

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Rancang bangun *hot plate stirrer* magnetik terkendali temperatur dan kecepatan pengaduk yang dirancang oleh Muhamad Aulia Rahman dari Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Fisika Ekstensi, Universitas Indonesia. Modul *hot plate stirrer* magnetik dibangun menggunakan *microcontroller* ATmega16 dan dirancang dengan *input* menggunakan *keypad*. Akan tetapi alat tersebut masih tergolong belum *safety*, karena belum dilengkapi menggunakan *safety plate* (Rahman, 2011).

Perancangan modul *Hot Plate Magnetic Stirrer* Berbasis *microcontroller* AT89S51 oleh Arvia Lushiani dari Program Studi Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Surabaya. Modul *Hot Plate Magnetic Stirrer* dibangun menggunakan *microcontroller* AT89S51 dan dirancang dengan tampilan *7-segmen*. Akan tetapi modul tersebut masih tergolong rumit, karena masih banyak rangkaian yang harus dibangun, seperti rangkaian ADC dan rangkaian *7-segmen*. modul tersebut masih belum dilengkapi menggunakan *safety plate* (Lushiani, 2010).

Modul “*Hot Plate Magnetic Stirrer*” yang sudah ada saat ini masih menggunakan pengaturan suhu dan kecepatan motor dan masih menggunakan pengaturan mekanik menggunakan dimmer yang mempunyai pemilihan *range* 0% - 100% yang belum diketahui berapa derajat kenaikan suhu larutan ketika melakukan pemanasan larutan. Setiap awal melakukan pemanasan larutan

masih perlu menggunakan termometer untuk mengukur suhu larutan sehingga user tetap harus memantau suhu yang ada pada larutan.

2.2. *Hot Plate Magnetic Stirrer*

“Hot Plate Magnetic Stirrer” adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk mengaduk dan memanaskan larutan satu dengan larutan lain yang bertujuan untuk membuat suatu larutan homogen dengan bantuan pengaduk batang magnet (*stir bar*). Pelat (*plate*) yang terdapat dalam peralatan dapat dipanaskan sehingga mampu mempercepat proses homogenisasi.

Gelas ukur yang berisi larutan yang akan diaduk dan berisi *stir bar* diletakkan diatas pelat (*plate*). *Stir bar* atau magnet pengaduk yang dimasukkan dalam wadah gelas ukur yang berisi larutan kimia tidak akan bereaksi dengan larutan apapun pada saat proses pencampuran berjalan, karena *stir bar* atau magnet pengaduk dibungkus dengan materi khusus seperti *teflon*.

Prinsip kerja ***“Hot Plate Magnetic Stirrer”*** adalah berupa *plate* yang dapat dipanaskan dan hubungan antara dua magnet yaitu, magnet yang dihubungkan pada motor dan magnet (*stir bar*) yang dimasukkan dalam wadah gelas yang berisi larutan kimia yang ditempatkan pada atas pelat (*plate*). Dengan menggunakan ***“Hot Plate Magnetic Stirrer”***, pencampuran larutan kimia dapat dilakukan dengan cepat, sehingga dapat menghemat waktu, tenaga dan dihasilkan larutan yang lebih homogen. Gambar modul *Hot Plate Magnetic Stirrer* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Hot Plate Magnetic Stirrer* (www.labsequipment.com)

2.3. Magnet Bar atau Stir Bar

Stir bar atau batang pengaduk digunakan untuk mengaduk campuran larutan. Pergerakan dari batang pengaduk ini sendiri digerakan oleh magnet berputar atau gabungan elektromagnet yang terletak dibawah bejana berisi cairan. Karena kaca tidak memberikan efek apapun terhadap medan magnet, maka batang pengaduk magnetik dapat bekerja dengan baik pada bejana kaca (misalnya *beaker glass*). Batang pengaduk biasanya dilapisi oleh *teflon*, atau sedikit mengandung bahan kaca. Gambar *stir bar* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Stir Bar* (<http://www.sumyaunice.com>)

2.4. Pengaruh Suhu Terhadap Kelarutan

Kelarutan didefinisikan sebagai jumlah maksimum zat terlarut yang akan melarut dalam sejumlah pelarut pada suhu tertentu. Kelarutan suatu zat

dipengaruhi oleh suhu, umumnya kenaikan suhu menyebabkan bertambahnya kelarutan suatu zat.

