

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Temperatur dan Kelembaban

Temperatur dan kelembaban merupakan aspek yang penting dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah. Banyak hal yang sangat bergantung pada kondisi temperatur dan kelembaban pada daerah tersebut. Makhluk hidup pun sangat bergantung pada kondisi temperatur dan kelembaban daerah yang ditempatinya.¹

Hubungan temperatur dan kelembaban udara sangat berkaitan, sehingga bila suhu/temperatur udara berubah, maka kelembaban udara pun turut berubah. Semakin sedikit *volume* air pada tanah dapat menyebabkan suhu udara meningkat. Hal ini dikarenakan kandungan air dalam tanah dan di udara tidak dapat mempertahankan suhu dan kelembaban. Oleh karena itu, penambahan *volume* air sangat erat hubungannya dengan ketersediaan air dalam tanah.²

Tinggi rendah suhu menjadi salah satu faktor yang menentukan tumbuh kembang, reproduksi dan juga kelangsungan hidup dari tanaman. Suhu yang baik bagi tumbuhan adalah antara 22°C sampai dengan 37°C. Temperatur yang lebih atau

¹ Dikutip dari Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November. AN27 - *Weather Station I (Temperature & Humidity)* oleh Bambang S.A. & Arief,R

² Hasan, B.J. Dasar-dasar Agronomi. Rajawali Press.

kurang dari batas normal tersebut dapat mengakibatkan pertumbuhan yang lambat atau berhenti.

Kadar air dalam udara dapat mempengaruhi pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan. Tempat yang lembab menguntungkan bagi tumbuhan di mana tumbuhan bisa mendapatkan air lebih mudah serta berkurangnya penguapan yang akan berdampak pada pembentukan sel yang lebih cepat.³

Pengaruh *volume* pemberian air pada kelembaban udara menunjukkan bahwa peningkatan *volume* pemberian air akan meningkatkan kelembaban udara dan berbanding terbalik dengan suhu udara. Hal ini diasumsikan bahwa semakin banyak *volume* air yang diberikan pada tanah, jumlah air yang akan menguap juga bertambah, sehingga kandungan uap air di udara di atas permukaan tanah akan meningkat dan kelembaban udaranya juga meningkat. Pada suhu udara yang rendah, udara mengandung uap air dalam jumlah yang banyak, yang berarti pula mempunyai kelembaban udara yang tinggi. Menurut Hasan (1988), volume air yang diberikan secara teratur melalui penyiraman akan meningkatkan kelembaban udara di sekitar tanaman.

Kelembaban Relatif/*Relative Humidity* (RH) adalah suatu perbandingan yang dinyatakan dalam persentase, banyaknya persen uap air di dalam atmosfer terhadap jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhinya pada suhu yang sama. Kelembaban relatif berubah-ubah menyesuaikan suhu.⁴

³ Dikutip dari Jurnal Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan Dan Pertumbuhan Tumbuhan/Tanaman - Teori Biologi

⁴ Institut Teknologi Sepuluh November. AN27 - *Weather Station I (Temperature & Humidity)* oleh Bambang S.A. & Arief,R

Sebaiknya, penyiraman tanaman dilakukan dengan air bersih. Waktu yang tepat untuk penyiraman yaitu pada pagi atau sore hari. Hal ini didasarkan pada saat tersebut, intensitas cahaya yang dipancarkan oleh matahari sudah tidak tinggi lagi sehingga tanaman tidak terlalu stres karena perbedaan suhu yang drastis.⁵

B. Sensor Suhu LM35

Sensor jenis ini digunakan untuk mengukur temperatur di suatu daerah. LM35 merupakan sensor suhu yang hasilnya cukup linier. LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal ataupun *timing* khusus. Sensor ini mempunyai karakteristik yang linear yaitu pada $+10.0 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Gambar IC LM35 dengan kemasan plastik terdapat pada gambar 1. Sensor suhu LM35 langsung terkalibrasi mendeteksi suhu dalam derajat Celcius. Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor suhu LM35 :

