

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini akan menjelaskan tentang perancangan sekaligus pembuatan alat. Alat ini dirancang untuk dapat mengontrol serta mengkondisikan suhu, pH, dan kejernihan air kolam secara otomatis sesuai parameter-parameter yang ditentukan.

4.1. Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

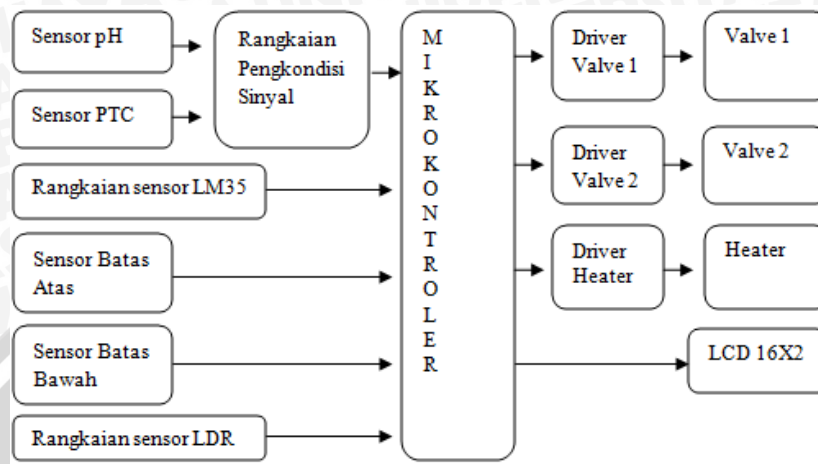
- 1) Alat ini bekerja secara kontinyu dalam memantau suhu antara 25°C-30°C, pH antara 6-8, dan kejernihan air kolam antara 5 NTU-128 NTU.
- 2) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega32.
- 3) ATmega32 berfungsi mengendalikan seluruh komponen yaitu sensor-sensor, LCD, heater, dan valve penguras kolam.
- 4) LCD sebagai tampilan akan menampilkan besar *suhu, pH air, dan kejernihan air*.
- 5) Keluaran sistem ini berupa heater, valve penguras dan pengisi air kolam yang akan bekerja secara otomatis sesuai kondisi air yang ditentukan.
- 6) Menggunakan catu daya dari sumber AC yang telah disearahkan.
- 7) Kolam yang dibuat hanya berupa prototipe yang dibentuk dengan bahan acrylic dengan skala 1: 6cm.

4.2 Diagram Blok Sistem

Secara garis besar, diagram blok perancangan *hardware* sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 4.1.

Dalam penelitian ini dibahas bagian-bagian untuk merancang suatu sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam. Perencanaan alat yang dilakukan terdiri dari perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak. Dalam perencanaan sistem ini terdiri dari perancangan mekanik alat, perancangan perangkat keras (*hardware*) bagian-bagian yang dibutuhkan meliputi perancangan rangkaian catudaya, hardware mikrokontroler ATmega32, rangkaian sensor suhu, rangkaian sensor pH, rangkaian sensor kejernihan air, rangkaian sensor batas ketinggian

air, rangkaian driver keluaran, dan rangkaian LCD 16X2. Perancangan pada *software* akan mengacu pada diagram alir yang akan disusun.



Gambar 4.1 Diagram blok sistem secara keseluruhan.

Rangkaian catu daya digunakan sebagai sumber tegangan untuk keseluruhan sistem yang ada pada alat ini. Mengingat seluruh bagian-bagian dari penyusun alat sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam adalah barang elektronik, tentunya akan membutuhkan catu daya atau listrik untuk menggerakannya. Catu daya yang digunakan dalam sistem ini adalah catu daya DC dengan besar tegangan 5V untuk unit pengendali atau kontrol dan 220V untuk valve dan heater. LCD (*display*) yang digunakan adalah LCD16X2, *display* ini berfungsi untuk menampilkan suhu, pH, kejernihan air, dan proses-proses yang sedang berlangsung, seperti proses pengurasan dan pengisian air.

Parameter-parameter suhu, pH, dan kejernihan air diinputkan sekali saat memasukkan program C ke mikrokontroler. Proses pengurasan akan mengkondisikan keasaman (pH) air tersebut serta dapat juga mengkondisikan kekeruhan air ke dalam range yang ditentukan. Proses penghangatan oleh heater akan mengkondisikan suhu untuk tetap berada pada range yang ditentukan.

