BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Refrigerasi

Refrigerasi adalah suatu sistem yang memungkinkan untuk mengatur suhu sampai mencapai suhu di bawah suhu lingkungan. Penggunaan refrigerasi sangat dikenal pada sistem pendingin udara pada bangunan, transportasi, dan pengawetan suatu bahan makanan dan minuman. Penggunaan refrigerasi juga dapat ditemukan pada pabrik skala besar, contohnya, proses dehidrasi gas, aplikasi pada industri petroleum seperti pemurnian minyak pelumas, reaksi suhu rendah, dan proses pemisahan hidrokarbon yang mudah menguap.

Refrigasi dicapai dengan melakukan penyerapan panas pada suhu rendah secara terus menerus, yang biasanya bisa dicapai dengan menguapkan suatu cairan secara kontinyu. Uap yang terbentuk dapat kembali ke bentuk asalnya kembali, cairan, biasanya dengan dua cara. yang paling umum, uap itu hanya akan ditekan lalu diembunkan (memakai *fin* seperti pada kulkas). Cara lain, bisa diserap dengan cairan lain yang mudah menguap yang setelah itu diuapkan pada tekanan tinggi.

Kulkas atau lemari es adalah sebuah alat rumah tangga listrik yang menggunakan *refrigeration* (proses pendingin) untuk menolong pengawetan makanan, refrigator bekerja menggunakan pompa panas pengubah fase beroperasi dalam sebuah putaran refrigeration. Kulkas industri adalah kulkas yang digunakan untuk kebutuhan industri, seperti di restoran atau supermarket.

Mereka dapat terdiri dari lemari pendingin atau lemari pembeku atau keduanya. Sistem dua lemari ini diperkenalkan pertama kali oleh General Electric pada 1939. Beberapa kulkas sekarang dibagi menjadi empat ruang untuk penyimpanan jenis makanan yang berbeda:

a. -18 °C (pembeku)
b. 0 °C (daging)
c. 4 °C (pendingin)
d. 10 °C (sayuran), untuk menaruh berbagai jenis makanan.

Kapasitas sebuah kulkas diukur dalam liter. Biasanya isi pembeku adalah 100 liter dan pendingin 140 liter (namun dapat sangat bervariasi).

2.1.1 Manfaat Refrigerasi

Operasi refrigerasi mempunyai manfaat yang banyak, antara lain:

a. Pengkondisian udara pada mangan dalam bangunan/rumah, sehingga temperatur di dalam bangunan/rumah lebih dingin dibanding di luar rumah.
b. Pengolahan/transportasi/penyediaan bahan-bahan makanan/minuman menjadi legis terhadap aktivitas mikro organisme.
c. Pembuatan batu es dan dehidrasi gas dalam skala besar .
d. Pemurnian minyak pelumas pada industri minyak bumi.
e. Melangsungkan reaksi-reaksi kimia pada temperatur rendah.
f. Pemisahan terhadap komponen-komponen hidrokarbon yang mudah menguap.
g. Pencairan gas untuk mendapatkan gas mumi (O_2 dan N_2).

2.1.2 Peralatan-Peralatan Pokok Refrigerasi

Operasi refrigerasi butuh suatu mesin yang disebut dengan refrigerator. Refrigerator merupakan kumpulan serangkaian peralatan, seperti:

a. Kompressor

Kompressor adalah alat yang digunakan untuk menghisap uap refrigerant dan mengkompresinya sehingga tekanan uap refrigerant naik sampai ke tekanan yang diperlukan untuk pengembunan (kondensasi) uap regrigerant di dalam kondensor. Kompressor ini digerakkan oleh sumber tenaga dari mesin penggerak, seperti:

a. Motor listrik
b. Motor bakar
c. Diesel
d. Mesin uap
e. Turbin gas

b. Kondensor

Kondensor merupakan alat penukar panas yang berguna untuk mendinginkan uap refrigerant dari kompressor agar dapat mengembun menjadi cairan. Pada saat pengembunan ini, refrigerant mengeluarkan sejumlah kalori (panas pengembunan) yang mana panas ini diterima oleh media pendingin di dalam kondensor.

c. Akumulator

Merupakan alat yang berguna untuk mengumpulkan cairan refrigerant yang berasal dari kondensor. Dengan adanya alat ini akan memudahkan pengaturan stock dari total refrigerant.

d. Mesin Ekspansi atau Katup Ekspansi

Mesin atau katup ekspansi ini berfungsi untuk menurunkan tekanan dari cairan refrigerant sebelum masuk ke evaporator, sehingga akan memudahkan refrigerant menguap di evaporator dan menyerap kalori (panas) dari media yang didinginkan.

