BAB II

DASAR TEORI

2.1. Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 adalah mikrokontroler 8 bit yang berbasis arsitektur MCS-51. Pilihan menggunakan mikrokontroler AT89S8252 sebagai pengendali pada sistem pembaca kartu digital ini karena memiliki kelengkapan-kelengkapan yang diperlukan untuk bekerja dalam sistem *single chip* dan juga pertimbangan ekonomis.

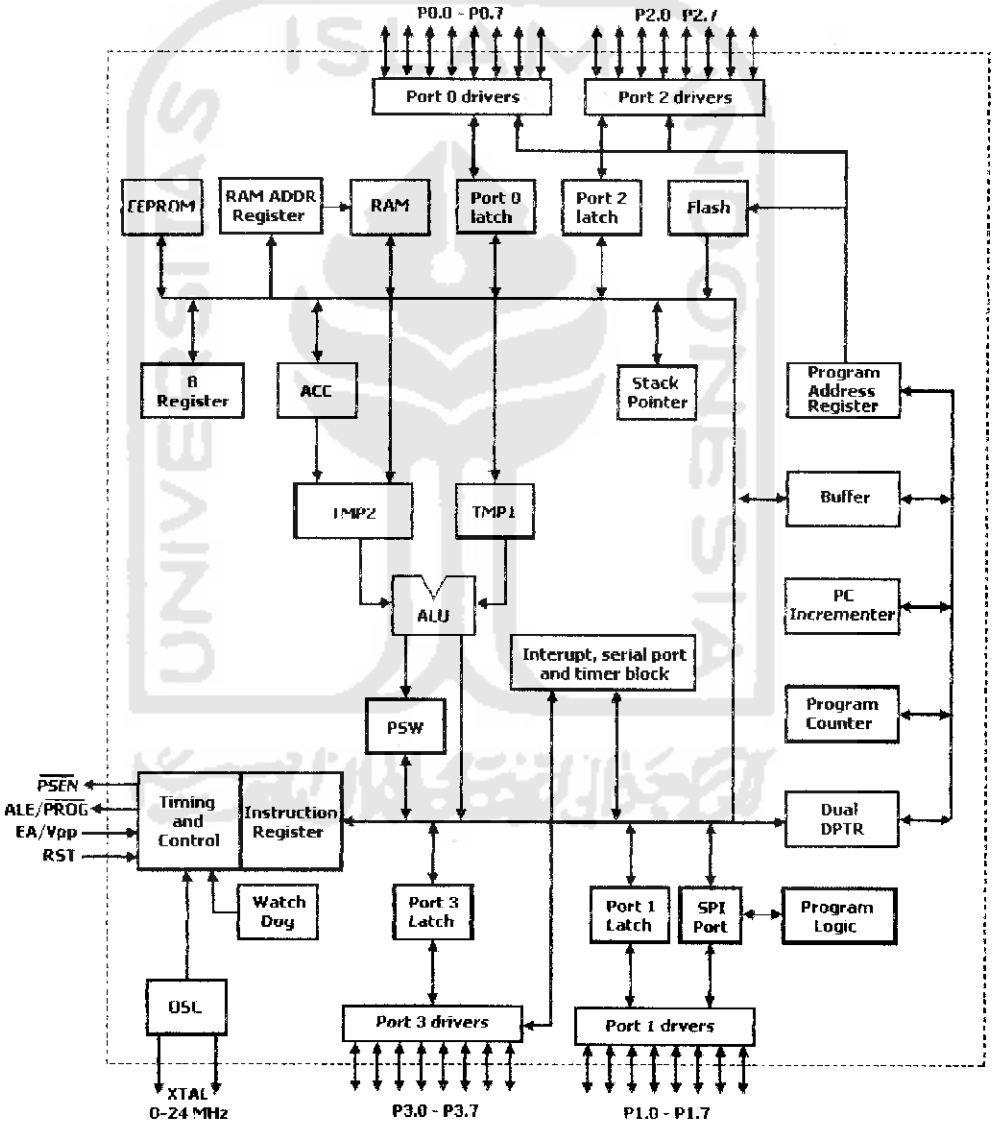
Mikrokontroler AT89S8252 memiliki fitur sebagai berikut: 8 KByte *Downloadable Flash* Memori, 3 level program memori *lock*, 256 byte RAM *internal*, 2 KByte EEPROM, 32 bit I/O yang dapat digunakan semua, 3 buah *Timer/Counter* 16 bit, *Programmable* UART *(serial port)*, SPI *Serial Interface*, *Programable Watchdog Timer*, *Dual Data Pointer*, frekuensi kerja 0 sampai 33 MHz, dan tegangan operasi 4,0 volt sampai 5,5 volt. Gambar 2.1 merupakan diagram blok dari mikrontroler AT89S8252:

