, pin-pin 7 yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan



arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan input ke rangkaian *clock internal*, bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber *clock* yang dipilih dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai *I/O* atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran *input timer*.

#### d. PORT C (PC5...PC0)

*Port C* merupakan sebuah 7 bit *bitdirectional I/O port* yang di dalam masing masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/*output port C* memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

#### e. RESET/PC6

Jika *RSTDISBL Fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin *I/O*. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika *RSTDISBL Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Dan jika *level* tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa 8 minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clocknya* tidak bekerja.

#### f. PORT D (PD7...PD0)

*Port D* merupakan 8-bit *bi-directional I/O* dengan internal *pull-up* resistor. Fungsi dari port ini sama dengan *port-port* yang lain. Hanya saja pada *port* ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan *I/O*.

g. *AVcc*

Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan *VCC* karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan *VCC*. Jika *ADC* digunakan, maka *AVcc* harus dihubungkan ke *VCC* melalui *low pass filter*.

h. *AREF*

Merupakan pin referensi jika menggunakan *ADC*.

### 2.2.8. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD 2 x 16 karakter adalah penampil dengan display 2 baris dan 16 kolom



Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD Karakter 2x16

Modul LCD berukuran 2 x 16 karakter dengan fasilitas backlighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka LCD 2 x 16 karakter dapat

digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. Berikut adalah penjelasan dari pin – pin LCD karakter.

1. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0V atau ground. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

2. Pin 3

Merupakan pin kontrol Vee, yang digunakan untuk mengatur kontras display. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras display sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan variable resistor sebagai pengatur kontras.

3. Pin 4

Pin 4 merupakan Register Select (RS), masukan yang pertama dari tiga command control input. Dengan membuat RS menjadi high, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

4. Pin 5

Read/Write (R/W), untuk memfungsikan sebagai perintah write maka R/W low atau menulis karakter ke modul. R/W high untuk membaca data karakter atau informasi status dari register-nya.

5. Pin 6

Enable (E), input ini digunakan untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke display, data ditransfer hanya pada perpindahan high atau low. Tetapi ketika membaca dari display, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari low ke high dan tetap tersedia hingga sinyal low lagi.

6. Pin 7-14

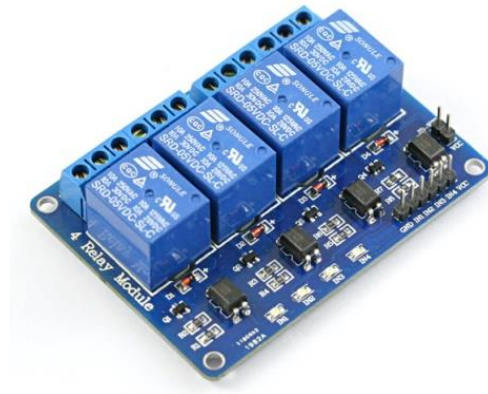
Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari display.

7. Pin 15

Pin 15 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/Back Light LCD.

### **2.2.9. Modul Relay 4 Channel**

*Modul relay 4 channel* adalah sebuah saklar magnet, dimana berfungsi untuk memutus arus atau mengubah satu atau lebih kontak. *Relay* berisi kumparan elektromagnet dengan inti magnet besi lunak, dimana jika diberi arus maka akan menghasilkan medan magnet. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC, berikut ini gambar *modul relay 4 channel* :



Gambar 2.6. Bentuk Fisik *Modul Relay 4 Channel*

Adapun spesifikasi dari *modul relay 4 channel*, sebagai berikut :

1. *5V 4-Channel Relay interface board*, arus sink 15 mA bisa langsung dari pin mikrokontroler
2. Kapasitas *relay*, AC250V 10A ; DC30V 10A
3. *Interface standard TTL logic* langsung dikendalikan mikrokontroler
4. Rangkaian proteksi (isolasi) sudah termasuk di dalamnya, aman dan siap digunakan
5. LED indikator untuk menandakan *channel* yang aktif

#### 2.2.10. Buzzer



Gambar 2.7. Bentuk Fisik *Buzzer*

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).