e. Evaporator

Juga merupakan alat penukar panas. Refrigerant cair dengan tekanan rendah setelah proses ekspansi, diuapkan dalam alat ini. Untuk penguapan refrigerant cair ini tentunya diperlukan sejumlah kalori, yang mana diambil dari media yang akan didinginkan oleh sistem refrigerasi. Misalnya pada mesin Air Conditioning (AC), media yang didinginkan adalah udara di dalam ruangan (kamar). Begitu pula pada kulkas, media yang didinginkan adalah ruangan dalam kulkas dan segala sesuatu yang berada dalam kulkas. Uap refrigerant yang terbentuk di evaporator langsung dihisap oleh kompressor, demikian seterusnya mengulangi langkah pertama tadi sehingga membentuk suatu siklus, yang disebut dengan siklus refrigerasi.

2.1.3 Istilah Penting Refrigerasi

a. Situs refrigerasi adalah apabila yang menjadi tujuan adalah pemindahan panas dari ruangan temperatur rendah. Contoh : kulkas, AC.
b. Situs pompa kalor adalah apabila yang menjadi tujuan adalah penerimaan panas yang mana panas tersebut berasal dari ruangan, bertemperatur rendah.

Contoh : Pompa kalor sebagai penghangat ruangan.

c. Efek Refrigerasi (Refrigerating Effect) adalah jumlah panas yang diserap diambil dari ruangan temperatur rendah.
d. Efek Pemanasan (Heat Effect) adalah jumlah panas yang diterima oleh ruangan temperatur tinggi.

2.2. Mikrokontroler ATMega8535

Mikrokontroler *AVR (Alf and Vegard's Risc processor)* dari atmel ini menggunakan arsitektur RISC *(Reduced Instruction Set Computer)* yang artinya prosesor tersebut memiliki set intruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC *(Complex Instruction Set Computer)*.

Hampir semua instruksi prosesor RISC adalah intruksi dasar (belum tentu sederhana), sehingga instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya. Kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan 2 siklus mesin. RISC biasanya dibuat dengan arsitektur *Harvard*, karena arsitektur ini yang memungkinkan untuk membuat eksekusi instruksi selesai dikerjakan dalam satu atau dua siklus mesin, sehingga akan semakin cepat dan handal. Proses *downloading* programnya relatif lebih mudah karena dapat dilakukan langsung pada sistemnya.

Sebuah mikrokontroler tidak dapat memahami instruksi-instruksi yang berlaku pada mikrokontroler lain. Sebagai contoh, mikrokontroler buatan Intel dengan mikrokontroler buatan Motorolla memiliki perangkat instruksi yang berbeda.

2.2.1. Arsitektur ATMega8535

Mikrokontroler ATMega8535 memiliki fitur-fitur utama, sebagai berikut :