2.1.1. Memori

Memori merupakan serangkaian isyarat elektronis yang digunakan untuk menyimpan informasi secara temporer atau permanen. Memori biasanya digunakan untuk menyimpan data yang diperoleh dari saluran masukan-keluaran atau untuk menyimpan program dari sebuah sistem.

Pada mikrokontroler AT89S8252 terdapat dua bagian memori, yaitu memori data dan memori program, memori data berupa *Random Akses Memory*

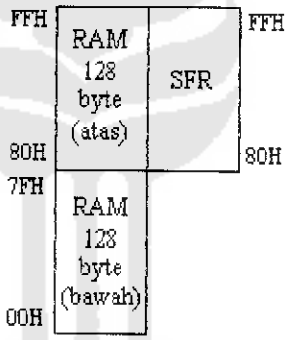
(RAM), memori program berupa memori yang menggunakan teknologi *flash memory dan Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM). Memori data (RAM) tersedia sebesar 256 byte sedangkan *flash memory* yang dapat digunakan untuk menyimpan kode program sebesar 8 KByte dan kapasitas dari memori EEPROM adalah 2 KByte.



Gambar 2.1. Diagram blok mikrokontroler AT89S8252

2.1.1.1. Memori data

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki memori data dengan kapasitas 256 byte yang terdiri dari 128 byte *internal* RAM dan 128 byte *Special Function Register* (SFR). *Internal* RAM dipetakan pada alamat 00H - 7FH dan dapat diakses menggunakan pengalamatan langsung (*Direct Addressing*) serta pengalamatan tidak langsung (*Indirect Addressing*), sedangkan SFR dipetakan pada alamat 80H - FFH dan hanya dapat diakses dengan pengalamatan tidak langsung. Peta memori mikrokontroler AT89S8252 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Peta memori mikrokontroler AT89S8252

2.1.1.2. Memori Program

Memori program pada mikrokontroler AT89S8252 terdiri dari *flash memory* (ROM) dengan kapasitas sebesar 8 KByte yang hanya dapat digunakan untuk menyimpan program dan RAM berkapasitas 256 byte yang digunakan untuk menyimpan data sementara. Memori program tersebut dapat diakses pada alamat 00H - FFH.

2.1.1.3. EEPROM

EEPROM dan memori data eksternal pada AT89S8252 hanya dapat diakses dengan pengalamatan tidak langsung dengan perintah MOVX data 8 bit dan 16 bit. Memori EEPROM berada pada alamat 000H - 7FFH. Register WMCON (96H) merupakan *Special Function Register* yang digunakan untuk mengakses memori EEPROM, memori data *eksternal* dan *watchdog timer*. Untuk mengakses memori EEPROM, register bit EEMEN diset 1 sedangkan untuk mengakses memori data *eksternal*, register bit EEMEN = 0, dan untuk penulisan data pada EEPROM register bit EEMWE diset = 1 seperti yang ditujukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Register* WMCON

WMCOM alamat = 96H *Reset Value* = 00000010

PS2	PS	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN
7	6	5	4	3	2	1	0

Keterangan:

1. Bit 7 – 5 (PS2, PS1, PS0)

   Bit Prescaler untuk *watchdog timer*, jika tiga bit ini bernilai '0' periode *watchdog timer*-nya 16 ms sedangkan jika '1' periodenya 2048 ms.

