

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang dilakukan Handayani (2011) yang bertujuan untuk merancang bangun pengendalian tinggi permukaan air dan suhu cairan dengan sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) dengan *Programmable Logic Control* (PLC) sebagai otak pengendali dan diaplikasikan pada *boiler* sebagai objeknya. Penelitian ini sebagai salah satu bentuk simulasi dari proses yang terjadi dalam dunia industri. *Project* ini sudah dilengkapi dengan sistem SCADA yang akan memberikan gambaran lebih nyata tentang proses yang dimaksud. Untuk lebih memudahkan proses kontrol dan *monitoring*, maka bentuk dan ukurannya dibuat dalam model miniatur yang mudah dibawa (*portable*). Rancang bangun pengendalian tinggi permukaan air dan suhu cairan ini diaplikasikan pada *boiler* sebagai *plant* yang dikontrol oleh PLC OMRON CPM 1. Sedangkan bahasa pemrograman Visual Basic sebagai SCADA *software* akan memvisualisasikan proses yang terjadi pada *plant*. Dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan yaitu mempertahankan permukaan air dan suhu cairan dan SCADA *software* dapat bekerja dalam pengawasan, pengendalian dan pengambilan data.

Pada penelitian yang dilakukan Kurniawan (2010) yang merancang sebuah alat pengendali pemanas air menggunakan telepon genggam berbasis mikrokontroler ATmega8535, dan dengan memanfaatkan fasilitas SMS pada telepon genggam, maka suhu air pada pemanas air dapat dikendalikan dari jarak jauh dan informasi suhu aktual maupun suhu *setting* ditampilkan pada LCD. Dalam penelitian ini, mikrokontroler telah diprogram agar dapat men-*setting* suhu dari 30 °C sampai 95 °C (dengan kelipatan 5 °C). Materi penelitian terdiri atas komponen-komponen yang mendukung perangkat-keras (*hardware*) seperti catu daya, mikrokontroler ATmega8535, telepon genggam Siemens M35, MAX232, sensor suhu LM35DZ, LCD, relai, kipas, dan pemanas air. Kemudian perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mendukung cara kerja alat yaitu dengan menggunakan bahasa *Basic Compiler* (BASCUM). Hasil penelitian didapat bahwa ketika suhu yang di-*setting* tercapai, maka terjadi *overshoot*, dan nilai *overshoot* maupun osilasi akan semakin kecil apabila suhu yang di-*setting* semakin besar dengan nilai rata-rata *overshoot* adalah 4,14

°C, sedangkan rata-rata osilasi adalah 3,05 °C. Selain itu, didapat bahwa waktu stabil suhu akan semakin cepat apabila suhu yang di-*setting* semakin besar. *Prototype* dari sistem ini diharapkan dapat diaplikasikan dan dikembangkan lebih sempurna lagi untuk sistem pengendali jarak jauh melalui telepon genggam.

Kurniawati (2006) telah membuat sebuah alat *water bath*. Alat ini dibuat untuk mengoptimalkan sistem pemanas. Prinsip kerja alat ini adalah pengaturan elemen pemanas yang diletakkan pada wadah air. Seperangkat minimum MCS-51, ADC 0809, dan sensor suhu LM 35, yang akan mengaktifkan elemen pemanas sehingga proses *output* yang dihasilkan sesuai yang diinginkan. Sistem ini memungkinkan pemakai untuk memberikan *input* temperatur sesuai yang diinginkan. Disimpulkan bahwa pada hasil pengujian terjadi suatu perbedaan yang disebabkan tidak presisinya komponen-komponen yang dipakai. Alat *water bath* ini dapat membantu keperluan-keperluan praktikum biologi sebagai salah satu peralatan laboratorium.

2.2. Landasan Teori

Water bath merupakan satu dari beberapa alat yang termasuk dalam alat laboratorium yang berfungsi untuk menghasilkan suhu air dalam kondisi tertentu yang konstan selama waktu yang telah ditentukan. Dalam aplikasinya di laboratorium, *water bath* biasanya digunakan untuk proses pemanasan dengan suhu yang relatif rendah 30°C sampai 60°C, menguapkan zat atau larutan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi, untuk inkubasi pada analisis mikrobiologi, untuk melebur basis, menguapkan ekstrak atau tingtur, dan pemanasan untuk mempercepat kelarutan.

Dalam penggunaannya alat *water bath* selain digunakan di laboratorium rumah sakit, alat *water bath* juga banyak digunakan diberbagai bidang untuk berbagai tujuan, beberapa industri yang sering menggunakan *water bath* adalah laboratorium pendidikan, klinis laboratorium, penelitian laboratorium, laboratorium teknologi pangan, air limbah laboratorium.