Ketika proses pengurasan aktif, valve2 menguras kolam hingga sensor batas bawah. Dilanjutkan valve1 aktif mengisi air kolam hingga sensor batas atas. Setelah itu pengurasan selesai.

Sensor suhu LM35 digunakan sebagai pemantau suhu air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver heater, dengan besar suhu pengaktifan berkisar pada 25-30°C. Saat suhu air kolam berada pada suhu diluar kisaran tersebut maka sensor akan

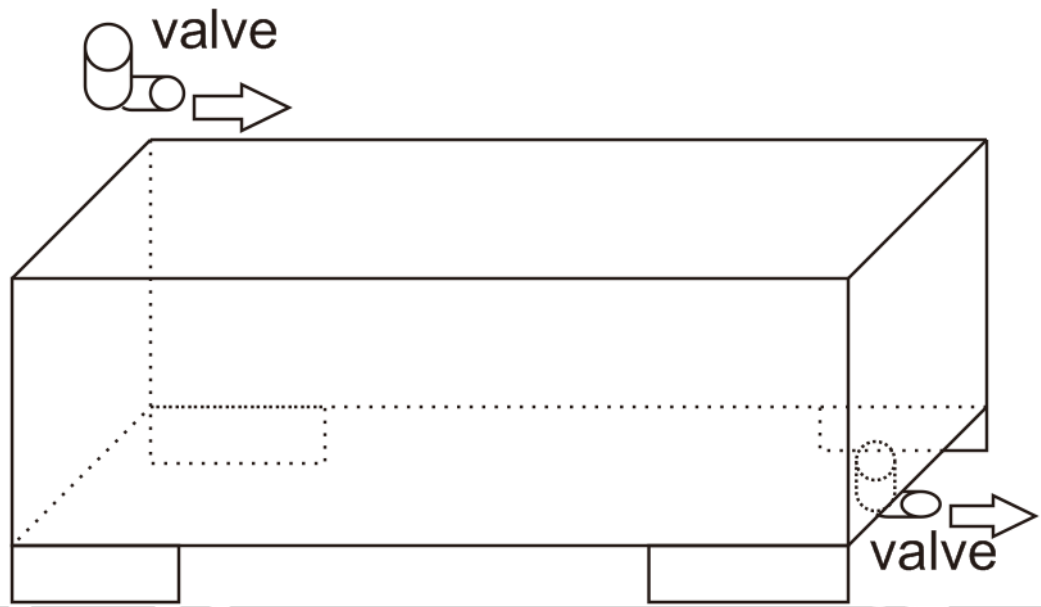
memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* heater yang akan mengatur aktif tidaknya heater. Heater akan menyala dalam **mode penghangatan** hingga batas atas range suhu yang ditentukan.

Sensor pH digunakan sebagai pemantau keasaman (pH) air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan *driver* valve, dengan besar pH pengaktifan berkisar pada 6-8. Saat pH air kolam berada pada keasaman diluar kisaran tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurasan**.

Sensor kejernihan air digunakan sebagai pemantau kejernihan air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan *driver* valve, dengan besar kejernihan pengaktifan berkisar pada 128 NTU. Saat kejernihan air kolam berada pada kejernihan diatas batas tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurasan**.

4.3. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dilakukan untuk merancang kerangka system otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Pembuatan desain rancangan mekanik prototipe kolam menggunakan software Corel Draw X5. Secara umum desain rancangan mekanik prototipe kolam ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



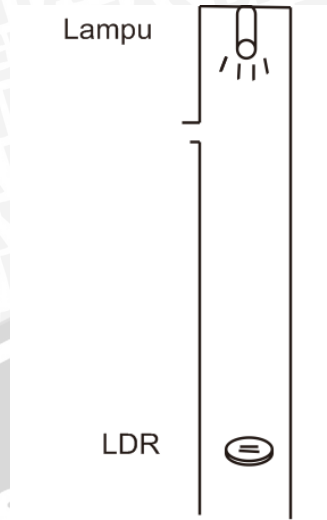
Gambar 4.2 Rancangan Mekanik Prototipe Kolam

Gambar 4.2 menunjukkan desain mekanik yang digunakan sistem. Prototipe kolam ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Panjang	= 50cm
Lebar	= 30 cm
Tinggi	= 20 cm

Mekanik sistem terbuat dari bahan acrylic gelap dengan tebal 3mm. Pada bagian dasar kolam dipasang valve penguras.