- *Range* deteksi -55°C sampai dengan $+150^\circ\text{C}$
- Dioperasikan pada tegangan 4 sampai dengan 30 VDC.⁶

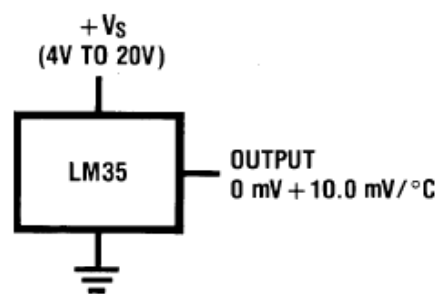


Gambar 1. Sensor suhu LM35

⁵ Pemeliharaan Taman. Edisi Revisi. Arifin, Hadi Susilo dan Nurhayati HS Arifin.

⁶ Institut Teknologi Sepuluh Noverber. AN27 - *Weather Station I (Temperature & Humidity)* oleh Bambang S.A. & Arief,R

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt, akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA . Hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C .



Gambar 2. *Typical Application LM35*

LM35 mempunyai 3 pin dengan fungsinya masing-masing, yaitu pin 1 atau V_s berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 volt sampai dengan 1,5 volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *Celsius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan, akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena

terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya. Jika suhu udara di sekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara di sekitarnya .

C. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler merupakan perangkat semikonduktor yang terdiri dari mikroprosesor, *input* dan *output*, serta memori yang terdapat dalam satu kemasan *chip* sehingga mikrokontroler dapat berfungsi sebagai pengontrol dalam suatu alat.

Dunia mikro elektronika saat ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan terakhir, yaitu generasi *Alf and Vegard's Risc processor* (AVR), memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (*16 bits word*) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Hal ini disebabkan arsitektur kedua jenis mikrokontroler ini berbeda. AVR berteknologi *Reduced Instruction Set Computing* (RISC), sedangkan seri MCS51 berteknologi *Complex Instruction Set Computing* (CISC).

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan

fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk Atmel, yaitu ATmega8535. Selain karena mudah didapatkan dan murah, ATmega 8535 juga memiliki fasilitas yang lengkap. *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) adalah salah satu dari tiga tipe memori pada AVR (dua yang lain adalah memori *flash* dan SRAM). EEPROM tetap dapat menyimpan data saat tidak dicatu daya dan juga dapat diubah saat program berjalan. Oleh sebab itu, EEPROM sangat berguna untuk menyimpan informasi, seperti nilai kalibrasi, nomor ID, dan juga *password*.