2. Bit 4 (EEMWE)

   EEPROM Data *Memory Write Enable bit*, digunakan untuk penulisan EEPROM set '1' sebelum inisialisasi untuk penulisan data pada EEPROM dengan instruksi MOVX dan '0' setelah penulisan EEPROM.

3. Bit 3 (EEMEN)

   Internal EEPROM *Access Enable*, jika bit EEMEN = 1 instruksi MOVX mengakses data *internal memory* dan jika bit EEMEN = 0 mengakses data *external memory*.

4. Bit 2 (DPS)

   Data Pointer Register Select, bit DPS = 0 berarti *select register bank* yang pertama dan bit DPS = 1 *select* yang kedua.

5. Bit 1 (WDTRST) RDY/BSY

   Watchdog Timer Reset (WDTRST) and EEPROM *Ready/Busy Flag* (RDY/BSY), kondisi awal bit ini '1' untuk *reset watchdog timer* kemudian secara otomatis menjadi '0' pada instruksi selanjutnya, dan saat penulisan EEPROM RDY/BSY = 1 berarti EEPROM siap menulis data sedangkan RDY/BSY = 0 berarti operasi program sibuk dan secara otomatis mereset ke '1' saat program sudah selesai.

6. Bit 0 (WDTEN)

   Watchdog Timer Enable Bit (WDTEN), WDTEN = 1 *Enable Watchdog Timer*, dan WDTEN = *Disable Watchdog Timer*.

2.1.2. *Port* Masukan/Keluaran

Sama seperti keluarga MCS-51 lainya, mikrokontroler AT89S8252 memiliki 4 *port* masukan/keluaran (I/O *port*) yang diberi nama *port* 0, *port* 1, *port* 2 dan *port* 3. Setiap *port* selain sebagai jalur masukan atau keluaran data, juga memiliki karakteristik masing-masing.

Port 0 dapat berfungsi sebagai jalur keluar masuk data dan juga sebagai *port* untuk 8 bit bawah *(low order bit)* alamat memori *eksternal*. *Port* ini berada pada alamat 80H. *Port* 1 berfungsi sebagai jalur keluar atau masuk data ke mikrokontroler. *Port* ini menempati alamat 90H pada daerah memori *Special Function Register* selain sebagai piranti I/O *port* 1 juga mempunyai fungsi lain seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Fungsi alternatif *port* 1

Pin Port	Fungsi Alternatif
P1.0	T2 (Masukan luar untuk *Timer Counter* 2)
P1.1	T2EX (*Timer Counter 2 capture reload trigger* dan control arah)
P1.4	SS *(Slave port select input)*
P1.5	MOSI (*Master data output, Slave data input* untuk kanal SPI)
P1.6	MISO (*Master data input, Slave data output* untuk kanal SPI)
P1.7	SCK (*Master clock output, Slave clock input* untuk kanal SPI)

Port 2 berada pada alamat A0H dan memiliki karakteristik yang mirip dengan *port* 0, yaitu dapat digunakan untuk menyatakan 8 bit atas *(high order bit)* alamat memori *eksternal*.

