

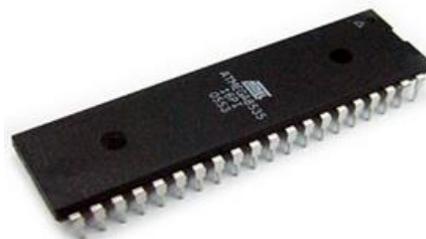
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 adalah pusat kendali dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai plus bagi mikrokontroler ini adalah terdapatnya memori dan port I/O dalam suatu kemasan IC yang kompak, fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, port I/O, komunikasi serial. Juga harga yang terjangkau memungkinkan mikrokontroler digunakan pada berbagai sistem elektronis, seperti pada robot, automasi industri, sistem alarm, peralatan telekomunikasi, hingga sistem keamanan (Wardhana, 2006).

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Hal ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx). Bentuk fisik mikrokontroler ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Mikrokontroler ATmega8535

(<http://e-belajarelektronika.com/arsitektur-mikrokontroler-avr-atmega-8535/>, diakses tanggal 13 juni 2016)

2.1.1 Arsitektur AVR ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki arsitektur sebagai berikut:

1. Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 Channel.
3. Tiga buah timer / counter.
4. 32 register.
5. *Watchdog Timer* dengan oscilator internal.
6. SRAM sebanyak 512 byte.
7. Memori Flash sebesar 8 kb.
8. Sumber Interrupt internal dan eksternal.
9. Port SPI (*Serial Pheriper Interface*).
10. EEPROM on board sebanyak 512 byte.
11. Komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

2.1.2 Fitur AVR ATmega8535

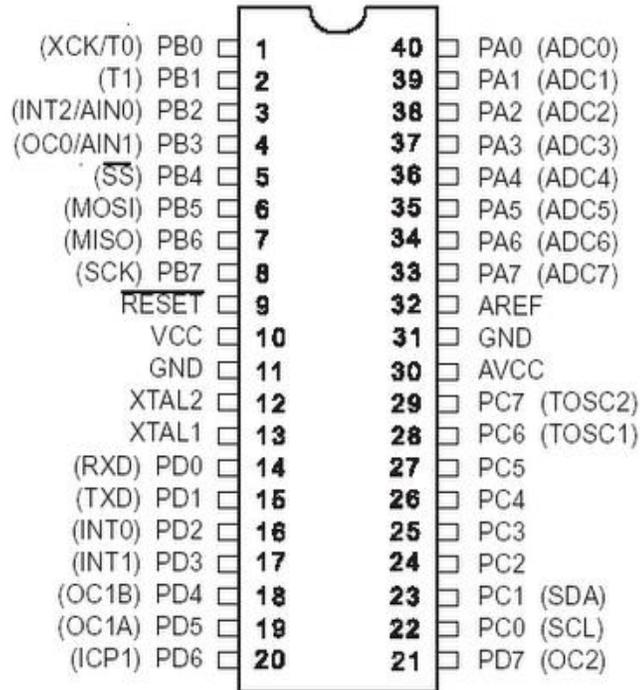
Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fitur sebagai berikut:

1. Sistem processor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Ukuran memory *flash* 8KB, SRAM sebesar 512 byte, EEPROM sebesar 512 *byte*.
3. ADC internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel.
4. Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps.
5. Mode Sleep untuk penghematan penggunaan daya listrik.

2.1.2 Konfigurasi PinATmega 8535

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai jumlah pin sebanyak 40 buah, dimana dengan susunan 32 pin dipergunakan untuk keperluan port I/O yang dapat menjadi pin *input/output* sesuai konfigurasi. Pada pin 32 tersebut terbagi atas 4 bagian (*port*), masing-masingnya terdiri atas 8 pin. Pin-pin lainnya digunakan untuk keperluan

rangkaian osilator, *supply* tegangan, *reset* serta tegangan referensi untuk ADC. Susunan pin-pin pada mikrokontroler ATmega8535 diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATmega8535

(<http://e-belajarelektronika.com/arsitektur-mikrokontroler-avr-atmega-8535/>, diakses tanggal 13 juni 2016)

Secara fungsional, konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
2. GND merupakan Pin *Ground*.
3. Port A (PA0...PA7).Port A berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D Konverter tidak digunakan. Pin-pin port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara *eksternal* ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin port

A adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.