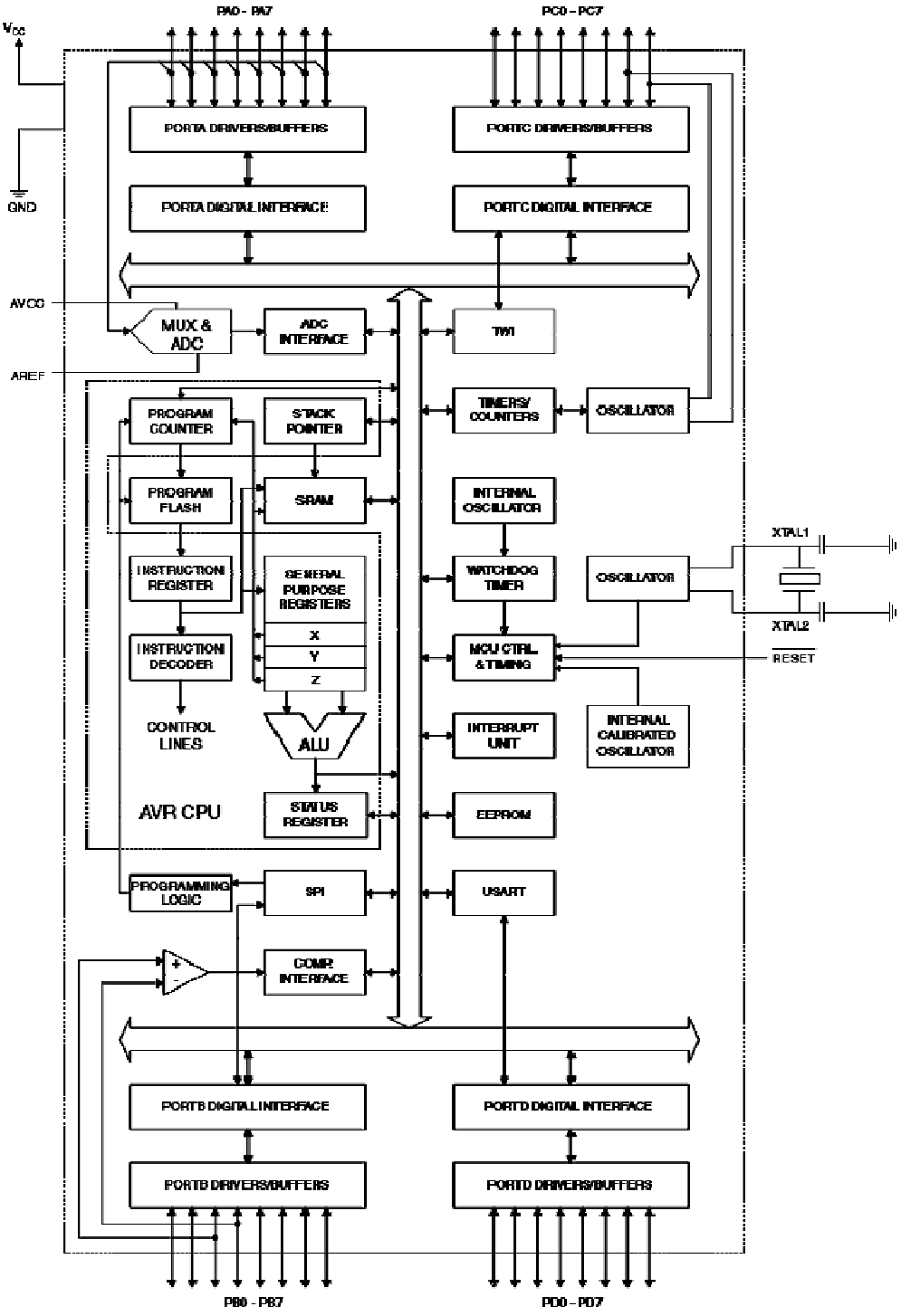
a. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu *Port* A, *Port* B, *Port* C, *Port* D.
b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
c. Tiga unit *Timer/ Counter* dengan kemampuan perbandingan.
d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
e. *Watchdog Timer* dengan osilator *internal.*
f. SRAM sebesar 512 byte.
g. Memori Flash sebesar 8 kbytes 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.
l. Port USART untuk komunikasi serial.

Pada arsitektur ATMega8535 terdapat sebuah inti prosesor (Processor core) yaitu *Central Processing Unit,* dimana terjadi proses pengumpanan instruksi (fetching) dan komputasi data. Seluruh register umum sebanyak 32 buah terhubung langsung dengan unit ALU (*Aritmatic and Logic Unit*) terdapat empat buah port masing-masing delapan bit dapat difungsikan sebagai masukan maupun keluaran.

Media penyimpanan program berupa Flash Memory, sedangkan penyimpanan data berupa SRAM (*Static Random Acsess Memory*) dan EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Red Only Memory*). Untuk komunikasi data tersedia fasilitas SPI (*Serial Peripheral Interface*), USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*), serta TWI (*Two-wire Serial Interface*).

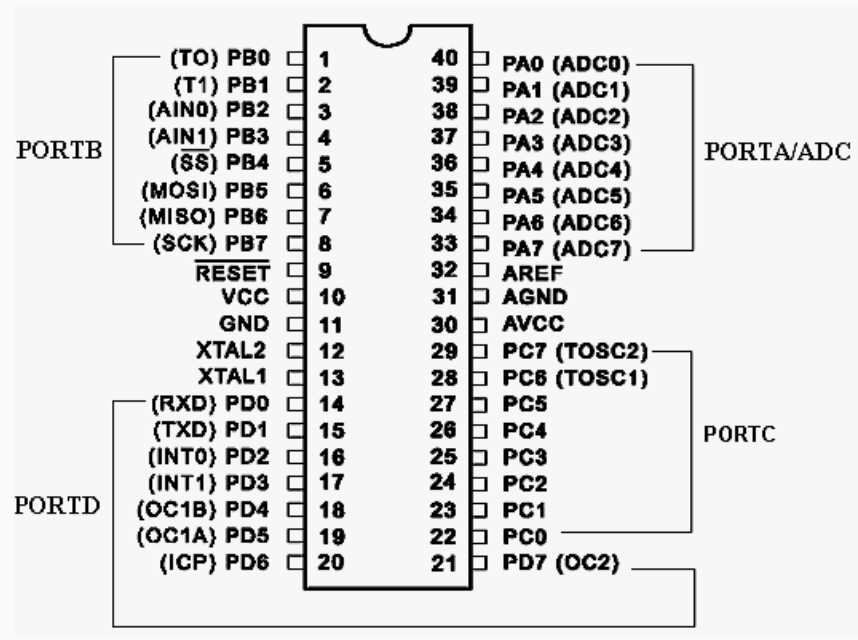
Disamping itu terdapat fitur tambahan, antara lain AC (*Analog Comparator*), 8 kanal 10-bit ADC (*Analog to Digital Converter*), 3 buah timer/counter, WDT (*Watchdog Timer*), manajemen penghematan daya (*Sleep Mode*), serta osilator internal 8 MHz. Seluruh fitur terhubung ke bus 8 bit. Unit interupsi menyediakan sumber interupsi hingga 21 macam. Sebuah stack pointer selebar 16 bit dapat digunakan untuk menyimpan data sementara saat interupsi. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Arsitektur ATMega8535*

