

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

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. Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu : perancangan *hardware*, perancangan *software*, perancangan desain alat, dan pengambilan data. Prinsip kerja alat pada penelitian ini adalah mencampur larutan di laboratorium menggunakan sebuah wadah dari akrilik yang digerakan kekanan dan kekiri menggunakan motor *stepper*, sehingga larutan akan tercampur. Hasil penelitian ini didapat bahwa beban maksimum yang masih bisa digerakan oleh *solution shaker* adalah 400 gram, jika beban ditambah melebihi 400 gram maka motor diam atau tidak dapat bergerak. 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. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mengamati dan memanfaatkan alat yang sudah ada dan rusak kemudian dimodifikasi menjadi alat kalibrator. Prinsip kerja dari alat ini *heater* yang diberi arus listrik akan memberikan panas pada air pada bak sehingga suhu air dalam bak semakin tinggi. Sensor suhu Pt 100 yang ditempatkan di bak pada *water bath* akan mendeteksi suhu air, dan suhu yang terdeteksi ini digunakan untuk kalibrasi suhu termometer. Hasil penelitian ini didapat bahwa *water bath* dapat berfungsi kembali dan dapat melakukan pengontrolan suhu dengan baik, dengan suhu terendah 30 °C dan suhu tertinggi pada suhu 100 °C.

Hasil uji nilai koreksi didapat nilai rata-rata dari set point 30 °C, 55 °C, 75 °C, dan 100 °C adalah 0,2 °C, dari nilai koreksi ini kemudian dijadikan acuan untuk proses kalibrasi suhu termometer untuk mendapatkan nilai yang diinginkan. Namun pada alat ini untuk pembuangan air pada *water bath* masih dilakukan manual[6].

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 dapat mengontrol suhu, waktu dan laju putaran motor. Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu : perancangan *hardware*, perancangan *software*, perancangan desain alat, dan pengambilan data. Prinsip kerja dari rancangan alat ini dibuat menggunakan bak air tahan panas dan dilengkapi dengan sensor *temperature* dan elemen pemanas, kemudian bak air tersebut digerakan/digoyang oleh motor AC. Bak air ini berisi sampel yang kemudian digoyang dengan kecepatan putaran motor 138 Rpm sampai sampel tercampur. Hasil penelitian ini didapat untuk pengujian *temperature* didapat suhu terendah 20 °C dan suhu tertinggi 90 °C dengan nilai selisih terbesar 1 °C. Hasil pengujian waktu didapat nilai selisih 15 detik setiap kenaikan 1 menit dari pembanding *stopwatch*. Hal ini sangat terlihat pada pengujian 10 menit, dimana pembanding *stopwatch* menunjukkan 12,08 menit. Hasil pengujian beban putaran motor didapat beban terendah 420 ml dengan nilai putaran motor 138 Rpm dan beban tertinggi 1500 ml dengan nilai putaran motor 65 Rpm dan semakin melemah. Kekurangan dari alat ini setingan waktunya masih kurang stabil dan rancangan alat ini untuk pembuangan air pada *water bath* masih dilakukan secara manual, belum otomatis[7].

Berdasarkan penelitian diatas, penulis akan membuat *shaking water bath* yang dapat mengontrol temperatur, mengontrol waktu dan terdapat pilihan laju *shaking*. Rancangan alat ini dibuat menggunakan motor DC (*Direct Current*) yang dilengkapi dengan sensor suhu, sensor kecepatan 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.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Shaking Water Bath*

Shaking water bath merupakan suatu alat yang digunakan untuk keperluan laboratorium dan industri, seperti pencampuran zat kimia, pembentukan suatu organisme baru bahkan digunakan untuk pencairan dan inkubasi sampel darah. Salah satu contoh penggunaan alat *shaking water bath* dalam skala laboratorium yaitu untuk menganalisis sampel di laboratorium mikrobiologi[11]. *Shaking water bath* memiliki dua buah sistem yaitu *shaking* dan *water bath*. Alat *shaking water bath* ini dapat mempertahankan suhu serta laju putaran motor pada kondisi tertentu. Sistem *shaking* yang bekerja pada alat ini menggunakan sebuah motor untuk menggoyang sampel dan sistem *water bath* menggunakan suatu sensor suhu untuk mempertahankan suhu yang diinginkan[12].