Prinsip dari sebuah alat *water bath* adalah memanfaatkan umpan balik dari sensor suhu untuk menjaga kestabilan suhu. Setelah alat *water bath* dihidupkan, *heater* akan memanaskan air sampai suhu air naik dan sesuai dengan suhu yang kita pilih, *heater* akan berhenti memanaskan air, hanya sesekali *heater* akan bekerja untuk menjaga kestabilan suhu.

Pada prinsipnya alat *water bath* memiliki dua jenis, yaitu *water bath* tabung dan *water bath* labu/*erlenmeyer*. *Water bath* tabung adalah *water bath* yang dilengkapi dengan rak tabung reaksi, yang berfungsi untuk menempatkan tabung reaksi, jumlah tabung reaksi yang mampu ditampung tergantung dari jenis dan besarnya alat *water bath*. *Water bath* labu/*erlenmeyer* merupakan alat *water bath* yang dilengkapi dengan tutup bersusun untuk menutup leher labu, penggunaan labu pada *water bath* biasanya untuk melakukan perkembangbiakan bakteri.

2.2.1. Media Water Bath

Alat *water bath* merupakan alat pemanas yang menggunakan media air *aquades* sebagai sebuah media dalam proses untuk menghasilkan suhu yang dibutuhkan. Penggunaan air *aquades* sebagai media dalam pemanasan pada alat *water bath* merupakan media yang paling tepat dan efektif. Pada alat *water bath* tidak terlalu membutuhkan suhu yang tinggi dalam penggunaannya karena kebanyakan spesies bakteri dapat tumbuh pada kisaran temperatur 30°C – 60°C, tetapi batas temperatur maksimum dan minimum untuk setiap bakteri sangatlah bervariasi tergantung dari jenisnya.

Aquades merupakan air hasil destilasi/penyulingan sama dengan air murni atau H₂O, karena H₂O hampir tidak mengandung mineral. Destilasi atau sering kita sebut penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap suatu bahan atau di definisikan juga teknik pemisahan kimia yang berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan masa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya.

Manfaat atau keuntungan dari penggunaan air *aquades* sebagai media pada alat *water bath* adalah tidak menyebabkan karat pada material, tidak mudah membentuk kerak pada elemen pemanas, dan tidak mudah tumbuh lumut. Penggunaan air *aquades* sangat menguntungkan pada alat, sehingga alat tidak cepat mengalami kerusakan

material dan elemen pemanas, dan memperpanjang umur dari penggunaan alat itu sendiri.

2.2.2. Proses pemanasan media pada *water bath*

Dalam melakukan proses perubahan suhu air dapat dilakukan dengan dua buah cara, yaitu:

1. Memanaskan air tersebut dengan alat maupun dengan dipanaskan dengan cahaya matahari. Pada perubahan ini bila air dipanaskan terus-menerus maka jumlah air akan berkurang. Air yang dipanaskan tersebut akan berubah menjadi uap yang disebut menguap
2. Mendinginkan air tersebut, bisa juga dengan alat bantu atau karena kekurangan sinar matahari. Pada perubahan ini bila air didinginkan terus menerus akan membeku menjadi es.

Prinsip kerja pengubah suhu yang penulis buat adalah mengubah suhu air menjadi suhu yang tidak terlalu tinggi, dimana pengguna bisa mengatur suhu yang dibutuhkan pada *keypad*, dan mengetahui suhu air tersebut yang tampil pada *display*. Dalam hal ini penulis menitik beratkan pada perubahan suhu air dengan cara pemanasan (Hidianta, 2009).

Dalam proses pemanasan perpindahan suhu panas terhadap media disebabkan karena terjadinya suatu perpindahan panas akibat dari dua benda atau lebih yang mengalami kontak termal hingga tercapainya kesetimbangan termal. Pada proses pemanasan pada alat *water bath* ini menggunakan perpindahan panas dengan cara konduksi. Konduksi merupakan proses perpindahan kalor tanpa disertai dengan perpindahan partikelnya. Jadi, ketika terjadi perubahan suhu, partikel di dalam benda tersebut tidak mengalami perubahan bentuk, tapi hanya mengalami pergeseran saja. Yaitu energi panas yang diterima oleh benda menjadi menyebar rata ke seluruh permukaan yang ada di benda tersebut. Umumnya, proses perpindahan kalor konduksi terjadi pada permukaan benda padat. Tapi, perpindahan kalor tercepat terjadi pada benda padat yang terbuat dari logam. Itu sebabnya logam disebut sebagai penghantar panas yang paling baik.