Selain bagian mekanik dari kolam, ada satu bagian mekanik lagi yang penting dalam perancangan kali ini, yaitu pada sensor kejernihan air. Sensor kejernihan ini terdiri dari lampu LED putih terang yang ditembakkan tepat mengena pada permukaan LDR yang keduanya ditutupi pipa paralon untuk mengurangi atau mengeliminasi pengaruh cahaya luar. Gambar 4.3. Menunjukkan mekanik sensor kejernihan air.



Gambar 4.3 Menunjukkan mekanik sensor kejernihan air

Ukuran pipa:

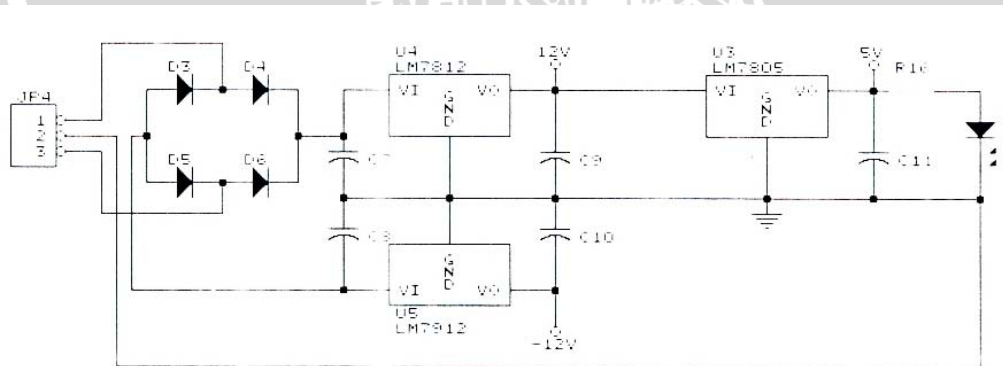
Panjang = 25cm

Diameter = 3,5cm

4.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

4.4.1. Perancangan Catu Daya

Sistem ini membutuhkan Catudaya 5 V digunakan untuk rangkaian yang terdiri atas mikrokontroller ATmega32, LCD 16X2, dan seluruh blok rangkaian yang diperoleh dari sebuah transformator 2 A. Catu daya 12 V digunakan untuk catu daya ULN2803 dan valve. Rangkaian untuk catu daya sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