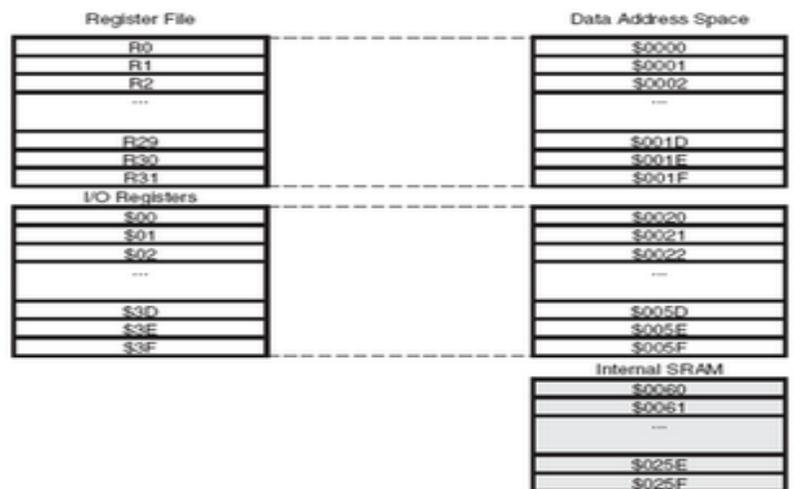
4. Port B (PB0...PB7). Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port B yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan.
5. Port C (PC0...PC7). Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port C yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.
6. Port D (PD0...PD1). Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port D yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.
7. RESET (*Reset Input*) Merupakan pin yang digunakan untuk *mereset* mikrokontroler. Sebuah *reset* terjadi jika pin ini diberi logika rendah melebihi periode minimum yang diperlukan.
8. XTAL1 (*Input Oscillator*). Masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan masukan ke rangkaian *clock internal*.
9. XTAL2 (*Output Oscillator*). Keluaran dari *inverting oscillator amplifier*.
10. AVCC Merupakan pin penyedia tegangan untuk port A dan A/D *converter* catu daya dari port A dan ADC.
11. AREF Merupakan pin referensi analog untuk A/D *converter*.

2.1.4 Peta Memori Atmega8535

ATmega8535 memiliki dua jenis memori yaitu memori data dan memori program ditambah dengan satu fitur tambahan yaitu EEPROM *memory* untuk penyimpanan.

1. Memori Data ATmega8535.

ATmega8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian yaitu : 32 buah register umum, 64 buah register I.O, dan 512 *byte* SRAM internal. Register untuk keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 sampai \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi I/O, dan sebagainya. Register khusus alamat memori secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 *byte*, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F (Meriwardana, 2010). Memori data ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.3.

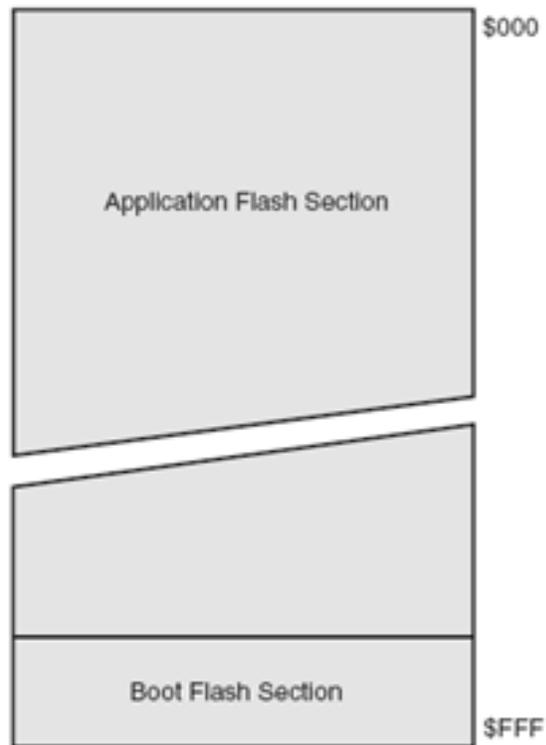


Gambar 2.3 Peta Memori Data ATmega8535

(<http://e-belajarelektronika.com/arsitektur-mikrokontroler-avr-atmega-8535/>, diakses tanggal 13 juni 2016)

2. Memori Program ATmega8535.

Memori program yang terletak pada Flash Perom tersusun dalam *word* atau *2 byte* karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32bit. AVR ATmega8535 memiliki 4KByte x 16 Bit Flash Perom dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12 bit *Program Counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi Flash. Peta memori program ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Peta Memori Program ATmega8535.