Pengaruh kenaikan suhu pada kelarutan zat berbeda-beda antara yang satu dengan yang lain. Dalam *Farmakope* Indonesia disebutkan mengenai suhu dari air hangat 30°C sampai 40°C dan air panas mempunyai suhu di atas 40°C.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kelarutan suatu zat adalah:

1. Ph
2. Temperatur
3. Jenis pelarut
4. Bentuk dan ukuran partikel
5. Kecepatan dan waktu (Farmakope Indonesia, 1995).

2.5. Gelas Piala/Gelas Beker (*Beaker Glass*)

Gelas Piala (*Beaker Glass*) Berupa gelas tinggi, berdiameter besar dengan skala sepanjang dindingnya. Terbuat dari kaca borosilikat yang tahan terhadap panas hingga suhu 200 °C atau terbuat dari plastik. Gelas kimia yang digunakan untuk bahan kimia yang bersifat korosif terbuat dari PTPE. Gambar *beaker glass* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



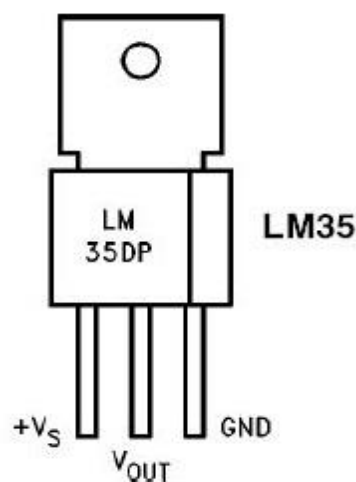
Gambar 2.3 *Beaker glass* (www.slideshare.net/andy_wahyudin)

Fungsi:

1. untuk mengukur volume larutan yang tidak memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi.
2. menampung zat kimia.
3. memanaskan cairan (www.slideshare.net/andy_wahyudin).

2.6. Sensor LM35

Sensor suhu IC LM35 merupakan *chip* IC produksi *National Semiconductor* yang berfungsi untuk mengetahui *temperature* suatu objek atau ruangan dalam bentuk besaran elektrik, atau dapat juga di definisikan sebagai komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah perubahan *temperature* yang diterima dalam perubahan besaran elektrik. Sensor suhu IC LM35 dapat mengubah perubahan *temperature* menjadi perubahan tegangan pada bagian *outputnya*. Sensor suhu IC LM35 membutuhkan sumber tegangan DC +5 volt dan konsumsi arus DC sebesar 60 μ A dalam beroperasi. Gambar pin out LM35 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Pin Out* Sensor Suhu LM35

Bentuk fisik *sensor* suhu IC LM35 merupakan *chip* IC dengan kemasan yang bervariasi, pada umumnya kemasan sensor suhu IC LM35 adalah kemasan TO-92 seperti terlihat pada gambar diatas . Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa *sensor* suhu IC LM35 pada dasarnya memiliki 3 *pin* yang berfungsi sebagai sumber *supply* tegangan DC +5 *volt*, sebagai *pin output* hasil penginderaan dalam bentuk perubahan tegangan DC pada *Vout* dan pin untuk *ground* (Hadiyoso, 2015).

Karakteristik *sensor* suhu IC LM35 adalah:

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 m*Volt*/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25°C.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai +150°C. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 *volt*. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μ A.
4. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
5. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 watt untuk beban 1 mA.
6. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.