2.2.2. Konfigurasi Pin

ATMega8535 terdiri atas 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut :



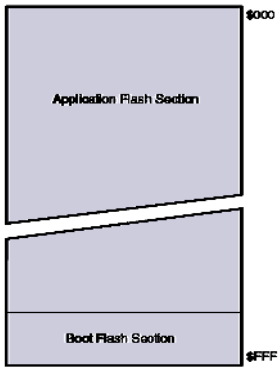
Gambar 2.2. *Konfigurasi pin ATMega8535*

Tabel 2.1. *Deskripsi Pin*

Nama Pin	Fungsi
VCC	Catu daya
GND	Ground
Port A (PA7..PA0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull-up* internal. Juga berfungsi sebagai masukan analog ke ADC (ADC0 s.d. ADC7)
Port B (PB7..PB0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull-up* internal. Fungsi khusus masing-masing pin : Port Pin Fungsi lain PB0 T0 (*Timer/ Counter0 External Counter Input*) PB1 T1 (*Timer/ Counter1 External Counter Input*) PB2 AIN0 (*Analog comparator Positive Input*) PB3 AIN1 (*Analog comparator Negative Input*) PB4 SS (SPI *Slave Select Input*) PB5 MOSI (SPI *Bus Master Output/ Slave Input*)

	PB6 MISO (SPI *Bus Master Input/ Slave Output*) PB7 SCK (SPI *Bus Serial Clock*)
Port C (PC7..PC0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull-up* internal. Dua pin yaitu PC6 dan PC7 berfungsi sebagai oscillator luar untuk *Timer/Counter2.*
Port D (PD7..PD0)	Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *pull-up* internal. Fungsi khusus masing-masing pin : Port Pin Fungsi lain PD0 RXD (UART *Input Line*) PD1 TXD (UART *Output Line*) PD2 INT0 (*External Interrupt 0 Input*) PD3 INT1 (*External Interrupt 1 Input*) PD4 OC1B (*Timer/ Counter1 Output CompareB Match Output*) PD5 OC1A (*Timer/ Counter1 Output CompareA Match Output*) PD6 ICP (*Timer/ Counter1 Input Capture Pin*) PD7 OC2 (*Timer/ Counter2 Output Compare Match Output*)
RESET	Masukan reset. Sebuah reset terjadi jika pin ini diberi logika rendah melebihi periode minimum yang diperlukan.
XTAL1	Masukan ke inverting oscillator amplifier dan masukan ke rangkaian.
XTAL2	Keluaran dari inverting oscillator amplifier.
AVCC	Catu daya untuk port A dan ADC.
AREF	Referensi masukan analog untuk ADC.
AGND	Ground analog.