Gambar 2.1 *Shaking water bath*[13].

2.2.2 Sampel

a. Pengertian Campuran

Campuran merupakan suatu material yang terbentuk dari penggabungan antara dua zat atau lebih. Campuran yang terbentuk dari dua zat penyusun atau lebih dan memiliki suatu persamaan, dengan komponen-

komponen berupa partikel yang dapat dilihat secara jelas dan tidak dapat dibedakan kembali, serta bidang batas antara zat tidak dapat dilihat dengan jelas, meskipun menggunakan alat mikroskop disebut campuran homogen atau larutan. Contoh, gula dengan air disebut larutan gula, garam dengan air disebut larutan garam[14].

Berdasarkan dari pengertian diatas campuran homogen dapat disimpulkan, bahwa campuran atau larutan ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Memiliki partikel penyusun antara yang satu dengan yang lainnya tidak dapat dibedakan.
- Memiliki persamaan rasa.
- Memiliki sama rata pada warna.
- Memiliki tingkat konsentrasi yang sama.
- Zat yang tercampur memiliki perbandingan yang sama.
- Dapat berwujud berupa zat padat, gas dan cairan.

Larutan encer adalah larutan yang mengandung sejumlah kecil solute, relatif terhadap jumlah pelarut. Sedangkan larutan pekat adalah larutan yang mengandung sebagian besar solute. Solute adalah zat terlarut, sedangkan *solvent* (pelarut) adalah medium dalam mana solute terlarut[15].



Gambar 2.2 Larutan[16].

b. Sampel Pemeriksaan *Activated Partial Thromboplastin Time* (APTT)

Pada pemeriksaan *Activated Partial Thromboplastin Time* (APTT), darah yang diambil dari pasien disentrifus untuk memisahkan plasma dengan eritrosit. Kemudian reagen partial *thromboplastin* ditambahkan pada tabung reaksi yang berisi plasma pasien dan diincubasi dengan suhu 37 °C selama 5 menit. Setelah 5 menit, ditambahkan 0,2ml larutan *calcium chlorida* dan dicampur pada posisi tabung tetap dalam pemanas (incubasi), pada saat yang sama *stopwacth* dijalankan. Setelah 2 menit tabung diambil dan dikeringkan bagian luar tabung, kemudian diamati benang fibrin yang terbentuk. Saat tampak benang fibrin terjadi, *stopwacth* dihentikan dan catat waktu yang diperlukan. Pemeriksaan diulangi lagi untuk masing-masing jenis plasma, kemudian dihitung rata-rata waktu yang diperlukan. Didalam *water bath* sampel di goyang perlahan untuk meningkatkan kontak antara reagen dengan sampel[17].

c. Sampel Pemeriksaan Aktivitas Enzim Lipase

Pada penelitian aktivitas enzim lipase, sampel yang sudah diproses menjadi bentuk cair ditambahkan 10ml aquades steril dan 1,0ml etanol-aseton kemudian dishaker dan inkubasi. Kemudian diambil 1,5ml dan dimasukkan ke tabung mikro dan disentrifus selama 3 menit. Setelah itu *dititrasi* dengan NaOH (Natrium Hidroksida), kemudian dilakukan tahapan aerasi dan diinkubasi dalam tabung *erlemeyer* sekaligus dikocok dengan shaker agar memperoleh sumber oksigen. Setelah itu dihitung aktivitas lipasnya. Aktivitas lipase yang diperoleh dipengaruhi oleh proses inkubasi sampel yang mana selama proses inkubasi dishaker agar pertumbuhan mikroba lebih cepat. Proses shaker juga sangat berpengaruh dengan pertumbuhan mikroba[18].

d. Sampel Pemeriksaan Aktivitas Enzim GOT dan GPT

Enzim *Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (GOT) dan *Glutamic Pyruvic Transaminase* (GPT) merupakan enzim dalam tubuh manusia yang

terdapat didalam jantung, hati, ginjal dan pankreas. Pada pemeriksaan aktivitas enzim GOT dan GPT dalam tahapan kerja, reagen dimasukan ke dalam tabung reaksi dan di inkubasi pada suhu 37 °C selama 1 jam kemudian ditambahkan serum atau plasma sampel sebanyak 0,1 ml kemudian dikocok/dishaker dan diinkubasi dalam waterbath pada suhu 37 °C selama 1 menit. Hal ini dilakukan agar bisa dibaca nilai *absorban* (zat yang menyerap) menggunakan alat photometer[19].