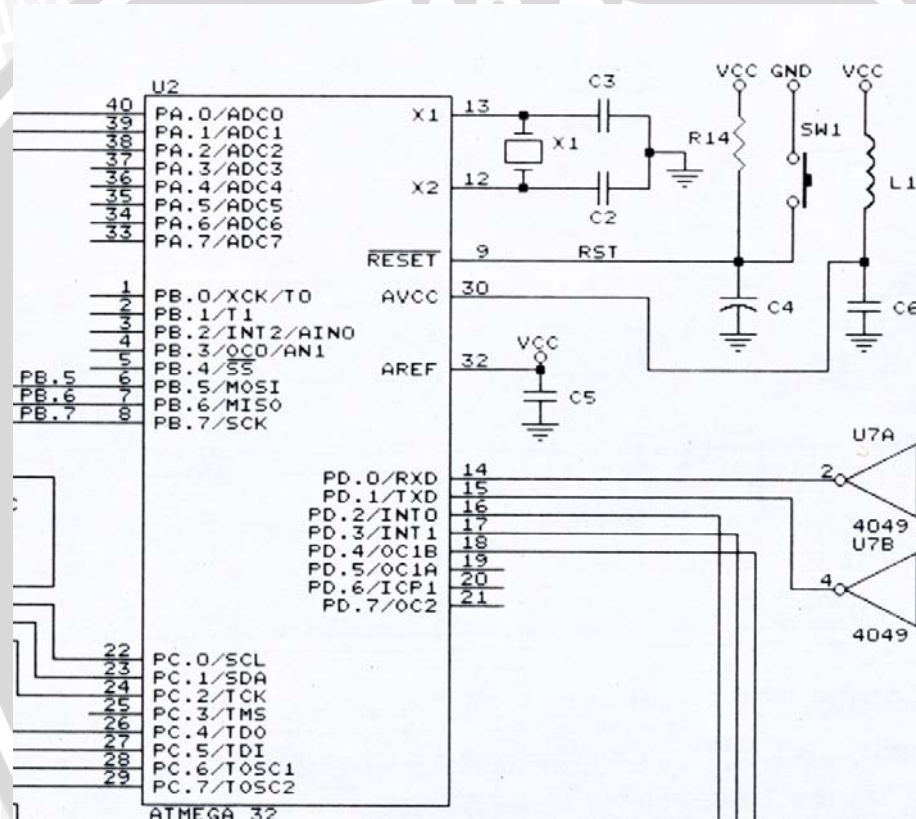
Gambar 4.4 Rangkaian Catu Daya

Catudaya rangkaian control diperoleh dari sumber trafo CT 2000 mA dengan tegangan 9V yang disearahkan melalui 2 buah dioda 1N4001, kemudian digunakan *regulator* LM7805 dengan keluaran 5V untuk mencatu mikrokontroller ATmega32, LCD 16X2, dan seluruh rangkaian.

4.4.2. Perancangan *Hardware* ATmega32

Mikrokontroller ATmega32 merupakan pusat pengendali system pada rancang bangun alat ini. Mikrokontroller ini dipilih dalam pembuatan system dengan alasan mikrokontroller ini memiliki ADC dan pin I/O yang mencukupi kebutuhan rangkaian-rangkaian dalam sistem.

Mikrokontroller ATmega32 sebagai alat pengontrol keseluruhan sistem, pin-pin dari mikrokontroller ini dihubungkan dengan beberapa komponen yang membentuk minimum sistem. Gambar dari minimum sistem alat ini diperlihatkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Konfigurasi PIN pada Sistem Minimum Atmega32

Pin-pin pada mikrokontroller ini dihubungkan langsung dengan jalur sinyal pada *driver* keluaran, rangkaian sensor, dan LCD *display* 16X2. Pada perancangan alat ini, konfigurasi dari pin-pin mikrokontroller tersebut sesuai pada gambar rangkaian sistem minimal adalah sebagai berikut :

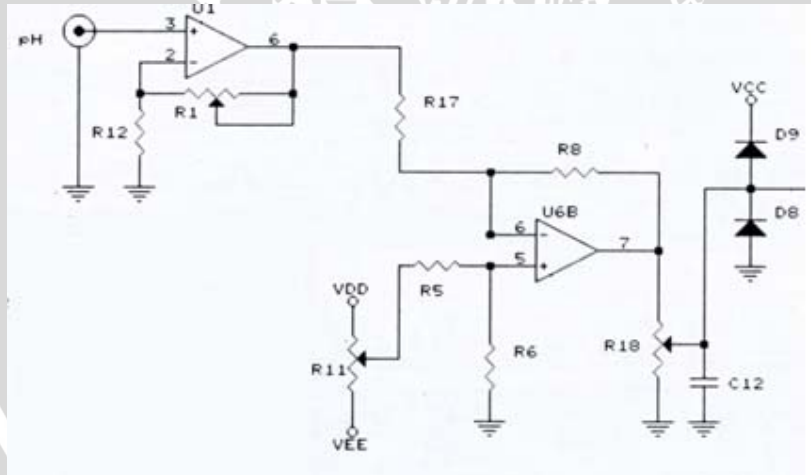
- 1). Pin A.0 : Sebagai output sensor pH
- 2). Pin A.1 : Sebagai output sensor LDR

- 3). Pin A.2 : Sebagai output sensor suhu
- 4). Pin C.0 – C.7 : Sebagai input LCD
- 5). Pin D.0 – D.1 : Sebagai output sensor batas air
- 6). Pin D.2 : Sebagai sinyal control pada relay *driver* Pemanas (*heater*)
- 7). Pin D.3 : Sebagai sinyal kontrol pada relay *driver* valve2
- 8). Pin D.4 : Sebagai sinyal kontrol pada relay *driver* valve1

Mikrokontroler menggunakan kristal osilator *eksternal* sebesar 12 MHz yang dihubungkan dengan kapasitor sebesar 22 pF sesuai dengan *datasheet* Atmega32. Modul *RESET* pada minimum sistem Atmega32 disusun menggunakan resistor dan kapasitor yang dihubungkan dengan PIN *RESET* mikrokontroler.