(<http://e-belajarelekttronika.com/arsitektur-mikrokontroler-avr-atmega-8535/>, diakses tanggal 13 juni 2016)

3. EEPROM Data Memory.

ATmega8535 memiliki EEPROM sebesar 512 *byte* untuk penyimpanan data. Lokasinya terpisah dengan sistem *adres* register, data register dan kontrol register yang dibuat khusus untuk EEPROM.

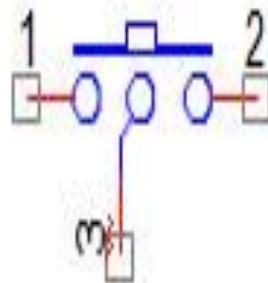
datalogger dan sebagainya. Saklar-saklar push button yang menyusun keypad yang digunakan umumnya mempunyai 3 kaki dan 2 kondisi, kondisi pertama yaitu pada saat saklar tidak ditekan, maka antara kaki 1, 2 dan 3 tidak terhubung (berlogika 1).



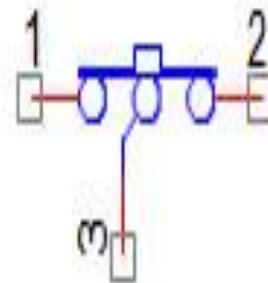
Gambar 2.6 Keypad

(<http://www.picaxe.com/Circuit-Creator/Switches/Keypad/> , diakses pada tanggal 13 juni 2016)

Sedangkan pada kondisi kedua adalah saat saklar ditekan, maka kaki 1, 2 dan 3 akan terhubung dan berlogika 0 sebagaimana terlihat pada gambar 2.7



(a) Keadaan saat saklar tidak ditekan
(berlogika 1)