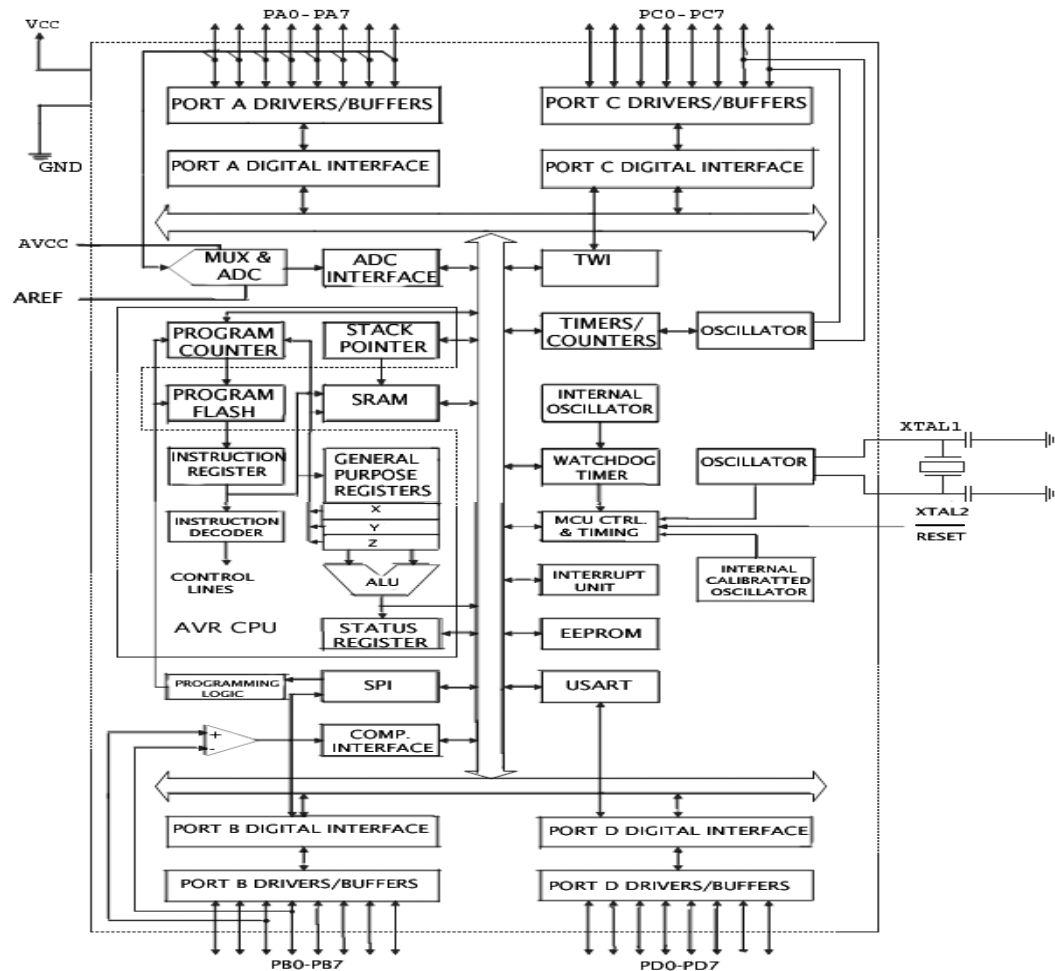
1. Arsitektur ATmega8535

ATmega8535 memiliki bagian-bagian sebagai berikut:

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. *Watchdog Timer* dengan osilator *internal*.
- f. SRAM sebesar 512 byte.
- g. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- h. Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- i. Port antarmuka SPI.
- j. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antarmuka komparator analog.

1. Port USART untuk komunikasi serial.

Arsitektur mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur ATmega8535

ATmega8535 memiliki empat buah *port* (terminal) masukan/luaran yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D. Port A selain berfungsi sebagai *port* I/O digital, pin-pinnya juga dapat difungsikan sebagai saluran masukan sinyal analog yang akan diubah menjadi sinyal digital oleh ADC internal. Port B terdapat pada pin nomor 1 hingga 8. Selain sebagai pin I/O digital biasa, pin-pin yang ada port B juga memiliki fungsi khusus.

Pin PB0 dan PB1 memiliki fungsi lain yaitu sebagai masukan sinyal *clock* eksternal untuk *timer/counter* 0 dan 1. Pin PB5 (MOSI), PB6 (MISO), dan PB7 (SCK) memiliki fungsi lain sebagai saluran untuk sinyal *in sistem programming* (ISP).

Port D terdapat pada pin nomor 14 hingga 21. Selain berfungsi sebagai pin I/O digital biasa, pin-pin yang terdapat pada port D juga memiliki fungsi khusus. Pin PD2 (INT0) dan PD3 (INT1) berfungsi sebagai masukan untuk sinyal *interrupt* eksternal yang dapat menginterupsi alur program yang di eksekusi CPU. Pin PD7 (OC2) juga berfungsi sebagai pin untuk keluaran sinyal *clock/PWM* yang dihasilkan oleh *timer 2* yang ada di dalam mikrokontroler. Pin *RESET* merupakan pin aktif rendah untuk mereset mikrokontroler. Dalam keadaan *reset* maka alur program akan kembali ke alamat 0x0. Pin VCC dan GND adalah pin yang digunakan untuk penyedia tegangan mikrokontroler.