4.4.3. Perancangan Rangkaian Sensor pH

Desain rangkaian pengkondisi sinyal adalah susunan rangkaian penguat, pembagi tegangan, rangkaian penjumlah, dan attenuator yang berfungsi untuk mengolah sinyal yang ditangkap sensor pH dan sensor PTC sehingga mudah dianalisa. Rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Sensor pH

Nilai-nilai resistor :

$$R12 = 2k7$$

$$R1 = 100k \text{ (resistor variabel)}$$

$$R11 = 100k \text{ (resistor variabel)}$$

$$R17 = R5 = R6 = R8 = 68k$$

$R_{18} = 100k$ (resistor variabel)

$V_{cc} = 5V$

$V_{DD} = 12V$

$V_{EE} = -12V$

Pada Op-Amp U1 dari persamaan 2.1:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_{in}}\right) \cdot V_{in} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_{out_{U1}} = \left(1 + \frac{R_1}{2k7}\right) V_{pH} \dots \dots \dots (4.1)$$

Pada Op-Amp U6B dari persamaan 2.3:

$$V_{out} = (V_2 - V_1) \dots \dots \dots (2.2)$$

Karena $R_5 = R_6 = R_8 = R_{17}$ maka,

$$V_{out_{U6B}} = (V_{offset} - V_{out_{U1}})$$

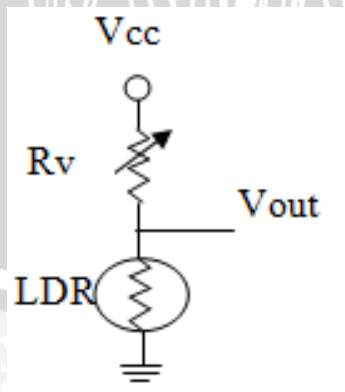
$$V_{offset} = (R_{11}) \cdot (24V)$$

Keluaran rangkaian pengkondisi sinyal :

$$V_{out_{RPS}} = (R_{18}) \cdot (V_{out_{U6B}}) \dots \dots \dots (4.2)$$

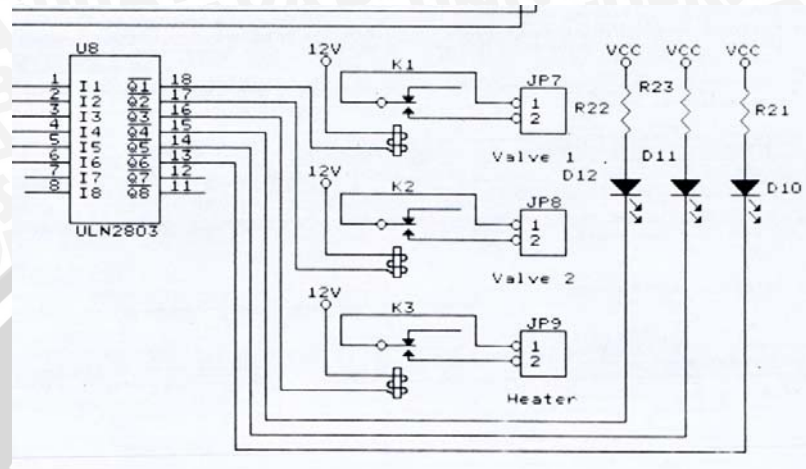
4.4.4 Perancangan Rangkaian Sensor Kejernihan Air

Desain rangkaian sensor kejernihan air ini berupa rangkaian pembagi tegangan dengan V_{out} yang berubah-ubah sesuai intensitas cahaya. Rangkaian sensor kejernihan air ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian Sensor LDR

OFF bila mendapatkan logika rendah dari mikrokontroler. Relay dalam rangkaian ini digunakan untuk pensaklaran pemanas. Gambar rangkaian *driver* keluaran ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rangkaian *Driver* Keluaran