Port 3 terletak pada alamat B0H dan selain berfungsi sebagai jalan masuk atau keluar data, dapat juga digunakan untuk fitur-fitur khusus, lihat Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Fungsi alternatif *port* 3

Pin *Port*	**Fungsi Alternatif**
P3.0	RXD (Port untuk masukan serial)
P3.1	TXD (Port untuk keluaran serial)
P3.2	INT0 (Untuk melayani interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (Untuk melayani interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (Untuk masukan eksternal timer 0)
P3.5	T1 (Untuk masukan eksternal timer 0)
P3.6	WR *(External data memory write strobe)*
P3.7	RD *(External data memory read strobe)*

2.1.3. Special Function Register

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki beberapa register yang dikelompokan dalam register fungsi khusus *(special function register)*. Sesuai dengan namanya, register ini memiliki fungsi-fungsi khusus yang tidak dimiliki oleh register lain. Tabel 2.4 menunjukkan macam-macam register fungsi khusus pada AT89S8252 beserta alamat yang ditempatinya.

Tabel 2.4. Register fungsi khusus dan alamat yang ditempatinya

80	P0	SP	DP0L	DP0H	DP1L	DP1H	SPDR	PCON	87
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
90	P1						WMCON		97
98	SCON	SBUF							9F
A0	P2								A7
A8	IE		SPSR						AF
B0	P3								B7
B8	IP								BF
C0									C7
C8	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2			CF
D0	PSW					SPCR			D7
D8									DF
E0	ACC								E7
E8									EF
F0	B								F7
F8									FF

2.1.4. Mode Pengalamatan

Untuk mengakses data dan program yang disimpan dalam memori, diperlukan pengalamatan agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data. Pengaksesan memori data dan memori program pada AT89S8252 menggunakan pengalamatan yang berbeda untuk membedakan antara data yang tersimpan pada memori data dan memori program. Terdapat banyak mode pengalamatan yang digunakan pada AT89S8252 yaitu sebagai berikut:

2.1.4.1. *Direct Addressing*

Pengalamatan langsung yaitu pengalamatan yang langsung menempatkan alamat memori yang dituju sebagai operan. Pengalamatan ini hanya dapat digunakan untuk RAM *internal* dan SFR.

Contoh perintah pengalamatan langsung: MOV A, 80H, yang mana 80H merupakan alamat dari *port* 0 mikrokontroler AT89S8252.

2.1.4.2. *Indirect Addressing*

Register-register yang dapat digunakan untuk menyimpan alamat tujuan adalah SP, R0, R1, dan DPTR. Mode pengalamatan ini membutuhkan jumlah byte yang lebih banyak dibanding pengalamatan langsung dan dapat digunakan untuk mengakses RAM *internal* dan *eksternal*.

2.1.4.3. *Indexed Addressing*

Indexed Addressing (pengalamatan berindeks) hanya dapat digunakan untuk membaca memori program dan instruksi lompat. Pengalamatan ini memerlukan alamat dasar yang disimpan diregister sebagai alamat awal pembacaan data. Register yang dapat digunakan untuk menyimpan alamat dasar adalah DPTR dan PC. Alamat yang dituju relatif terhadap alamat dasar disimpan pada akumulator. Baris program berikut merupakan contoh pengalamatan berindeks untuk menyalin data pada alamat 90H ke akumulator dengan register dasar DPTR:

```
MOV DPTR,#0060H
MOV A,#30H
MOVC A,@A+DPTR
```

2.1.5. Instruksi

AT89S8252 memiliki beberapa kelompok instruksi sebagaimana mikrokontroler yang memiliki arsitektur MCS-51. Kelompok instruksi tersebut antara lain:

2.1.5.1. Instruksi Aritmatika

Antara lain instruksi ADD, ADDC, SUBB, INC, DEC, MUL, DIV, DA. Instruksi yang termasuk dalam kelompok ini digunakan untuk proses matematis seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

2.1.5.2. Instruksi Logika

Terdiri dari ANL, ORL, XRL, CLR, CPL, RL, RLC, RR, RRC, SWAP. Instruksi ini berguna untuk program yang memerlukan operasi logika seperti AND, OR, XOR, *Complement*, *Rotate*, dan lain-lain.