2. Fitur ATMega8535

Kapabilitas detail dari ATMega8535 adalah sebagai berikut :

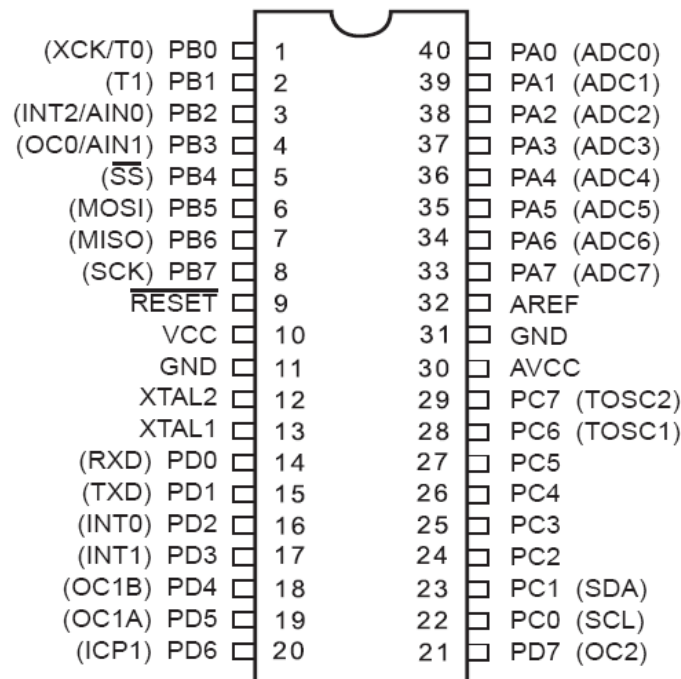
- a. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- b. Kapabilitas memori *flash* 8 KB, SRAM sebesar 512 byte, dan *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) sebesar 512 byte.
- c. ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
- d. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- e. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

3. Konfigurasi Pin ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 4. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut :

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- b. GND merupakan pin *ground*.
- c. Port A (PA0-PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan catu daya.
- d. Port B (PB0-PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *timer/counter*, komparator analog, dan SPI.
- e. Port C (PC0-PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *timer oscillator*.
- f. Port D (PD0-PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, *interupsi eksternal*, dan komunikasi serial.
- g. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.
- i. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- j. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.⁷

⁷ Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535. Wardhana, Lingga.

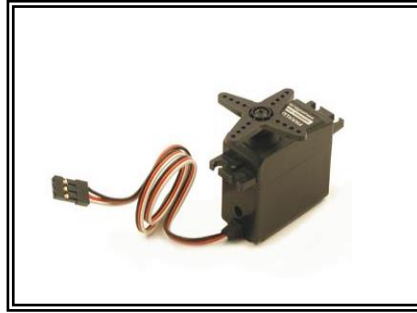


Gambar 4. Konfigurasi Pin ATmega8535

D. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol.

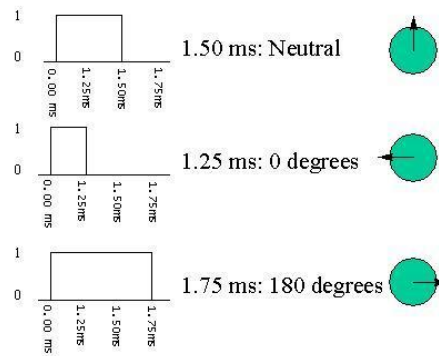
Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu.