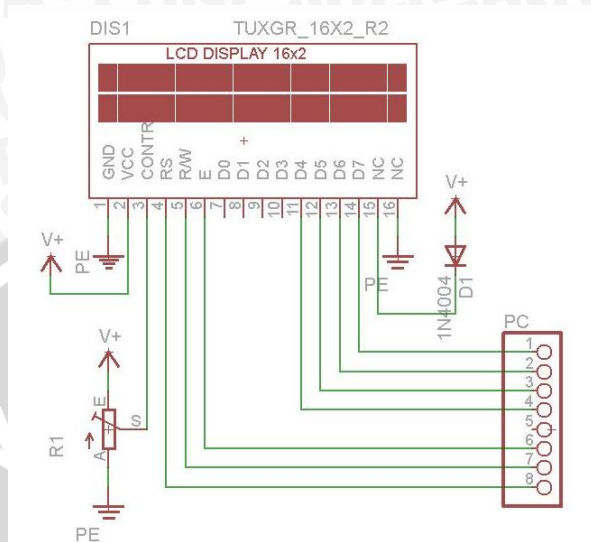
Rangkaian ini menggunakan ULN2803 sebagai saklar dan relay yang dihubungkan ke beban yaitu *heater*, dan valve.

4.4.7 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD

Pada perancangan ini digunakan LCD (*liquid crystal display*) untuk menampilkan nilai parameter-parameter dan mode operasi yang diolah oleh mikrokontroler. LCD yang digunakan merupakan LCD 2 baris dengan 16 karakter.

Dalam perancangan ini LCD digunakan untuk menampilkan besaran parameter-parameter dan mode operasi. Pin RS dari LCD terhubung ke PORTC.0 mikrokontroler, pin R/W dari LCD terhubung ke PORTC.1 dan pin *Enable* dari LCD terhubung ke PORTC.2 dari mikrokontroler. Sedangkan pin data dari LCD (DB4 sampai DB7) dihubungkan dengan PORT.C nomor 4 sampai nomor 7 dari mikrokontroler. LCD ini membutuhkan catu daya antara 5 volt sedangkan untuk *backlight*-nya membutuhkan catu daya 4 – 4,3 volt sehingga diperlukan penambahan dioda IN4002. Dalam perancangan diinginkan agar kontras dari LCD dapat diatur, maka dipasangkan sebuah variabel resistor pada PIN *kontras* dari LCD untuk mengatur tegangan yang masuk ke PIN tersebut. PIN untuk mengatur kontras LCD tersebut terletak pada pin nomor 3, dengan besar nilai variabel resistor yang dihubungkan

dengan pin tersebut adalah sebesar 10kΩ. Gambar rangkaian dari LCD 16X2 ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian LCD 16X2

4.4.8 Perancangan ADC internal

Mikrokontroler Atmega32 dilengkapi dengan instrumen pendukung yaitu ADC (*analog to digital converter*). ADC pada mikrokontroler terdapat 8 kanal masukan dengan ADC yang dimultiplexing melalui program. Resolusi ADC tersebut hingga 10 bit, kemudian dengan menggunakan V_{ref} sebesar 5 V, dapat diketahui ketelitian ADC adalah:

$$Res = \frac{V_{ref}}{2^n - 1}$$

$$Res = \frac{5V}{2^{10} - 1}$$

$$Res = \frac{5V}{1023}$$

$$Res = 4,88 \times 10^{-3} V$$

4.5 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Mikrokontroler (*Software*)

Perancangan perangkat lunak dibutuhkan untuk mengendalikan perangkat keras (*hardware*). Bahasa yang dipergunakan adalah bahasa pemrograman Code Vision AVR. Perangkat lunak di sini adalah perintah atau program di dalam memori yang harus dilaksanakan oleh mikrokontroler. Perangkat lunak untuk mengendalikan sistem ini terdiri dari proses pengambilan data dari sensor dan mengeluarkan hasil dari pengolahan

data. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan *flowchart* untuk mengetahui proses aliran data dalam mikrokontroler Atmega32. Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan dalam Gambar 4.11.

Penjelasan diagram alir dari program utama adalah sebagai berikut. Ketika program dijalankan pertama kali inisialisasi sistem dilakukan, selanjutnya terjadi proses pembacaan sensor-sensor, yaitu berupa data dalam hal ini data berupa nilai atau besar pH, suhu, dan kejernihan air. Data tersebut akan diproses dalam mikrokontroler ATmega32, dan ditampilkan pada LCD.