2.2.3 Peta Memori

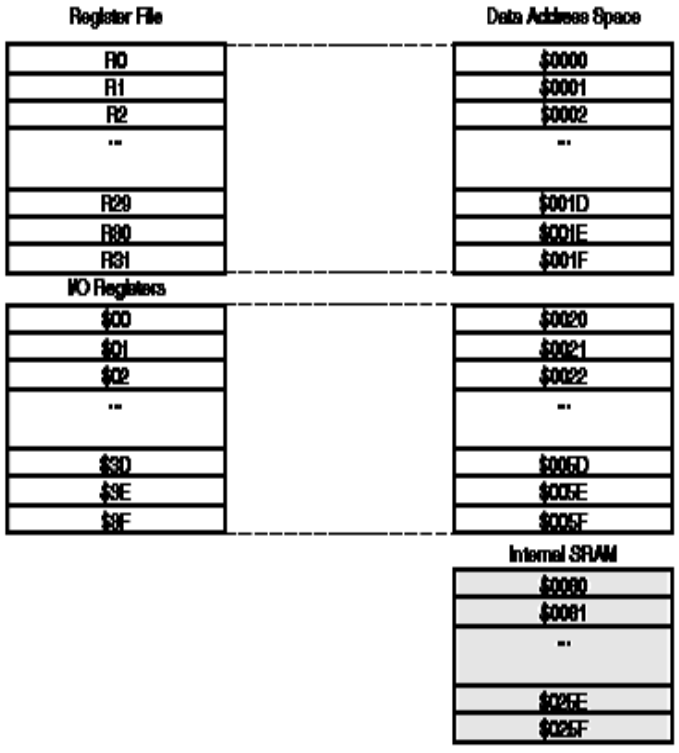


Gambar 2.3. *Peta memori program*

Arsitektur AVR terdiri atas dua memori utama, yaitu data memori dan program memori. Sebagai tambahan fitur dari ATMega8535, terdapat EEPROM 512 byte sebagai memori data dan dapat diprogram saat operasi.

ATMega8535 terdiri atas 8k *On-chip In-System Reprogrammable Flash memory* untuk menyimpan program. Karena seluruh instruksi AVR dalam bentuk 16 bit atau 32 bit, maka flash dirancang dengan komposisi 4k x 16. untuk mendukung keamanan software atau program, flash program memori dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian *Boot Program* dan bagian *Application Program.* Gambar 2.10 mengilustrasikan susunan memori program flash ATMega8535.

Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 512 byte SRAM Internal. Konfigurasi memori data ditunjukan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Peta memori data*

2.2.4 Stack Pointer

Stack pointer merupakan suatu bagian dari AVR yang berguna untuk menyimpan data sementara, variabel lokal, dan alamat kembali dari suatu interupsi ataupun subrutin. Stack pointer diwujudkan sebagai dua unit register, yaitu SPH dan SPL.

Saat awal, SPH dan SPL akan bernilai 0, sehingga perlu diinisialisasi terlebih dahulu. SPH merupakan byte atas (MSB), sedangkan SPL merupakan byte bawah (LSB). Hal ini hanya berlaku untuk AVR dengan kapasitas SRAM lebih dari 256 byte. Bila tidak, maka SPH tidak didefiniskan dan tidak dapat digunakan.

2.2.5 Timer ATMega8535

AVR ATMega8535 memiliki tiga buah timer, yaitu *Timer/Counter0* (8bit), *Timer/Counter1* (16 bit), *Timer/Counter2* (8 bit).

2.2.5.1 Timer/Counter0

Timer/Counter0 adalah Timer/Counter 8 bit yang multifungsi. Fitur-fitur dari Timer/Counter0 pada ATMega8535 adalah sebagai berikut :

1. Counter kanal.
2. Timer di-nol-kan saat proses pembandingan tercapai (*compare match*).
3. Sebagai pembangkit gelombang PWM.
4. Sebagai pembangkit frekuensi.
5. Clock pre-scaler 10 bit.
6. Sumber interupsi dari *compare match* (OCF0) dan *overflow* (TOV0).

Pengaturan *Timer/Counter0* diatur oleh TCCR0 (*Timer/Counter Control Register0*) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Regitrasi TCCR0*

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
FOC0	WGM00	COM01	COM01	WGM01	CS02	CS01	CS00

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya adalah sebagai berikut:

a. Bit 7 – FOC0 : *Force Output Compare*
b. Bit 6,3 – WGM01; WGM00 : *Wafeform Generation Unit*

   Bit ini mengontrol kenaikan dari counter, sumber dari nilai maksimum counter dan tipe dari jenis timer/counter yang dihasilkan, yaitu mode normal, clear timer, mode compare match, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*).
c. Bit 5,4 – COM01; COM00 : *Compare Match Output Mode*

   Bit ini mengontrol pin OC0 (*Pin Output Compare*). Apabila kedua bit ini nol atau clear, maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa. Bila salah satu bit set, maka fungsi pin ini tergantung pada pengaturan bit pada WGM00 dan WGM01.
d. Bit 2,1,0 – CS02; CS01; CS00 : *Clock Select*

   Ketiga bit tersebut untuk memilih sumber clock yang akan digunakan oleh Timer/Counter0.