Sensor suhu IC LM35 memiliki keakuratan tinggi dan mudah dalam perancangan jika dibandingkan dengan *sensor* suhu yang lain, *sensor* suhu LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kontrol

khusus serta tidak memerlukan *setting* tambahan karena *output* dari *sensor* suhu LM35 memiliki karakter yang linier dengan perubahan $10\text{mV}/^\circ\text{C}$. *Sensor* suhu LM35 memiliki jangkauan pengukuran -55°C hingga $+150^\circ\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (Hadiyoso, 2015).

Tegangan *output sensor* suhu IC LM35 dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_{out\ LM35} = \text{Temperature } C^\circ \times 10\text{ mV} \quad (2-1)$$

Kelebihan dari *sensor* suhu IC LM35 antara lain:

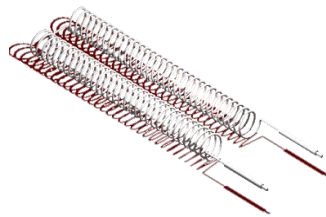
1. Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai $+150^\circ\text{C}$.
2. *Low self-heating*, sebesar 0.08°C .
3. Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30V.
4. Rangkaian menjadi sederhana.
5. Tidak memerlukan pengkondisian sinyal.

2.7. Heater

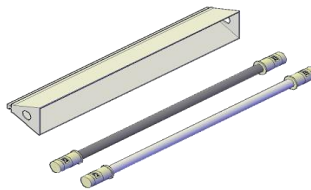
Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik di dalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan *type* dari *Electrical Heating Element* bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah nikelin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan (penjualheater.blogspot.com).

Ada 2 macam jenis utama elemen pemanas listrik yaitu:

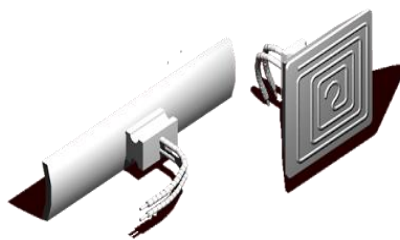
1. Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar yaitu elemen pemanas di mana *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramik Heater, Silica Dan Quartz Heater, Bank Channel heater, Black Body Keramik Heater*. Gambar elemen pemanas listrik bentuk dasar dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 *Coil Heater*



Gambar 2.6 *Silica dan Keramik Heater*



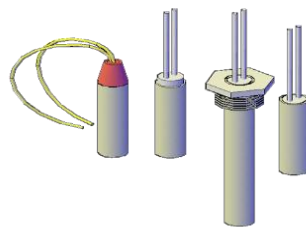
Gambar 2.7 *Infra Red Heater* (penjualheater.blogspot.com)

2. Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah: *mild stell, stainless stell,*

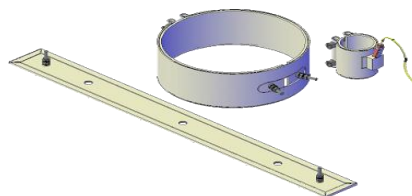
tembaga dan kuningan. *Heater* yang termasuk dalam jenis ini adalah: *Tubular Heater, Cartridge Heater, Band Nozzle & Stripe Heater*. Gambar elemen pemanas listrik bentuk lanjut dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar 2.8 *Tubular Heater*



Gambar 2.9 *Cartridge Heater*



Gambar 2.10 *Band, Nozzle, dan Stripe Heater*

(penjualheater.blogspot.com)

2.8. Motor DC

Motor DC adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan digunakan untuk mengubah tegangan listrik menjadi tenaga mekanis. Komponen ini bekerja dengan prinsip elektromagnet. Ketika sumber tegangan diberikan, medan magnet dibagian yang diam atau disebut stator akan