2.3 Tinjauan komponen

2.3.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah rangkaian terpadu tunggal, dimana seluruh blok rangkaian yang biasa dijumpai sebagai unit-unit terpisah dapat digabung menjadi satu. Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa *Integrated Circuit* (IC) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan kedalamnya. *Input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan *output* ditujukan kepada *aktuator* yang dapat memberikan efek ke lingkungan[20]. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Pada perancangan simulasi *shaking water bath* ini mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega16. Mikrokontroler ini memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik daripada mikrokontroler sejenisnya seperti ATmega 8/32, Bentuk dari mikrokontroler ATmega 16 ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mikrokontroler ATmega 16[21].

Mikrokontroler pada umumnya terdiri dari:

1. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU adalah otak dari sistem komputer. Pekerjaan utama dari CPU adalah mengerjakan program yang terdiri atas instruksi-instruksi yang diprogram oleh programmer. Suatu program komputer akan menginstruksikan CPU untuk membaca informasi dari piranti *input*, membaca informasi dan menulis informasi ke memori, serta untuk menulis informasi ke *output*.

2. *Aritmetic Logic Unit (ALU)*

ALU merupakan rangkaian-rangkaian logika yang melaksanakan operasi-operasi penjumlahan, pengurangan dan berbagai operasi logika lainnya.

3. Memori

Memori merupakan rangkaian-rangkaian logika yang berfungsi menyimpan data. Terdapat dua jenis memori yang sering ditemui dalam mikrokontroler yaitu *Read Only Memory (ROM)* yang mampu menyimpan hingga 3 Kilobit (Kb) data dan menyimpan program yang berfungsi untuk mengarahkan kerja kontroler, serta *Random Access Memory (RAM)* yang mampu menampung 72 byte data. ROM digunakan sebagai media penyimpanan program dan data permanen yang tidak boleh berubah meskipun tidak ada tegangan yang diberikan pada mikrokontroler. Sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan data sementara dan hasil kalkulasi selama proses operasi. Beberapa mikrokontroler mengikut sertakan tipe lain dari memori seperti *Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM)* dan *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)*.

4. *Input/Output (I/O)*

Pada satu port I/O digital terdiri beberapa pin, biasanya berjumlah 8 atau satu byte, dengan masing-masing pin dapat mentransfer satu bit data biner (logika 0 dan 1) dari/ke mikrokontroler. Selain port I/O digital, pada suatu mikrokontroler juga dapat berkomunikasi dengan

peranti lain menggunakan komunikasi serial. Terdapat berbagai standar atau protokol untuk komunikasi serial seperti *Serial Peripheral Interface (SPI)*, *Inter-Integrated Circuit (I2C)*, 1-wire, 2-wire, *Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)*, dan *Universal Synchronous-Asynchronous Receiver Transmitter (USART)*.

5. *Analog to Digital Converter (ADC)*

ADC adalah sebuah sarana pada mikrokontroler yang berfungsi mengubah tegangan analog menjadi tegangan digital. Pengkonversian data dari analog ke digital merupakan suatu cara untuk mengolah data analog tersebut agar dapat dimodifikasi, dimanipulasi dan mengubah karakteristiknya atau datanya disajikan dalam bentuk besaran tertentu.

6. *Timer*

Timer/counter adalah peranti untuk mencacah sinyal dari *clock* ataupun sinyal dari suatu kejadian. Jika sinyal yang dicacah berasal dari *clock* maka peranti ini berfungsi sebagai pewaktu, sedangkan jika berasal dari *clock* maka peranti ini berfungsi sebagai pencacah. Pewaktu bisa digunakan untuk bermacam-macam kegunaan, misalnya untuk menghasilkan tundaan waktu dan untuk mengukur selang waktu suatu proses. Beberapa tipe mikrokontroler yang banyak terdapat di pasaran salah satunya adalah mikrokontroler *Advance Versatile RISC (AVR)* yang merupakan keluarga dari Atmel. Tipe AVR yang banyak digunakan antara lain Atmega 8535 dan Atmega 8/16/32.

2.3.2 Motor DC Magnet *Permanent*

Motor DC (*direct current*) magnet *permanent* adalah peralatan *electro mechanic* dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC magnet *permanent* merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan

besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor[22].