2.2.5.2 Timer/Counter1

Timer/Counter1 adalah Timer/Counter 16 bit yang memungkinkan program pewaktuan lebih akurat. Fitur-fitur dari Timer/Counter1 pada ATMega8535 adalah sebagai berikut :

1. Desain 16 bit, sehingga memungkinkan untuk menghasilkan PWM 16 bit.
2. Dua buah unit pembanding.
3. Dua buah register pembanding.
4. Satu buah *input capture unit.*
5. Timer di-nol-kan saat proses pembanding tercapai (*match compare*).
6. Dapat menghasilkan gelombang PWM.
7. Periode PWM yang dapat diubah-ubah.
8. Sebagai pembangkit frekuensi.
9. Empat buah sumber interupsi (TOV1, OCF1A, OCF1B dan ICF1).

Pengaturan *Timer/Counter1* diatur oleh TCCR1A (*Timer/Counter1 Control RegisterA*) dan TCCR1B (*Timer/Counter1 Control RegisterB*).

Tabel 2.3. *Regitrasi TCCR1A*

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya adalah sebagai berikut:

a. Bit 7,6 – COM1A1; COM1A0 : *Compare Output Mode* untuk kanal A.

b. Bit 5,4 – COM1B1; COM1B0 : *Compare Output Mode* untuk kanal B.

   COM1A1, COM1A0, COM1B1 dan COM1B0 mengatur pin pembanding keluaran (*Output Compare pins*), yaitu pin OC1A dan OC1B. Jika salah satu atau keduanya dari COM1B1 dan COM1A0 diset 1, maka OC1A akan terhubung (aktif) sebagai pin keluaran. Begitu juga jika salah satu atau keduanya dari COM1B1 dan COM1B0 diset 1, maka OC1B akan terhubung (aktif) sebagai pin keluaran.

   Sebelum mengaktifkan OC1A dan OC1B, pin-pin yang bersangkutan tersebut harus diatur sebagai keluaran atau DDR (*Data Direction Register*) dari pin tersebut diset sebagai keluaran. Pengaturan COM1A1, COM1A0, COM1B1 dan COM1B0 harus menyesuaikan pengaturan bit WGM13, WGM12, WGM11, dan WGM10 terlebih dahulu.

c. Bit 3,2 – FOC1A; FOC1B : *Force Output Compare* untuk kanal A dan B.

   Bit ini harus diset 0 ketika TCRR1A dioperasikan sebagai fungsi PWM.

d. Bit 1,0 – WGM11; WGM10 : *Waveform Generation Mode*

   Bit-bit ini satu kesatuan dengan WGM13, WGM12 yang terdapat pada register TCCR1B. Bit-bit tersebut mengatur urutan perhitungan dari counter, menentukan nilai TOP (nilai maksimal dari pengaturan counter), dan menentukan pilihan tipe pengoperasian Timer/Counter1.

Tabel 2.4. *Regitrasi TCCR1B*

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
FOC0	WGM00	COM01	COM01	WGM01	CS02	CS01	CS00

Dari register tersebut, bit-bit yang berperan dalam pengaturan PWM adalah bit 4, bit 3, bit 2, bit 1, bit 0.

a. Bit 2, 1, 0 – CS12; CS11; CS00 : *Clock SelectI*.
   Ketiga bit tersebut untuk memilih sumber clock yang akan digunakan oleh Timer/Counter1.
b. Bit 4, 3 – WGM13; WGM12 : *Waveform Generation Mode*.
   Bit-bit satu kesatuan dengan bit WGM11 dan bit WGM10 yang terdapat pada register TCCR1A. Seperti pada bit WGM11 dan bit WGM10, bit WGM13, dan bit WGM12 berfungsi mengatur urutan perhitungan dari counter, menentukan nilai TOP (nilai maksimal dari pengaturan counter), dan menentukan pilihan tipe pengoprasian Timer/Counter1.

2.2.5.3 Timer/Counter2

Timer/Counter2 adalah Timer/Counter 8 bit yang multifungsi. Fitur-fitur dari Timer/Counter2 pada ATMega8535 adalah sebagai berikut :

1. Sebagai Counter 1 kanal.
2. Timer di-nol-kan saat proses pembandingan tercapai (*match compare*).
3. Dapat menghasilkan gelombang PWM.
4. Sebagai pembangkit frekuensi.
5. Clock prescaler 10 bit.
6. Sumber interupsi dari *compare match* (OCF0) dan *overflow* (TOV0).

Pengaturan *Timer/Counter2* diatur oleh TCCR2 (*Timer/Counter2 Control Register*).