2.3. Tinjauan Komponen

2.3.1. Transformator

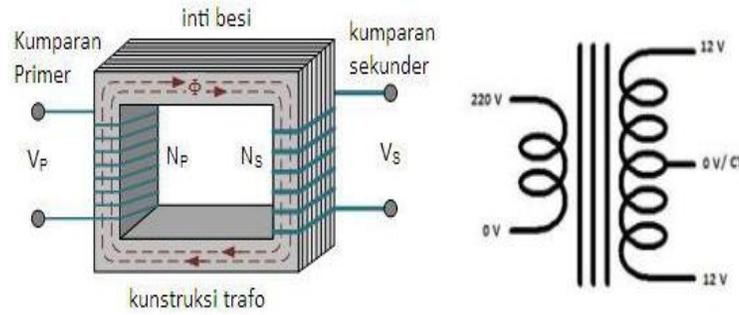
Trafo atau transformator (*transformer*) adalah perangkat yang memindahkan daya listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lain melalui efek elektromagnetisme tanpa mengalami perubahan frekuensi. Trafo merupakan bagian penting dalam sistem kelistrikan. Trafo digunakan untuk mengubah besaran tegangan listrik AC, baik menurunkan (*step down*) maupun menaikkan (*step up*).

Trafo umumnya terdiri dari dua lilitan kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer terhubung dengan tegangan input (masukan) sedangkan kumparan sekunder terhubung dengan output atau keluarannya. Rasio besar tegangan pada trafo sebanding dengan rasio jumlah lilitannya. Makin banyak lilitannya, makin besar tegangannya, makin sedikit lilitannya, makin kecil tegangannya.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Dimana V_p adalah tegangan primer, V_s adalah tegangan sekunder, N_p adalah jumlah lilitan primer dan N_s adalah jumlah lilitan sekunder.

Pada simulasi alat *water bath* ini menggunakan jenis trafo *Center Tap* (CT), trafo CT merupakan sebuah komponen elektronika yang berguna untuk menurunkan tegangan dengan tipe CT. Trafo jenis CT memiliki keluaran tegangan yang simetris pada kumparan sekundernya yang dibatasi oleh sebuah garis tengah CT. Karakteristik trafo CT adalah memiliki input tegangan primer 110 V atau 220 Vac dengan frekuensi 50 Hz, dengan memiliki beberapa tegangan output sekunder mulai dari 3 V sampai dengan 24 V, dan arus output sekunder mulai 0,5 sampai dengan 10 A. Trafo CT biasa digunakan pada rangkaian catu daya sebagai penurun tegangan PLN (220 V) menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai yang di butuhkan. Kontruksi dan simbol dari trafo CT ditunjukkan pada Gambar 2.1.

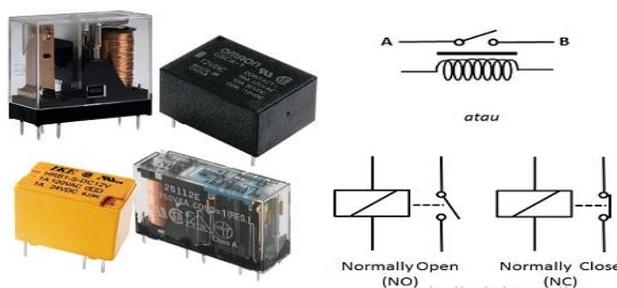


Gambar 2.1 Kontruksi Dan Simbol Trafo CT

2.3.2. 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*).

1. *Normally open* (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *relay* tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.
2. *Normally close* (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat *relay* aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.



Gambar 2.2. Bentuk dan Simbol *Relay*

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.

Untuk memenuhi kebutuhan di dalam merangkai atau membuat sirkuit listrik dan elektronika, sehingga *relay* memiliki beberapa jenis *relay*, antara lain:

1. *Electromagnetic Relays* (EMRs)

Electromagnetic Relays (EMRs) terdiri dari kumparan atau *coil* untuk menerima sinyal tegangan tertentu, dengan satu set atau beberapa kontak yang terhubung pada tuas yang diaktifkan digerakkan oleh kumparan energi untuk membuka atau menutup sirkuit listrik sebagai hasil dari proses *relay* tersebut.

2. *Solid-state Relays* (SSRs)

Solid-state Relays (SSRs) menggunakan *output* semikonduktor bukan lagi kontak secara mekanik untuk membuka dan menutup sirkuit. Perangkat *output* optik-digabungkan ke sumber cahaya LED di dalam *relay*. *Relay* dihidupkan dengan energi LED ini, biasanya dengan tegangan *DC power* yang rendah.

3. *Microprocessor Based Relays*

Menggunakan mikroprosesor untuk mekanisme *switching*. Umumnya digunakan dalam pemantauan sistem proteksi *power/daya*.