2.1.5.3. Instruksi Transfer Data

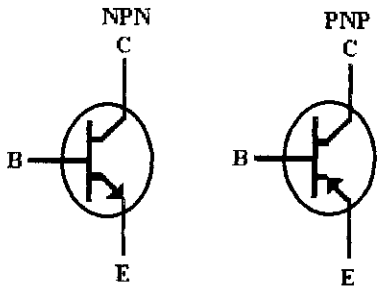
Berfungsi untuk menyalin ataupun mengambil data yang tersimpan didalam memori program dan memori data. Instruksi-instruksi tersebut meliputi: MOV, MOVC, MOVX, PUSH, POP, XCH, XCHD.

2.1.5.4. Instruksi Manipulasi Variabel Boolean

Seperti: CLR, SETB, CPL, ANL, ORL, MOV, JC, JNC, JB, JNB, JBC, ACALL, LCALL, RET, RETI, AJMP, LJMP, SJMP, JMP, JZ, JNZ, CJNE, DJNZ, NOP.

2.2. Transistor

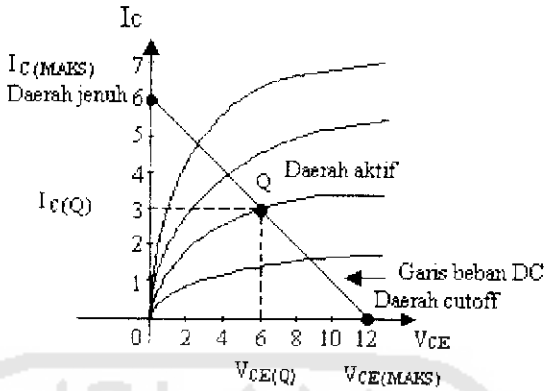
Transistor merupakan komponen aktif terbuat dari bahan semikonduktor yang dibangun dari dua buah kutub PN yang saling berdekatan dalam potongan silikon Secara umum transistor dibagi menjadi dua macam, transistor bipolar dan transistor efek medan. Transistor bipolar mempunyai dua jenis, transistor PNP dan transistor NPN dan masing-masing mempunyai tiga kaki, basis, kolektor, dan emitor. Simbol transistor dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Simbol transistor

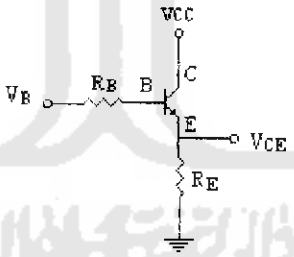
Fungsi transistor cukup banyak, pada alat ini transistor berfungsi sebagai saklar elektronis. Saklar adalah suatu alat dengan dua sambungan dan memiliki dua keadaan, keadaan buka (ON) merupakan suatu keadaan dimana arus dapat mengalir dengan bebas dan keadaan tertutup (OFF) keadaan dimana tidak ada arus yang mengalir. Transistor berfungsi sebagai saklar bekerja pada dua daerah kerja yaitu daerah *cut off* dan daerah jenuh.

Transistor NPN bekerja pada daerah *cut off* apabila tegangan basis V_B lebih kecil daripada tegangan forward V_F (untuk transistor *silikon* = 0,7 volt dan transistor *germanium* = 0,3 volt) yang akan menyebabkan I_B, I_C, I_E sama dengan nol. Pada kondisi *cut off* ini transistor bersifat seperti saklar yang terhubung buka. Sedangkan transistor menjadi jenuh jika V_{CE} mendekati atau sama dengan nol $V_{CE\ (jenuh)} = \pm\ 0{,}3$ volt. Pada kondisi jenuh atau *saturasi* ini transistor bersifat seperti saklar yang tertutup. Kondisi diantara *cut off* dan jenuh disebut daerah linier atau daerah aktif. Karakteristik kerja transistor dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kurva karakteristik I_C - V_{CE}