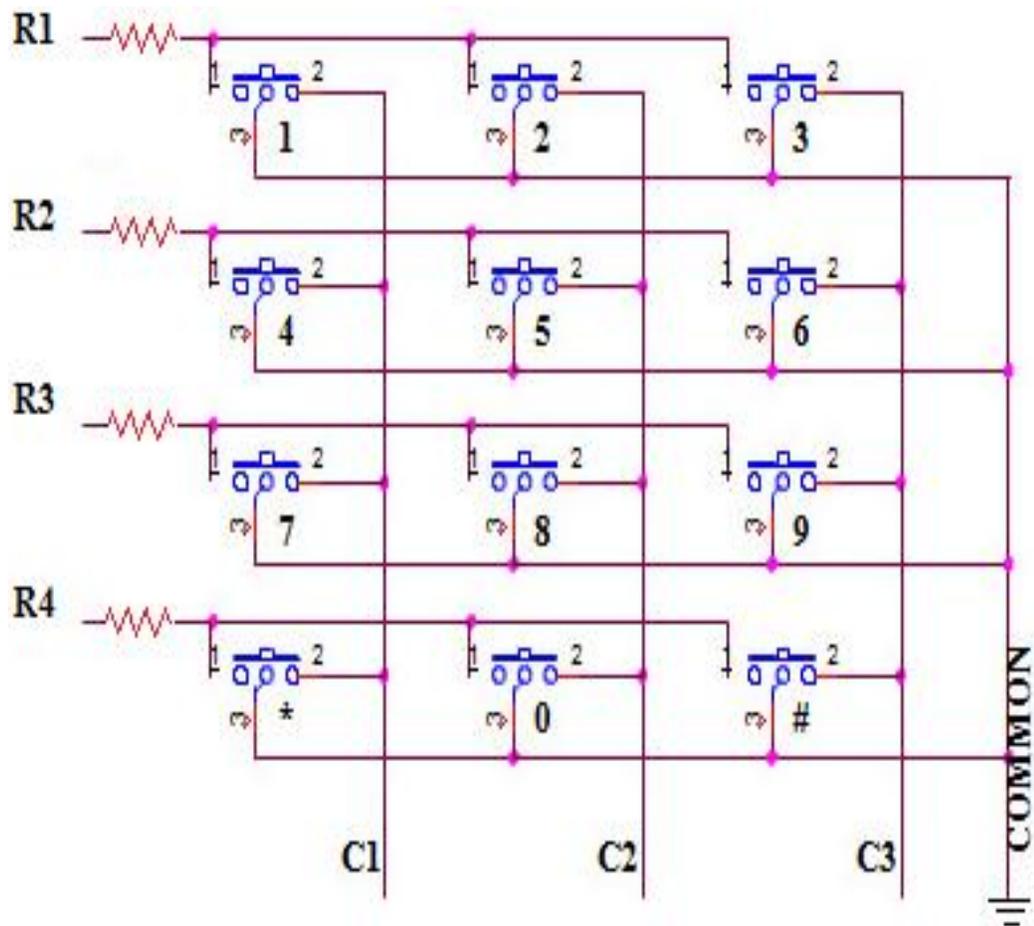


(b) Keadaan saat saklar ditekan
(berlogika 0)

Gambar 2.7 Saklar Push Button 3 Kaki.

2.2.1 Rangkaian Keypad

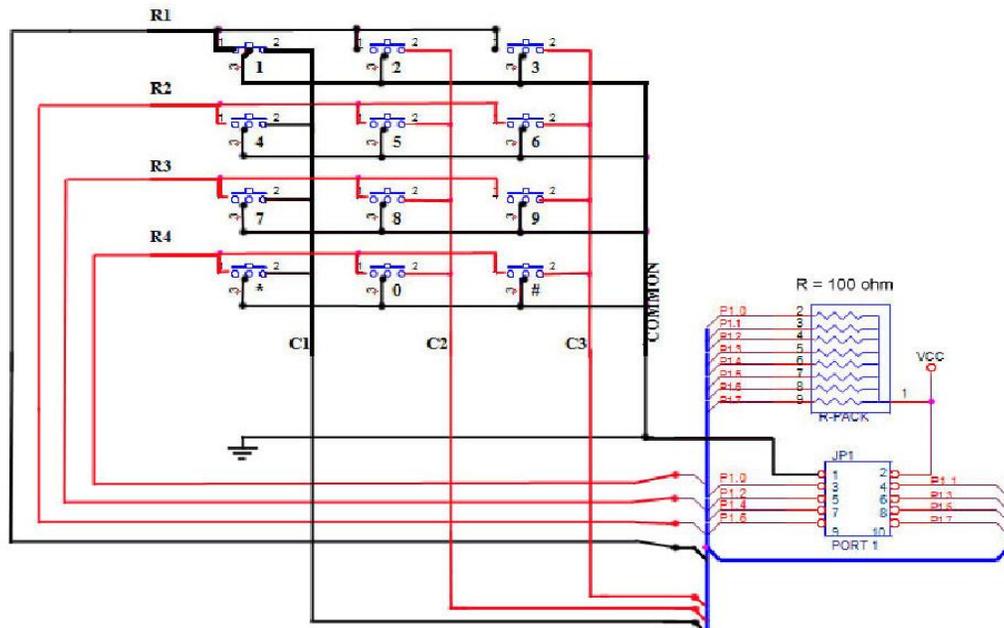
Keypad akan tersusun secara matrik dengan kondisi satu kaki menjadi indeks kolom (C1), satu kaki menjadi indeks baris (R1) dan satu kaki menjadi common (common). Susunan matrik keypad 4x3 tidak hanya terdiri dari satu saklar, akan tetapi tersusun dari 12 saklar dalam kondisi terhubung antara indeks baris, kolom dan common yang ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Rangkaian Keypad