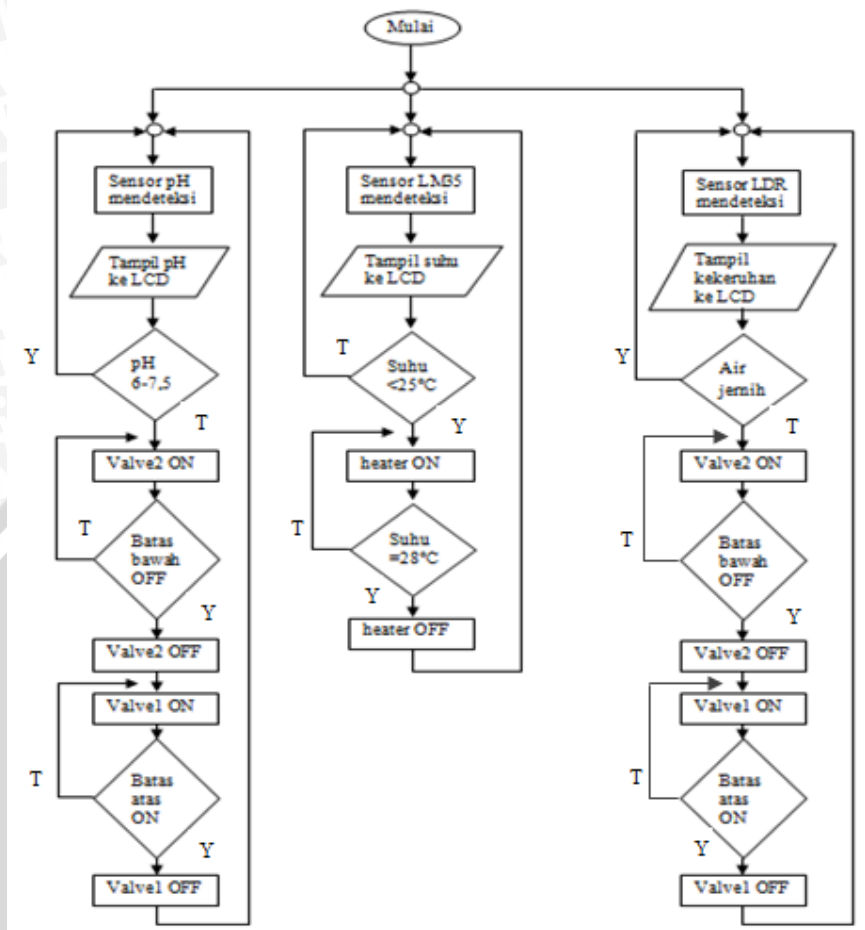
Parameter-parameter suhu, pH, dan kejernihan air diinputkan sekali saat memasukkan program C ke mikrokontroler. Proses pengurusan akan mengkondisikan keasaman (pH) air tersebut serta dapat juga mengkondisikan kekeruhan air ke dalam range yang ditentukan. Proses penghangatan oleh heater akan mengkondisikan suhu untuk tetap berada pada range yang ditentukan.

Ketika proses pengurusan aktif, valve2 menguras kolam hingga sensor batas bawah. Dilanjutkan valve1 aktif mengisi air kolam hingga sensor batas atas. Setelah itu pengurusan selesai.

Sensor suhu LM35 digunakan sebagai pemantau suhu air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver heater, dengan besar suhu pengaktifan berkisar pada 25-30°C. Saat suhu air kolam berada pada suhu diluar kisaran tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* heater yang akan mengatur aktif tidaknya heater. Heater akan menyala dalam **mode penghangatan** hingga batas atas range suhu yang ditentukan.

Sensor pH digunakan sebagai pemantau keasaman (pH) air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver valve, dengan besar pH pengaktifan berkisar pada 6-8. Saat pH air kolam berada pada keasaman diluar kisaran tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurusan**.

Sensor kejernihan air digunakan sebagai pemantau kejernihan air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver valve, dengan besar kejernihan pengaktifan berkisar pada 128 NTU. Saat kejernihan air kolam berada pada kejernihan diatas batas tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurusan**.



Gambar 4.11. Diagram Alir Program Utama

Program disusun secara terstruktur dalam beberapa subrutin yang secara khusus menangani fungsi tertentu agar memudahkan dalam pembuatan dan pencarian kesalahan serta pengujian program sehingga dapat bekerja dengan baik. Perangkat lunak mikrokontroller dibuat menggunakan *Code Vision AVR* buatan HP info tech. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C.