Karakteristik transistor jenis NPN adalah saat basis mendapat bias yang cukup $V_B > V_E$ arus basis akan mengalir dari basis ke emiter sehingga sambungan P-N antara basis dan emiternya bekerja pada daerah maju sedangkan pada sambungan N-P antara kolektor dan basisnya terjadi bias balik sehingga untuk membuat transistor NPN aktif maka $V_B > V_E$ dan $V_C > V_E$. Gambar 2.5 menunjukkan rangkaian aplikasi dari transistor NPN sebagai saklar:



Gambar 2.5. Aplikasi transistor NPN sebagai saklar

Prinsip kerja transistor jenis PNP hampir sama dengan transistor jenis NPN hanya saja arah arus antara sambungan emiter dan basisnya menuju ke basis sehingga untuk membuat sambungan P-N antara basis dan emiternya dalam bias maju maka $V_B < V_E$ dan $V_E > V_C$.

2.3. *Optocoupler*

Optocoupler merupakan piranti elektronika yang berfungsi sebagai sensor cahaya, yang terdiri dari bagian sumber (*tranmiter)* dan penerima *(receiver)*. Bagian sumber biasanya berupa LED *infrared* sedangkan penerimanya berupa *phototransistor* atau *photodioda* dan lain-lain. *Optocoupler* dibuat sedemikian rupa sehingga cahaya yang dipancarkan dari sumber dapat diterima dengan baik oleh penerima seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.

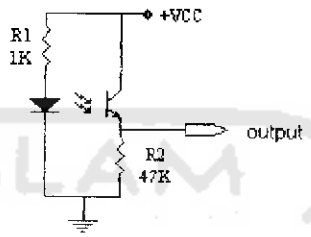
Gambar 2.6. Simbol *optocoupler*

Optocoupler yang digunakan pada tugas akhir ini yakni *optocoupler* tipe H21A3 yang digunakan untuk membaca kode kartu pengaman, *optocuopler* tipe ini terdiri dari *gallium arsenide infra red emitting* diode dan *silicon phototransistor* yang sudah dikemas dalam bentuk tertentu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Gambar 2.7. Kemasan *optocoupler* H21A3

Optocoupler H21A3 pada bagian dioda memiliki arus maju I_F sebesar 60 mA, tegangan majunya (V_F) sebesar 1,7 volt, dan tegangan balik maksimum sebesar 6 volt. Pada bagian transistor memiliki arus kolektor ($Ic_{(max)}$) sebesar

100 mA, tegangan $V_{CE(sat)}$ sebesar 0,4 volt untuk Ic sebesar 1,8 mA. Saat arus I_E sebesar 100 μA tegangan emiter-kolektor basis terbuka (V_{ECO}) sebesar 6 volt, tegangan kolektor-emiter basis terbuka (V_{CEO}) sebesar 30 volt.



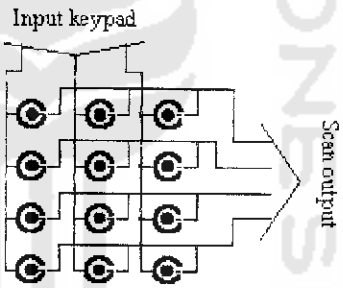
Gambar 2.8. Rangkaian aplikasi *optocoupler*

Rangkaian diatas menunjukkan bahwa saat *phototransistor* mendapat cahaya dengan intensitas tertentu, akan terjadi aliran elektron dari basis menuju emiter sehingga mengakibatkan *phototransistor* aktif. Jadi saat dioda *infrared* memancarkan cahaya, pada basis *phototransistor* akan mengalir arus I_B sehingga menghasilkan tegangan V_B yang cukup besar ($V_B > V_F$), sehingga mengaktifkan *phototransistor* dan *phototransistor* ON. Keluaran *phototransistor* bersifat seperti saklar tertutup yang menyebabkan tegangan pada emiternya maksimal $V_E \approx$ Vcc pada keadaan ini *phototransistor* bekerja pada daerah jenuh atau saturasi. Apabila cahaya dari infrared dihalangi, arus basis I_B sama dengan nol sehingga *phototransistor* tidak aktif atau *phototransistor* OFF. Pada keadaan ini tegangan basisnya sangat kecil ($V_B < V_F$) *phototransistor* bersifat seperti saklar buka. Arus kolektor *phototransistor* maksimal menyebabkan tegangan V_E sangat kecil $V_E \approx 0$, kondisi ini *phototransistor* bekerja pada keadaan *cut off*.