2.2.2 Kombinasi Keypad dengan Mikrokontroler

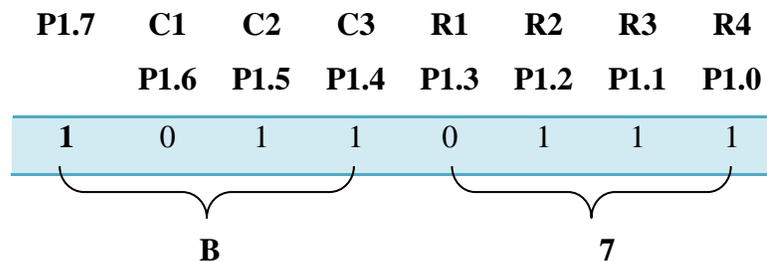
Ketika keypad dalam keadaan tidak ditekan maka baris (*row*) R1, R2, R3, R4, dan kolom (*collum*) C1,C2,C3,C4 yang terkombinasi dengan mikrokontroler berlogika satu.



Gambar 2.9 Sistem Input Data Keypad

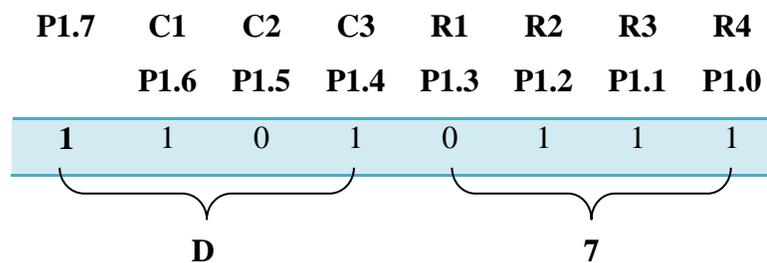
Dan apabila salah satu tombol ditekan akan terjadi hubungan singkat yang menyebabkan berlogika nol. Berikut contoh input data desimal pada keypad:

TOMBOL 1 ditekan :



Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol 1 yaitu **B7**.

TOMBOL 2 ditekan :



Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol 2 yaitu **D7**.

TOMBOL 3 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	1	0	0	1	1	1
E				7			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol 3 yaitu **E7**.

TOMBOL 4 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	0	1	1	1	0	1	1
B				B			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol 4 yaitu **BB**.

TOMBOL 5 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	0	1	1	0	1	1
D				B			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol 5 yaitu **DB**.

TOMBOL 6 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	1	0	1	0	1	1
E				B			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol **6** yaitu **EB**.

TOMBOL 7 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	0	1	1	1	1	0	1
	B			D			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol **7** yaitu **BD**.

TOMBOL 8 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	0	1	1	1	0	1
	D			D			

Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol **8** yaitu **DD**.

TOMBOL 9 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	1	0	1	1	0	1
	E			D			

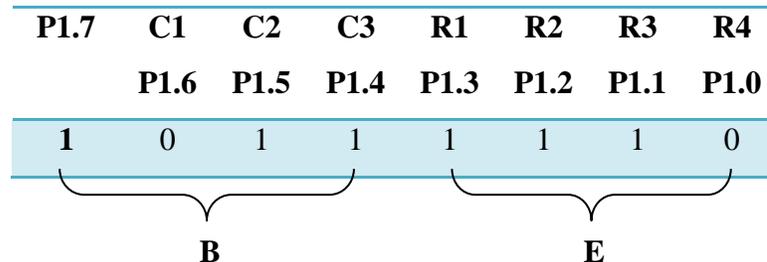
Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol **9** yaitu **ED**.

TOMBOL 0 ditekan :

P1.7	C1	C2	C3	R1	R2	R3	R4
	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
1	1	0	1	1	1	1	0
	D			E			

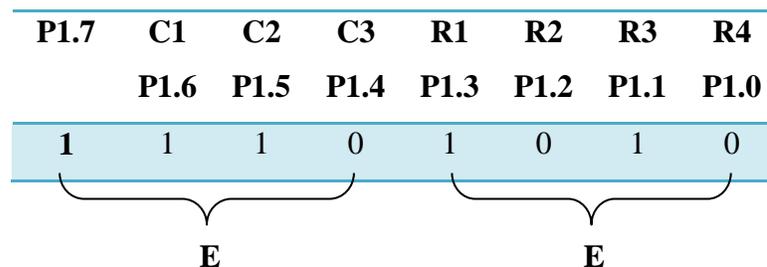
Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol **0** yaitu **DE**.

TOMBOL (*) ditekan :



Sehingga didapat Kode **Hexa** dari Tombol (*) yaitu **BE**.