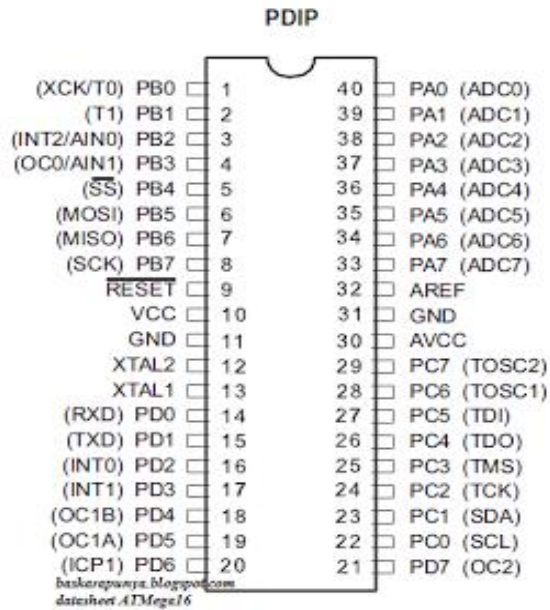
terbentuk. Medan magnet ini membuat rotor atau bagian yang bergerak berputar dan tentu saja dapat dimanfaatkan untuk memutar benda lain, misalnya roda.

Kecepatan putaran motor DC ditentukan oleh besar tegangan. Semakin tinggi tegangannya, semakin cepat putarannya. Namun, tentu saja tegangan yang dapat diberikan ke motor DC ada batasannya. Tegangan yang terlampaui tinggi yang melampaui batas maksimumnya dapat membuat motor terbakar (Kadir, 2013).

2.9. *Microcontroller* ATMega16

AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang ditingkatkan. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 *register general purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Mempunyai ADC dan PWM *internal*. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengizinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

Pin-pin ATMega16 dengan kemasan 40-pin *DIP (dual inline package)*. Kemasan pin tersebut terdiri dari 4 *port* yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, *Port D* yang masing-masing *Port* terdiri dari 8 buah pin. Selain itu juga terdapat *RESET*, *VCC*, *GND* 2 buah, *AVCC*, *XTAL1*, *XTAL2*, dan *AREF*. Gambar konfigurasi ATMega16 dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Konfigurasi ATmega16

Diskripsi dari pin-pin ATmega16 adalah sebagai berikut:

1. *VCC*: *Supply* tegangan digital.
2. *GND*: *Ground*.
3. *Port A* (PA7, PA0): *Port A* sebagai *input* analog ke *A/D konverter*. *Port A* juga sebagai 8-bit *bi-directional port I/O*, jika *A/D konverter* tidak digunakan. Pin-pin *port* dapat menyediakan resistor-resistor *internal pull-up*. Ketika *port A* digunakan sebagai *input* dan *pull eksternal* yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin-pin *port A* adalah *tristate* ketika kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun *clock* tidak aktif.
4. *Port B* (PB7, PB0): *Port B* adalah *port I/O 8-bit bi-directional* dengan resistor-resistor *internal pull up*. *Buffer output port B* mempunyai karakteristik *drive* yang simetris dengan kemampuan keduanya *sink* dan

source yang tinggi. Sebagai input, port B yang mempunyai *pull eksternal* yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor *pull up* diaktifkan. Pin-pin port B adalah *tristate* ketika kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun *clock* tidak aktif.

5. *Port C (PC7,PC0)*: Port C adalah port I/O 8-bit *bi-directional* dengan resistor-resistor *internal pull up*. Buffer output port C mempunyai karakteristik *drive* yang simetris dengan kemampuan keduanya *sink* dan *source* yang tinggi. Sebagai input, port C yang mempunyai *pull eksternal* yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor *pull up* diaktifkan. Pin-pin port C adalah *tristate* ketika kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun *clock* tidak aktif. Jika antarmuka JTAG *enable*, resistor-resistor *pull-up* pada pin-pin PC5 (TDI), PC3 (TMS), PC2 (TCK) akan diaktifkan sekalipun terjadi *reset*.
6. *Port D (PD7, PD0)*: Port D adalah port I/O 8-bit *bi-directional* dengan resistor-resistor *internal pull up*. Buffer output port D mempunyai karakteristik *drive* yang simetris dengan kemampuan keduanya *sink* dan *source* yang tinggi. Sebagai input, port D yang mempunyai *pull eksternal* yang rendah akan menjadi sumber arus jika resistor-resistor *pull up* diaktifkan. Pin-pin port D adalah *tristate* ketika kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun *clock* tidak aktif.
7. RESET: sebuah *low level* pulsa yang lebih lama daripada lebar pulsa minimum. Pada pin ini akan menghasilkan reset meskipun clock tidak berjalan.