Beberapa fungsi *relay* yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah:

1. Menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*).
2. Memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*).
3. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari *signal* tegangan rendah.
4. Ada juga *relay* yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

2.3.3. 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). Bentuk *solenoid valve* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Bentuk solenoid *valve*

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.

5. *Connector*

Berfungsi untuk terminal pengabelan yang menghubungkan antara tegangan *supply* dengan *coil* solenoid *valve*, didalamnya terdapat terminal kabel yang terhubung dengan *coil*.

2.3.4. 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 2.4. merupakan beberapa bentuk elemen pemanas yang sering dipakai, bentuk dan besar dari elemen pemanas tergantung dari besarnya suatu volume yang akan dipanaskan.



Gambar 2.4. Bentuk elemen pemanas

2.3.5. Kipas

Kipas adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menggerakkan udara agar menghasilkan angin. Kipas angin merupakan alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak dengan bantuan motor listrik. Perubahan energi listrik menjadi energi gerak pada motor listrik dimulai dengan [perubahan energi listrik](#) menjadi induksi magnet. Induksi magnet inilah yang menyebabkan poros atau as pada motor listrik bergerak.



Gambar 2.5. Bentuk Kipas DC

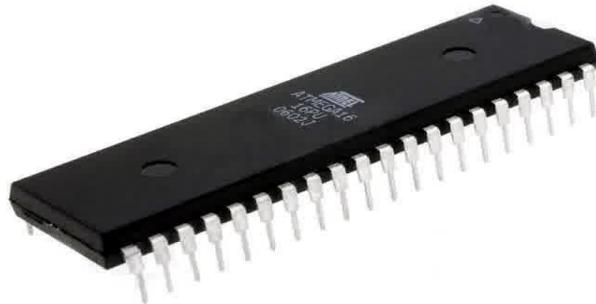
Berdasarkan konstruksinya, ada tiga komponen penting dari mesin listrik, yakni: stator, rotor, dan *air gap*. Stator merupakan bagian mesin yang statis, rotor merupakan bagian mesin yang bergerak/ berputar, sedangkan *air gap* merupakan celah antara stator dan rotor yang berfungsi untuk mencegah terjadi gesekan antara stator dengan rotor, serta mempermudah rotor untuk berputar pada porosnya. Dalam perancangan alat *water bath* digunakan kipas yang berukuran kecil dengan tegangan input sebesar 12 V DC. Bentuk dari dari kipas yang digunakan pada alat *water bath* dapat dilihat pada Gambar2.5.

2.3.6. Sensor LM35

6. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
7. Memiliki ketidak linieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4} ^\circ C$.

2.3.7. 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 ke dalamnya. *Input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Pada perancangan simulasi *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 2.7.



Gambar 2.7. Mikrokontroler ATmega 16

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. *Aithmetic 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 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 penyimpan 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 kejadian 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. Pemrograman pada mikrokontroler biasanya menggunakan bahasa *Assembler*, atau bahasa tingkat tinggi seperti bahasa C atau Basic.

2.3.8. *Liquid Cristal Display (LCD)*

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 *water bath* yang akan dirancang menggunakan LCD 2x16, dimana nantinya semua pengaturan akan ditampilkan pada LCD. Bentuk dari LCD 2x16 dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Karena LCD sudah dilengkapi perangkat kontrol sendiri yang menyatu dengan LCD, maka kita mengikuti aturan standar yang telah disimpan dalam pengontrolan tersebut. Konfigurasi pin yang terdapat dalam LCD disajikan dalam tabel 2.1.



Gambar 2.8. Bentuk LCD 2x16

Tabel 2.1. Data untuk Pin LCD

Pin	Simbol	Nilai	Fungsi
1	Vss	-	Power supply 0 volt (ground)
2	Vdd/Vcc	-	Power supply Vcc
3	Vee	-	Seting kontras
4	RS	0/1	0: intruksi input / 1: data input
5	R/W	0/1	0: tulis ke LCD / 1: membaca dari LCD
6	E	0--> 1	Mengaktifkan sinyal
7	DB0	0/1	Data pin 0
8	DB1	0/1	Data pin 1
9	DB2	0/1	Data pin 2
10	DB3	0/1	Data pin 3
11	DB4	0/1	Data pin 4
12	DB5	0/1	Data pin 5
13	DB6	0/1	Data pin 6
14	DB7	0/1	Data pin 7
15	VB+	-	Power 5 Volt (Vcc) Lampu latar (jika ada)
16	VB-	-	Power 0 Volt (ground) Lampu latar (jika ada)

Untuk jenis LCD 2x16 memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 2x16 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C.