Motor DC magnet *permanent* memiliki 3 komponen utama untuk dapat berputar.

1. Kutub medan

Secara sederhana bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC magnet *permanent*. Motor DC magnet *permanent* memiliki kutub medan yang *stasioner* dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan.

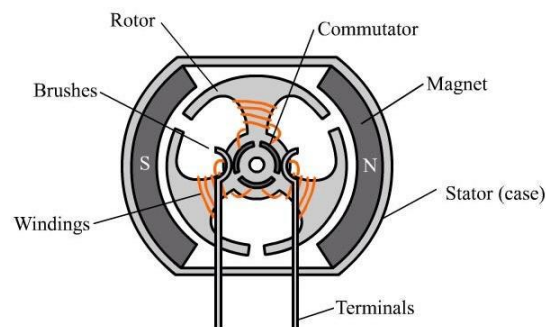
2. Rotor

Bila arus masuk menuju *rotor* (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi elektromagnet. *Rotor* yang berbentuk *silinder*, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban.

3. Comutator

Kegunaan-nya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam *transmisi* arus antara dinamo dan sumber daya.

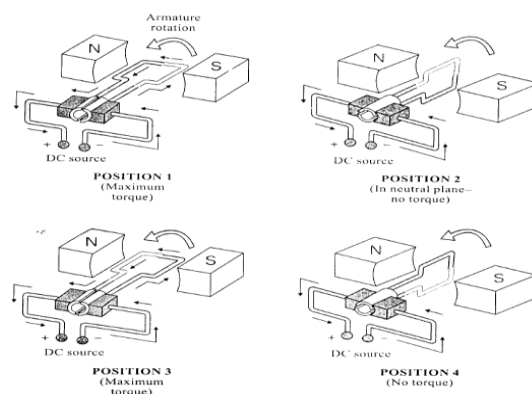
Gambar 2.4 menunjukkan bagian – bagian pada motor DC (*Direct Current*) magnet *permanent*.



Gambar 2.4 Bagian Motor DC (*Direct Current*) magnet *permanent*[21].

Pada motor DC magnet *permanent* arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan DC, menyebabkan jangkar beraksi sebagai magnet. Gambar 2.5 menjelaskan prinsip kerja motor DC magnet *permanent*.

- Pada posisi 1 arus *elektron* mengalir dari sikat negatif menuju ke sikat positif. Akan timbul torsi yang menyebabkan jangkar berputar berlawanan arah jarum jam.
- pada posisi 2, sikat terhubung dengan kedua *segmen comutator*. Aliran arus pada jangkar terputus sehingga tidak ada torsi yang dihasilkan. Tetapi, kelembaban menyebabkan jangkar tetap berputar melewati titik *netral*.
- Pada posisi 3, letak sisi jangkar berkebalikan dari letak sisi jangkar pada posisi 1. *Segmen comutator* membalik arah arus *elektron* yang mengalir pada kumparan jangkar. Oleh karena itu arah arus yang mengalir pada kumparan jangkar sama dengan posisi 1. Torsi akan timbul yang menyebabkan jangkar tetap berputar berlawanan arah jarum jam.
- Pada posisi 4, jangkar berada pada titik *netral*. Karena adanya kelembaman pada poros jangkar, maka jangkar berputar terus – menerus[22].



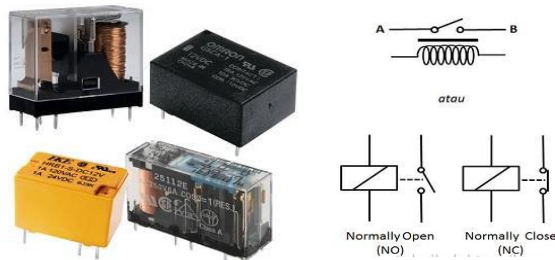
Gambar 2.5 Prinsip kerja motor DC magnet *permanen*[21].

2.3.3 Relay

Relay adalah saklar elektrik yang dapat terbuka atau tertutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektrik lain. Sebuah *relay* tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektrik (*normally close* dan *normally open*).

- Normally open* (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *relay* tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

- b. *Normally close* (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *relay* aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.



Gambar 2.6 Bentuk dan Simbol *Relay*[21].

Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, *relay* dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberi tegangan sebesar tegangan kerja *relay* maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO, jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

2.3.4 *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah kran yang dapat membuka/menutup secara otomatis. Proses tersebut terjadi akibat kerja mekanis dengan bantuan magnet (yang terjadi akibat adanya arus listrik pada kumparan kawat), sebagai ilustrasi dapat dianalogikan dengan cara kerja bel listrik yang menggunakan kumparan dan dialiri listrik untuk menghasilkan magnet. Kran yang dimaksud tersebut terdapat alat (*solenoid*) dan sebuah pegas, biasanya status kran berada dalam posisi tertutup, jika arus listrik dialirkan pada rangkaian *solenoid* tersebut, maka akan terjadi gaya magnet pada *solenoid* tersebut dan akan mengangkat /membuka lubang kran tersebut, demikian juga sebaliknya, jika arus listrik mati maka magnet akan hilang sehingga kran akan kembali (karena dorongan pegas)[23]. Bentuk *solenoid valve* ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bentuk *solenoid valve*[21].

Pada *solenoid valve* (SV) terbagi menjadi beberapa bagian, bagian-bagian *valve* yaitu:

1. *Block* Saluran Air

SV mempunyai *block* saluran air yang terdiri dari lubang-lubang yang antara lain, lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan diberi kode P, berfungsi sebagai terminal/tempat air masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, diberi kode A dan B, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust* diberi kode R, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan air terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika SV ditenagai atau bekerja.

2. Piston *Block*/Rumah Piston

Rumah piston adalah tempat dimana piston bergerak untuk mengalirkan air dari lubang *supply* ke lubang *output*, sehingga udara dapat mengalir dengan sempurna.

3. Piston

Piston terletak di dalam rumah piston berfungsi untuk memindahkan air dari *input* ke *output*, piston berbentuk memanjang, dilengkapi dengan beberapa karet ring dibagian tengahnya agar tidak bocor.

4. *Coil*

Coil adalah benda berupa lilitan kawat yang dililitkan terhadap besi, menyerupai sebuah trafo, jika dialiri arus listrik, maka akan menghasilkan medan magnet sementara untuk menarik plat besi yang

ada di dalamnya. Plat besi yang ada di dalam *coil* bergerak maju dan mundur untuk mendorong piston.

2.3.5 Elemen Pemanas

Alat pemanas listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk merubah energi listrik menjadi energi panas. Perubahan ini terjadi jika pada kawat elemen teraliri arus listrik sehingga elemen akan menghasilkan listrik.

Komponen dasar pada alat pemanas listrik adalah berupa kawat nikelin yang diatur sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah spiral. Kawat nikelin ini akan berubah menjadi panas jika pada kawat nikelin dialiri arus listrik. Besar kecilnya daya pada alat pemanas listrik ditentukan oleh jumlah panjang elemen yang digunakan. Semakin besar daya yang dimiliki oleh alat pemanas listrik maka alat tersebut memiliki waktu pemanasan yang relative cepat. Pada Gambar 2.8 merupakan beberapa bentuk elemen pemanas yang sering dipakai, bentuk dan besar dari elemen pemanas tergantung dari besarnya suatu volume yang akan dipanaskan.



Gambar 2.8 Bentuk elemen pemanas[21].

2.3.6 Sensor LM 35

Sensor suhu adalah komponen elektronika yang berguna untuk mendeteksi fisis (suhu) menjadi besaran *thermis* (tegangan). Pada simulasi alat *water bath* ini menggunakan sensor LM35. LM35 adalah IC (*Integrated Circuit*) sensor suhu presisi istimewa yang dikalibrasi dalam derajat Celcius. IC sensor ini memiliki tegangan keluaran yang sebanding *linier* terhadap perubahan suhu yang diukurnya dengan faktor skala linieritas $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, ini

2.3.7 LCD (*Liquid Crystal display*)

LCD merupakan komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. Pada simulasi alat *shakingwater bath* yang akan dirancang menggunakan LCD 4x20, dimana nantinya semua pengaturan akan ditampilkan pada LCD[25]. Bentuk dari LCD 4x20 dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Bentuk LCD 4x20[25].

Untuk jenis LCD 4x20 memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 4x20 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
4. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
5. Dibangun dengan osilator lokal.
6. Satu sumber tegangan 5 volt.
7. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
8. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C.