TOMBOL (#) ditekan :



Sehingga didapat Kode Hexa dari Tombol (#) yaitu **EE**.

Pengambilan data dari keypad dilakukan dengan menunggu adanya penekanan tombol keypad. Kondisi tidak ada penekanan tombol adalah high untuk semua pin keypad kecuali common yang terhubung ke ground atau pada port mikrokontroler. Untuk itu program akan mendeteksi dengan tidak adanya kondisi pada port sebagai detector akan tetapi adanya penekanan tombol. Jika tidak ditemukan salah satu kombinasi maka berarti ada lebih dari satu tombol yang ditekan, atau ada “gangguan lain” yang menyebabkan data tidak valid. Untuk itu ulangi lagi dengan menekan tombol keypad.

2.3 Resistor

Resistor merupakan suatu benda yang dibuat sebagai penghambat atau penahanan arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian dengan tujuan untuk mengatur arus yang mengalir yang dinyatakan dengan satuan *ohm*.(Budiman, 1992:207)



Gambar 2.10 Simbol Resistor dan Resistor

Tabel 2.1 Kode warna resistor

Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier	Toleransi
				Gelang 4	Gelang 5
Hitam	0	0	0	1 Ω	
Coklat	1	1	1	10 Ω	$\pm 1 \%$
Merah	2	2	2	100 Ω	$\pm 2 \%$
Orange	3	3	3	1 K Ω	
Kuning	4	4	4	10 K Ω	
Hijau	5	5	5	100 K Ω	$\pm 0,5 \%$
Biru	6	6	6	1 M Ω	$\pm 0,25 \%$
Ungu	7	7	7	10 M Ω	$\pm 0,10 \%$
Abu-abu	8	8	8		$\pm 0,05 \%$
Putih	9	9	9		
Emas				0,1 Ω	$\pm 5 \%$
Perak				0,01 Ω	$\pm 10 \%$

2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, selain itu LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan karakter ataupun gambar.



Gambar 2.11 Liquid Crystal Display 16x2

(Sumber: http://grobotronics.com/images/detailed/2/Lcd_Module_16x2_5V, diakses 13 juni 2016)

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register, memori yang digunakan adalah:

- **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan
- **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat berubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD.

Register kontrol yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- Register data yaitu register menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, baik data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk dalam perintah sedangkan logika *high* menunjukkan data.
- **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.5 Wavecom M1306B Q2406B

Wavecom M1306B Q2406B TCP/IP adalah GSM/GPRS modem yang siap digunakan sebagai modem untuk suara, data, fax dan SMS. Kelas ini juga mendukung 10 tingkat kecepatan transfer data. Wavecom M1306B Q2406B TCP/IP dengan mudah dikendalikan dengan menggunakan perintah AT untuk semua jenis operasi karena mendukung fasilitas koneksi RS232 dan juga fasilitas TCP/IP stacked. Dapat dengan cepat terhubung ke port serial komputer desktop atau notebook. Casing logam Wavecom M1306B Q2406B TCP/IP menjadi solusi yang tepat untuk aplikasi berat seperti telemetri atau Wireless Local Loop (PLN metering & Telepon Umum). Ukurannya yang kecil memudahkan dalam peletakan di berbagai macam area, indoor/outdoor. Secara fisik, Wavecom M1306B Q2406B dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.12 Modem Wavecom Fastrack

(<http://mobitek-system.com/blog/wp-content/uploads/2014/02/Original-Wavecom-Fastrack-M1306B.jpg>, diakses tanggal 13 juni)

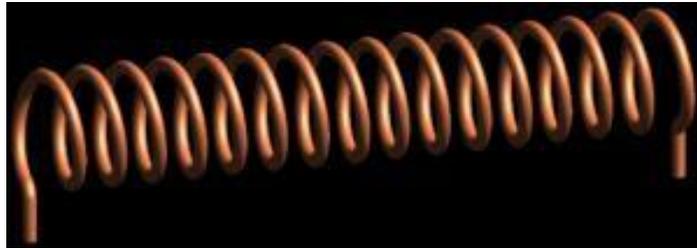
Secara teknis, modem Wavecom M1306B Q2406B mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Dualband GSM 900/1800 MHz.
2. Mendukung data/ SMS/ voice/ fax.
3. Max Power Output: 2W (900 MHz), 1 W (1800 MHz).
4. Tegangan masukan: 5V-24V DC (not applicable for USB interface).
5. Arus masukan: 1-2A.
6. Mendukung Group 3 Fax (Kelas 2) GPRS # Kelas B, Kelas 10.
7. SimToolKit Kelas 2.
8. Protokol TCP/IP stack tersedia untuk data dan internet.
9. Maksimum tingkat pengaturan baudrate: 115200 bps.