Tabel 2.5. *Regitrasi TCCR2*

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya adalah sebagai berikut:

a. Bit 7 – FOC2 : *Force Output Compare*
b. Bit 6,3 – WGM21; WGM20 : *Wafeform Generation Unit*

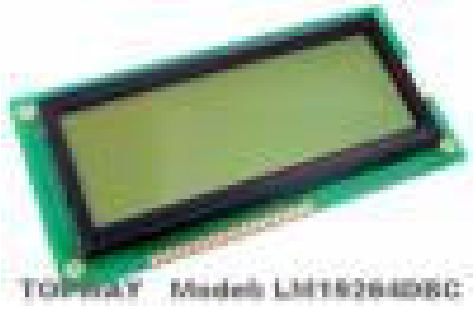
   Bit ini mengontrol kenaikan dari counter, sumber nilai maksimum counter dan tipe dari jenis timer/counter yang dihasilkan, yaitu mode normal, clear timer, mode compare match, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*).
c. Bit 5,4 – COM21; COM20 : *Compare Match Output Mode*

   Bit ini mengontrol pin OC2 (*Output Compare*). Apabila kedua bit ini nol atau clear, maka pin OC2 berfungsi sebagai pin biasa. Bila salah satu bit diset, maka fungsi pin ini tergantung pada pengaturan bit pada WGM20 dan WGM21.
d. Bit 2,1,0 – CS22; CS21; CS20 : *Clock Select*

   Ketiga bit tersebut untuk memilih sumber clock yang akan digunakan oleh Timer/Counter2.

2.3. LCD (Liquid Crystal Display)

LMB162A adalah modul LCD (*liquid crystal display*) matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya.



Gambar 2.5. *LCD LMB162A*

Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

a. Kaki 1 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
b. Kaki 2 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (Ground).
c. Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada cermet. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
d. Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke Register Data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke Register Perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
e. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke Ground.
f. Kaki 6 (E) : *Enable Clock LCD*, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
g. Kaki 7 – 14 (D0 – D7) : Data bus, kedelapan kak LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
h. Kaki 15 (Anoda) :Berfungsi untuk tegangan positif dari backlight LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki back light)
i. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif back light LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki backlight).

2.4. Keypad 4x4

Keypad termasuk alat interface yang sering dan cukup mudah untuk digunakan. Karena keypad salah satu sarana inputan yang banyak digunakan dalam aplikasi *machine interface* misalnya:

a. Pada sistem pengaturan suhu, keypad bisa digunakan operator untuk menentukan set point suhu yang diinginkan.
b. Pada sistem absensi pegawai, keypad bisa digunakan bagi pegawai untuk memasukan ID-nya, dll.



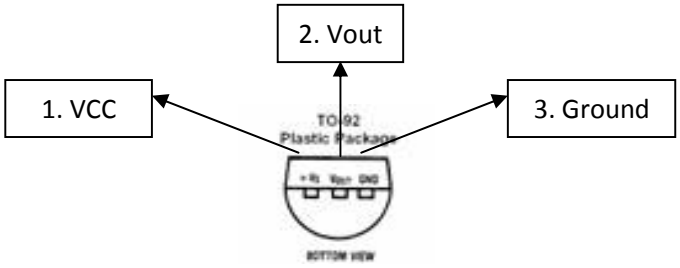
Gambar 2.6. *Bentuk Fisik Keypad 4x4*

2.5. LM 35DZ

LM 35DZ merupakan salah satu sensor suhu yang terkenal karena kemudahan dalam pengunaan dan sederhana dalam konfigurasi rangkaian. Selain harganya yang lumayan murah, Tegangan keluaran LM35DZ adalah linier dan proporsional terhadap ^{0} C. LM 35DZ memiliki jangkauan maksimal antara -55^{O}C sampai dengan 150^{O}C, untuk perancangan ini hanya dgunakan 3^{O}C sampai dengan 25^{O}C. di bawah ini adalah beberapa karakteristik sensor LM 35DZ :

1. Dikalibrasi langsung dalam celcius.
2. Memiliki faktor skala linear + 10.0 mV/°C
3. Memiliki ketepatan 0,5°C pada suhu + 25°C.
4. Jangkauan maksimal suhu antara 0°C sampai +150°C.
5. Cocok untuk aplikasi jarak jauh.
6. Harga yang cukup murah.
7. Bekerja pada tegangan catu 4 sampai 30 Volt.