Gambar 5. Motor Servo

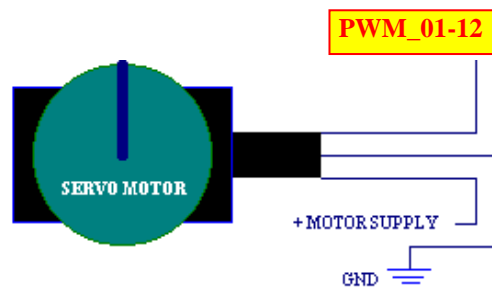
Motor servo memiliki tiga kabel terhubung seperti Gambar 5. Kabel merah untuk power supply dengan besar tegangan berkisar 5 sampai 7 volt. Kabel putih merupakan kabel pengendali yang dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler. Posisi perputaran motor dapat dikendalikan dengan menggunakan gelombang pulsa yang dikirimkan ke motor servo. Untuk mengontrol pergerakan motor digunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM merupakan suatu metoda untuk mengatur pergerakan motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa *high* terhadap periode dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor.

Motor servo akan dapat menerima pulsa setiap 20 ms. Panjang dari pulsa akan berpengaruh terhadap perputaran dari motor, sebagai contoh jika panjang pulsa 1,5 ms, akan membuat motor berputar sebanyak 90° , jika lebar pulsa lebih besar dari 1.5 ms, motor akan berputar mendekati 180° sedangkan jika lebih kecil dari 1,5 ms motor akan berputar mendekati 0° . Motor servo dapat berputar sebanyak 90° sampai 180° , selain itu ada juga yang dapat berputar 360° (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Panjang pulsa dapat mempengaruhi perputaran motor

Karena motor servo sudah mempunyai rangkaian *driver*, maka mikrokontroler ATmega8535 dapat langsung memberikan arus luaran maksimal ke motor servo sehingga sinyal PWM yang dihasilkan dapat langsung digunakan untuk mengoperasikan motor (lihat Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan antara motor servo dengan pengendali mikro

E. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD merupakan kristal cair pada layar yang digunakan sebagai tampilan dengan memanfaatkan listrik untuk mengubah-ubah bentuk kristal-kristal cairnya sehingga membentuk tampilan angka dan atau huruf pada layar.

LCD yang paling banyak digunakan saat ini ialah LCD M1632 karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

Ada dua tipe utama dari tampilan LCD, yaitu numerik (biasa digunakan pada jam dan kalkulator) dan teks alphanumerik (biasa digunakan pada *photocoupler* dan *mobile telephone*).

LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk mengatur tempat penyimpanan karakter tersebut.

Display	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	...
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	54	55	...

Gambar 8. Susunan alamat pada LCD

Alamat awal karakter 00H dan alamat akhir 39H. Jadi, alamat awal di baris kedua dimulai dari 40H. Jika Anda ingin meletakkan suatu karakter pada baris ke-2 kolom pertama, maka harus diset pada alamat 40H. Jadi, meskipun LCD yang digunakan 2x16 atau 2x24, atau bahkan 2x40, maka penulisan programnya sama saja.

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter, dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. Namun, memori akan hilang saat *power supply* tidak aktif sehingga pola karakter akan

hilang. Berikut tabel pin untuk LCD M1632. Perbedaannya dengan LCD standar adalah pada kaki 1 VCC, dan kaki 2 Gnd. Ini kebalikan dengan LCD standar.

Tabel 1. Susunan Kaki LCD M1632 pada Pengendali Utama

No	Nama Pin	Deskripsi	Port
1	VCC	+5V	VCC
2	GND	0V	GND
3	VEE	Tegangan kontras LCD	
4	RS	<i>Register Select</i> , 0= <i>Input</i> instruksi, 1= <i>Input</i> data	PD0
5	R/W	1=Read; 0=Write	PD1
6	E	<i>Enable Clock</i>	PD2
7	D4	Data Bus 4	PD4
8	D5	Data Bus 5	PD5
9	D6	Data Bus 6	PD6
10	D7	Data Bus 7	PD7
11	<i>Anode</i>	Tegangan positif <i>backlight</i>	
12	<i>Katode</i>	Tegangan negatif <i>backlight</i>	

Perlu diketahui, *driver* LCD seperti HD44780 memiliki dua register yang aksesnya diatur menggunakan pin RS. Pada saat RS berlogika 0, register yang diakses adalah perintah, sedangkan pada saat RS berlogika 1, register yang diakses adalah register data.