2.6 Solenoid Door Lock

Solenoid adalah sebuah lilitan kawat tembaga yang kemudian dililitkan dengan rapat pada sebuah inti besi untuk menghasilkan medan elektromagnet. Lilitan tersebut disebut solenoida, solenoida ini merupakan medan magnet yang sangat kuat pada inti besinya, dengan asumsi bahwa panjang lilitan tersebut lebih

besar dari diameter kabel atau tembaga. Secara ideal, solenoid memiliki panjang lilitan yang tak berhingga dengan lilitan dari kabelnya yang rapat saling berhimpit satu sama lainnya. Maka akan menghasilkan medan elektromagnet yang sama dan konstan yang bersifat paralel terhadap inti besi yang menjadi sumbunya.



Gambar 2.13 Kumbaran Solenoid

Apabila kita alirkan listrik kepada batang besi yang kita tempatkan di tengah lilitan, maka batang besi tersebut akan mendapatkan induksi magnet dan akhirnya dapat menjadi magnet. Dengan penempatan sebagian batang besi tersebut berada di dalam solenoid dan sebagiannya lagi di sebelah luarnya. Batang besi yang terinduksi magnet tersebut akan menarik masuk benda berbahan logam ke dalam solenoid. Hal ini yang dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas, menutup dan mengunci pintu, atau menggerakkan slot kunci pintu. Prinsip kerja dari sebuah solenoid DC cukup mirip dengan sebuah solenoida AC, keduanya dirancang khusus dan menghasilkan medan electromagnet.

Inti besi yang berbentuk bulat dan kerucut itu, salah satu ujungnya memiliki kutub positif. Ketika inti besi tersebut dimasukkan ke tengah kumbaran yang penuh dengan medan magnet, maka permukaan ujung yang satunya lagi memiliki kutub negatif. Sementara di bagian bawahnya terdapat area yang cukup luas untuk menyalurkan aliran fluks magnet tersebut.

2.7 Motor DC

Motor bekeja berdasarkan prinsip induksi magnetik. Sirkuit internal motor DC terdiri dari kumbaran/lilitan konduktor. Setiap arus yang mengalir dibentuk menjadi sebuah *loop* sehingga ada bagian konduktor yang berada didalam magnet pada saat

yang sama. Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan distorsi pada medan magnet utama menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. (Sofiandi, 2016). Gambar 2.11 adalah bentuk dari Motor Dc.

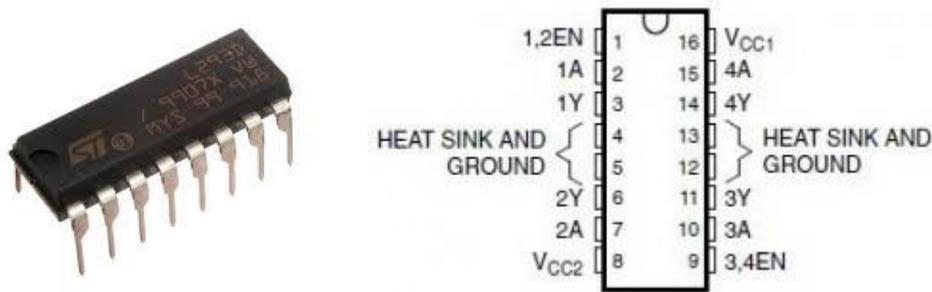


Gambar 2.14 Motor DC

(Sumber : http://www.mind.ilstu.edu/curriculum/medical_robotics, diakses 10 Mei 2016)

2.8 IC L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus untuk driver motor dc dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL (Transistor – transistor logic) maupun mikrocontroller. Motor dc yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Gambar 2.15 memperlihatkan konstruksi pin IC l293D sebagai berikut :