2.4. Keypad

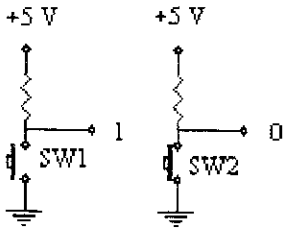
Keypad merupakan susunan dari beberapa saklar yang disusun sedemikian rupa sehingga bisa digunakan sebagai piranti masukan pada mikrokontroler. Salah satu jenis *keypad* adalah *keypad* matriks.

Keypad matrik terdiri dari beberapa saklar yang tersusun dalam bentuk kolom dan baris yang masing-masing dihubungkan dengan port I/O mikrokontroler. Saklar-saklar tersebut dihubungkan sedemikian rupa, sehingga apabila salah satu saklar ditekan maka akan menghubungkan salah satu baris dengan salah satu kolomnya.



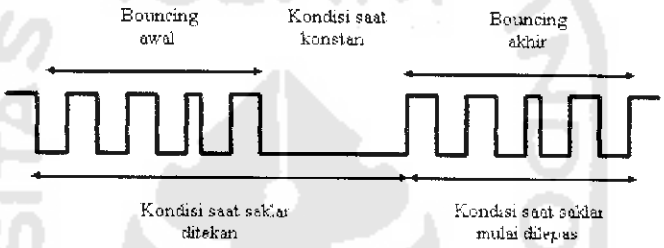
Gambar 2.9. *Keypad* matrik 3 X 4

Pada saklar mekanis hal yang perlu dipertimbangkan adalah saat saklar ditekan dan dilepas terjadi *bouncing* (logika saklar yang tidak dapat diperkirakan).



Gambar 2.10. Contoh penekanan tombol

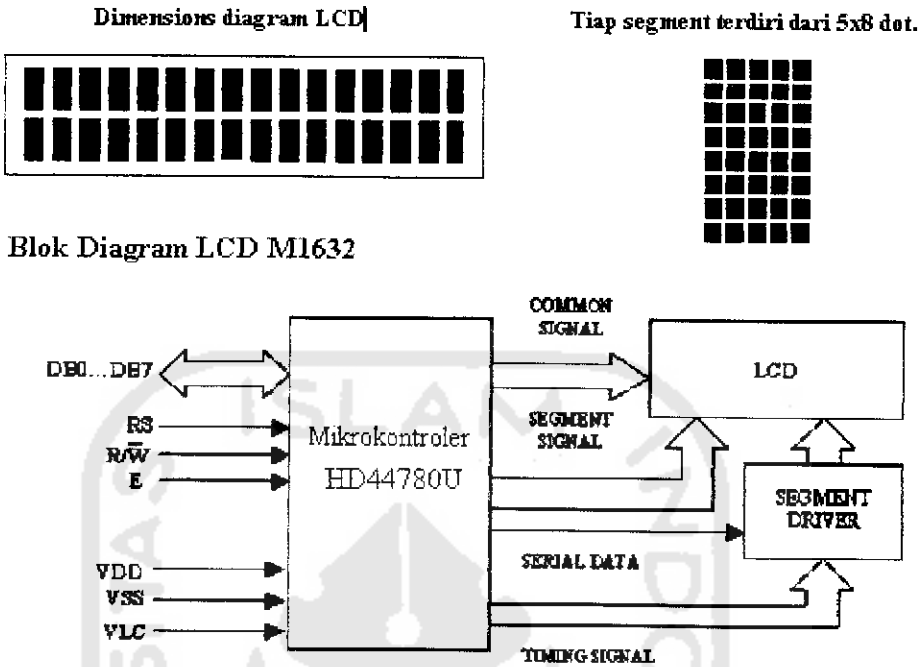
Misalkan seperti Gambar 2.10, saat penekanan tombol kondisi yang diharapkan adalah '0' tetapi karena adanya efek *bouncing* kondisi yang diharapkan tersebut tidak dapat diperkirakan. Untuk mengatasi hal tersebut maka pembacaan data saklar dilakukan setelah selang waktu tertentu untuk saklar mekanis biasanya sekitar 10 - 20 ms. Gambar 2.11 menunjukkan efek *bouncing* dari saklar mekanis:



Gambar 2.11. Efek *bouncing* pada penekanan saklar

2.5. Penampil LCD *(Liquid Crystal* Display*)*

LCD *(Liquid Crystal Display)* adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem *dot matriks*. LCD yang digunakan adalah LCD M1632 dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah yang dilengkapi dengan mikrokontroler HD44780U buatan Hitachi. LCD M1632 memiliki 3 memory, yaitu DDRAM *(Display Data Random Access Memory)*, CGRAM *(Character Generator Random Access Memory)*, dan CGROM *(Character Generator Read Only Memory)*. Diagram blok dari LCD M1632 ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Diagram blok LCD M1632

2.5.1. DDRAM *(Display Data Random Access Memory)*

DDRAM merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, untuk karakter 'A' ditulis pada alamat 00, maka karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD, lihat Gambar 2.13.

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Gambar 2.13. Alamat DDRAM M1632

2.5.2. CGRAM *(Character Generator Random Access Memory)*

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

2.5.3. CGROM *(Character Generator Read Only Memory)*

CGROM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780U sehingga pengguna tidak dapat mengubah lagi. Tetapi karena ROM bersifat permanen, maka pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif.

Sebagai contoh pada saat HD44780U akan menampilkan data 41H yang tersimpan pada DDRAM, maka HD44780U akan mengambil data dialamat 41H (0100 0001b) yang ada pada CGROM yaitu pola karakter 'A'.

2.5.4. Konfigurasi PIN

LCD M1632 memilliki 14 PIN dengan fungsi yang berbeda-beda. Terdapat 3 PIN sebagai bit control yaitu E sebagai input *clock*, R/W sebagai input untuk memilih *read* atau *write* dan RS sebagai *register select*, 8 PIN sebagai bit data yaitu DB0 sampai DB7 dan 2 PIN lainnya adalah VCC dan *Ground*. Konfigurasi Pin LCD M1632 ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Konfigurasi PIN LCD M1632

No	Nama PIN	Keterangan
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select, 0 = Register Perintah, 1 = Register Data
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enable Clock LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7

2.5.5. Register

HD44780U, mempunyai dua buah Register yang aksesnya diatur dengan menggunakan kaki RS. Pada saat RS berlogika '0', maka register yang diakses adalah Register Perintah dan pada saat RS berlogika 1, maka register yang diakses adalah Register Data.

2.5.5.1. Register Perintah

Register ini adalah register dimana perintah-perintah dari mikrokontroler ke HD44780U pada saat proses penulisan data atau tempat status dari HD44780U dapat dibaca pada saat pembacaan data.

2.5.5.2. Register Data

Register ini adalah register dimana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan

menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

2.5.5.3. Penulisan Data ke Register Perintah dan Register Data

Penulisan data ke Register Perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data*. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke Register Perintah. RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Sedangkan Penulisan data pada Register Data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Proses diawali dengan adanya logika 1 pada RS yang menunjukkan akses ke Register Data, kondisi R/W diatur pada logika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Pengiriman data dari data bus DB0 - DB7 diawali dengan pemberian pulsa logika 1 pada E *clock*.dan diakhiri dengan pulsa logika 0 pada E *clock*.