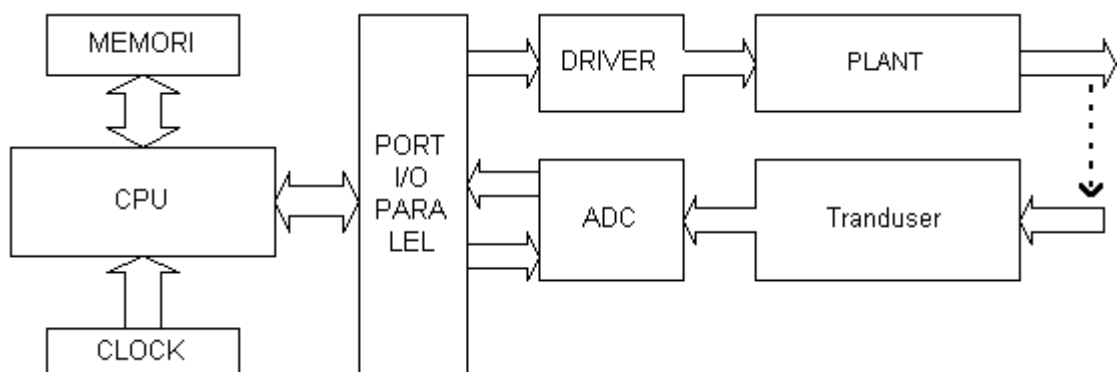
Agar dapat mengaktifkan LCD, proses inisialisasi harus dilakukan dengan cara *set bit* RS dan meng-*clear*-kan *bit* E dengan waktu tunda minimal 15 ms. Kemudian mengirimkan data 30H dan waktu tunda diturunkan lagi selama 5 ms. Proses ini harus dilakukan tiga kali, lalu mengirim data 20H dan *interface data length* dengan lebar 4 *bit* saja (28H). Setelah itu *display* dimatikan (08H) dan diclearkan

(01H). Selanjutnya dilakukan set *display* dan *cursor*, serta *blinking* apakah *on* atau *off*.

Pada sistem penyiraman tanaman otomatis ini, LCD digunakan untuk menampilkan *Real Time Clock* serta untuk mengatur waktu penyiraman yang akan dilakukan. Selain itu juga digunakan untuk menampilkan suhu hasil deteksi sensor suhu LM35.

F. Sistem Kendali *on-off*

Sistem penyiraman tanaman secara otomatis menggunakan sensor suhu LM35 berbasis mikrokontroler ATmega8535 ini merupakan sistem kendali *on-off*. Pada sistem kendali *on-off* ada dua keadaan yang akan dihasilkan *output*, yaitu keadaan *on* atau keadaan *off*. Sebagai contoh, mikroprosesor dapat digunakan sebagai pengendali sistem kendali *on-off*. Secara umum sistem kendali *on-off* berbasis mikroprosesor dapat digambarkan seperti blok diagram pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Sistem kendali *on-off* berbasis mikroprosesor

Tranduser digunakan untuk mengkonversi besaran tertentu menjadi tegangan yang umumnya berupa sinyal analog. Agar sinyal analog yang dihasilkan tranduser ini dapat terbaca oleh mikroprosesor, maka ia harus diubah dahulu menjadi sinyal digital. Rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital adalah ADC. Data yang telah dikonversi oleh ADC akan diolah lebih lanjut oleh mikroprosesor untuk meng"*on*"kan atau meng"*off*"kan plant. Adapun fungsi driver pada sistem kendali berbasis mikroprosesor adalah sebagai penguat untuk meng"*on*"kan atau meng"*off*"kan sistem yang umumnya mempunyai tegangan dan catu daya yang besar sehingga dapat dikendalikan oleh mikroprosesor yang mempunyai tegangan keluaran yang kecil, yaitu 5 volt.⁸

⁸ Dikutip dari Jurnal Pengantar Singkat Sistem Kendali, *OPIHomepage*