8. Memiliki arus drain kurang dari 60 uA.
9. Pemanasan sendiri yang lambat (*low self – heating*), 0,08°C di udara diam. ketidaklinearan hanya sekitar ± 1 - 4°C.
10. Dan memiliki impedansi keluaran yang kecil, 0,1 W untuk beban 1 mA.



Gambar 2.7. *Bentuk Fisik LM 35DZ*

Gambar diatas menunjukan tampak bawah dari LM 35DZ. 3 pin LM 35DZ menujukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan atau VCC dari LM 35DZ, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau Vout dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM 35DZ yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt, dan pin 3 sebagai *ground*.

Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$VLM35DZ = Suhu * 10\ mV$$

2.6. Motor DC

Pada prinsipnya motor DC memiliki dua bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner disebut stator, stator ini menggunakan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor atau armature. Rotor ini berupa sebuah koil

dimana arus listrik mengalir. Jenis motor dibedakan berdasarkan pengaturan listrik dan konstruksi fisiknya, yaitu motor standar, motor bell dan motor disc. Dalam hal kelistrikan perbedaan motor.

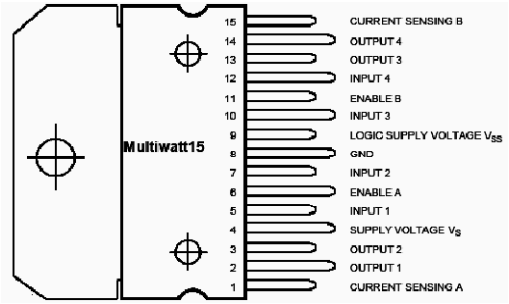
DC adalah pada medan magnetnya yang dihasilkan di dalam stator. Motor DC bekerja bila pada kedua kaki stator diberikan tegangan 12V dengan arus sekitar 2A sehingga pada rotor terjadi perubahan energi listrik menjadi energi mekanik yang mengakibatkan terjadinya tolak menolak antara rotor dan stator, karena kedua bagian ini dipasang secara berdampingan dengan kutub yang berbeda. Dari tolak menolak yang terjadi pada kedua magnet yang ditimbulkan oleh stator dan rotor maka terjadi suatu pergerakan yang mengakibatkan rotor akan berputar sesuai dengan pemberian tegangan pada kaki stator.



Gambar 2.8. *Motor DC*

2.7. Driver Motor DC

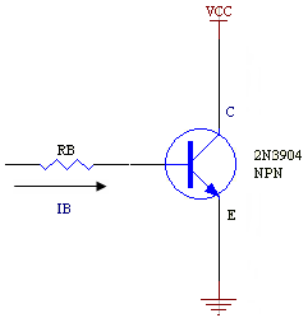
IC L298 merupakan sebuah driver untuk motor DC. Satu buah IC L298 bisa digunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. L298N mampu beroperasi sampai tegangan 46 V dan arus mencapai 2 A untuk setiap kanalnya



Gambar 2.9. *Konfigurasi pin IC L298N*

2.8. Transistor sebagai Saklar

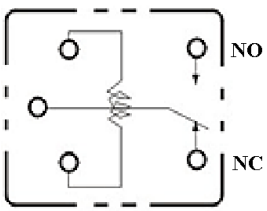
Transistor adalah salah satu komponen aktif, transistor dapat berfungsi sebagai penguat arus maupun tegangan. Sebuah transistor dapat difungsikan sebagai saklar elektronika dengan memanfaatkan dua keadaan transistor yaitu keadaan saturasi (sebagai saklar tertutup) dan keadaan *cut off* (sebagai saklar terbuka). Transistor 2N3904 dapat terihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. *Rangkaian Transistor 2N3904*

2.9. Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan prinsip kemagnetan. Secara umum fungsi relay adalah untuk saklar, hanya saja bekerja dalam mode elektronik bukan dalam mode mekanik. Untuk mengaktifkan sebuah relay, lebih baik menggunakan sebuah *driver*, hal ini dapat menggunakan transistor atau IC. Relay terdiri dari sebuah kumparan dan inti, sebuah saklar *Normally Open* (NO) dan sebuah saklar *Normally Closed* (NC). Pada saat output dari transistor yang tadinya terbuka menjadi tertutup sehingga komponen yang dihubungkan menjadi berubah keadaan. Relay juga memiliki rentang tegangan kerja yang berbeda, misal untuk relay DC, mulai dari 3V hingga relay 12V, besar hambatan relay tergantung dari tebal kawat dan banyaknya lilitan yang digunakan, besarnya harga hambatan ini antara 1 sampai 50KΩ. Struktur kaki relay dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Struktur Kaki pada Relay*