8. XTAL1: *Input inverting* penguat oscilator dan *input internal clock* operasi rangkaian.
9. XTAL1: *output* dari *inverting* penguat oscilator.
10. AVCC: adalah pin penyedia tegangan untuk *Port A* dan A/D Konverter.
11. AREF adalah pin *referensi* analog untuk A/D konverter (Iswanto dan Maharani, 2015).

2.10. LCD 16*4

Kemampuan dari *LCD* untuk menampilkan tidak hanya angka-angka, tetapi juga huruf-huruf, kata-kata dan semua sarana simbol, lebih bagus dan serbaguna daripada penampil-penampil menggunakan *7-segmen LED* yang sudah umum. Modul *LCD* mempunyai *basic interface* yang cukup baik, yang mana sesuai dengan minimum sistem 8031. Sesuai juga dengan keluarga *microcontroller* yang lain. Bentuk dan ukuran modul-modul berbasis karakter banyak ragamnya. Salah satu variasi bentuk dan ukuran yang digunakan penulis pada alat ini adalah 16x4 karakter (panjang 16, baris 4, karakter 64) dan 16 pin.

Fungsi pin-pin *LCD* adalah :

1. Pin 1 dan 2

Merupakan sambungan *catu daya*, *Vss* dan *Vdd*. Pin *Vdd* dihubungkan dengan tegangan *positif catu daya*, dan *vss* pada 0 volt atau *ground*.

2. Pin 3

Merupakan pin kontrol *Vcc* yang digunakan untuk mengatur kontras *display*.

3. 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 modul.

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*.

5. Pin 6

Enable (E), *input* ini digunakan untuk *transfer* aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data.

6. Pin 7 sampai 14

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

7. Pin 15 dan 16

Pin 15 atau A (+) mempunyai level DC +5V berfungsi sebagai *LED backlight* + sedangkan pin 16 atau K (-) memiliki level 0V dan berfungsi sebagai *LED backlight* - (Iswanto dan Maharani, 2015).

2.11. Bahasa *Basic*

Pada bahasa *Basic* terdapat beberapa bagian yang perlu diketahui terlebih dahulu untuk mendukung pembuatan program seperti:

2.11.1. Tipe Data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena tipe data mempengaruhi setiap instruksi yang akan dilaksanakan oleh komputer. Pemilihan tipe data yang tepat akan membuat operasi data menjadi lebih efisien dan efektif. Berikut tipe-tipe data dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tipe-tipe data

| No | Tipe | Jangkauan |
|----|---------|-------------------------------------------------|
| 1 | Bit | 0 atau 1 |
| 2 | Byte | 0-255 |
| 3 | Integer | -32,768-32,767 |
| 4 | Word | 0-65535 |
| 5 | Long | -2147483648-2147483647 |
| 6 | Single | 1.5×10^{-45} to 3.4×10^{38} |
| 7 | Double | 5.0×10^{-324} to 1.7×10^{308} |
| 8 | String | >254 byte |

2.11.2. Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai yang tidak dapat diubah selama proses program berlangsung. Konstanta nilainya selalu tetap. Konstanta harus didefinisikan terlebih dahulu di awal program. Konstanta dapat bernilai *integer*, pecahan, karakter dan *string*.

2.11.3. Variabel

Variabel adalah suatu pengenal (*identifier*) yang digunakan untuk mewakili suatu nilai tertentu di dalam proses program (Iswanto, 2008).