Gambar 2.15 Konstruksi Pin dan Bentuk Fisik IC L293D

(Sumber : www.alldatasheet.com/IC L293D)

Adapun Fungsi Pin IC L293D adalah sebagai berikut :

1. Pin EN (*Enable*, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengizinkan driver menerima perintah untuk menggerakkan motor dc.
2. Pin In (*Input*, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor dc.
3. Pin Out (*Output*, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor dc.
4. Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor dc, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver (biasanya diberikan tegangan 5 volt) dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor dc yang dikendalikan (biasanya diberikan tegangan 12 volt).
5. Pin GND (*Ground*) adalah jalur yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

IC L293D memiliki fitur yang lengkap untuk sebuah driver motor dc sehingga dapat diaplikasikan untuk mengendalikan beberapa jenis motor dc. Fitur yang dimiliki IC L293D sesuai dengan *datasheet* adalah sebagai berikut :

1. Wide Supply-Voltage Range : 4.5 V to 36 V.
2. Separate Input-Logic Supply.
3. Internal ESD Protection.

4. Thermal Shutdown.
5. High-Noise-Immunity Inputs.
6. Functionally Similar to SGS L293 and SGS L293D.
7. Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D).
8. Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D).
9. Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D).

2.9 Relay

Transistor tidak dapat berfungsi sebagai *switch* (saklar) tegangan AC atau tegangan tinggi. Selain itu umumnya tidak digunakan sebagai *switching* untuk arus besar (>5 A). dalam hal ini, menggunakan relay sangat tepat. Relay berfungsi sebagai saklar yang bekerja berdasarkan input yang.

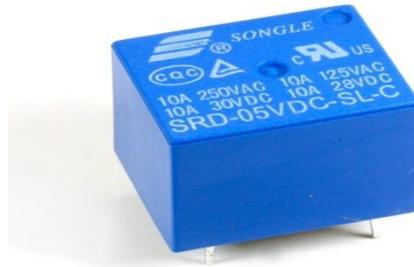
Keuntungan relay:

1. Dapat switch AC dan DC, transistor hanya switch DC.
2. Relay dapat switch tegangan tinggi, transistor tidak dapat.
3. Relay pilihan yang tepat untuk switching arus yang besar.
4. Relay dapat switch banyak kontak dalam 1 waktu.

Kekurangan relay:

1. Relay ukurannya jauh lebih besar daripada transistor.
2. Relay tidak dapat switch dengan cepat.
3. Relay butuh daya lebih besar disbanding transistor.
4. Relay membutuhkan arus input yang besar.

Transistor berdaya kecil juga kadang kala membutuhkan relay sebagai saklar tegangan tinggi. Relay akan aktif apabila ada input tegangan yang cukup pada basis transistor. Dibutuhkan diode proteksi untuk mencegah tegangan balik yang dapat merusak transistor pada gambar 2.10 menunjukkan bentuk dari relay.



Gambar 2.16 Bentuk Fisik Relay

(<http://www.buildcircuit.com/wp-content/uploads/2014/02/relay-2.jpg>, diakses 10 Mei 2016)

2.10 Bahasa C

Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada sekitar tahun 1972. Bahasa C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang membagi program dalam bentuk sejumlah blok. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program. Program yang ditulis dengan menggunakan bahasa C mudah sekali untuk dipindahkan dari satu jenis mesin ke jenis mesin lainnya. Hal ini berkat adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa standar ANSI (*American National Standards Institute*) yang dijadikan acuan oleh para pembuat kompilasi C.

2.11 Codevision AVR

Code vision AVR C Compiler pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini : compiler C, IDE dan program generator. Pada *tool code vision AVR* ini bisa ditentukan port-port dari mikrokontroler AVR yang berfungsi sebagai input maupun output, serta bisa juga ditentukan tentang penggunaan fungsi-fungsi internal dari AVR dalam program code

vision AVR ini bisa ditentukan port-port dari mikrokontroler AVR yang berfungsi sebagai input maupun output dari AVR. Dalam program *code vision* AVR terdapat sebuah pemroses yang akan memerintahkan setiap aksi robot dengan pemrograman bahasa C.