

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Pada bab ini akan dibahas peralatan – peralatan elektronik yang digunakan dalam tugas akhir ini, meliputi cara kerja, karakteristik komponen dan beberapa data penting yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan rangkaian.

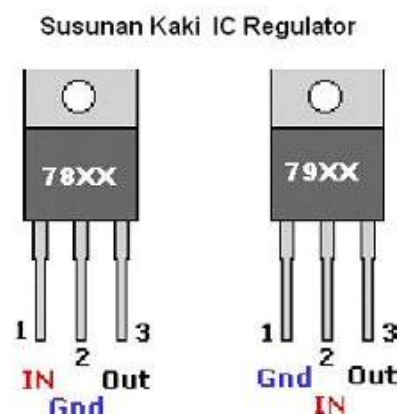
A. Catu Daya

1. Prinsip Kerja Catu Daya

Yang namanya perangkat elektronika pastilah untuk sumber catu dayanya menggunakan listrik. Sumber catu daya menggunakan sumber DC (*Direct Current*) atau arus searah agar mampu bekerja dengan baik. Banyak terdapat sumber catu daya dengan arus searah seperti baterai, *accu*. Tetapi penggunaan catu daya ini tentunya disesuaikan dengan perangkat elektronika yang digunakan. Dipasaran jarang ditemukan catu daya DC yang sesuai dengan kebutuhan, untuk itu kita perlu melakukan modifikasi atau merubah sumber AC (*Alternating Current*) arus bolak – balik menjadi arus searah DC.

Selain menggunakan arus searah tentunya kinerja dari catu daya ini diharapkan stabil, karena apabila tidak stabil ini akan menyebabkan pengaruh yang sifatnya merusak fungsi kerja yang dicatunya. Untuk menjaga agar catu daya ini dipasaran banyak dijual komponen – komponen penyetabil tegangan yang berbentuk IC (*Interegated Circuit*) atau yang biasa disebut IC regulator. IC regulator ini sendiri secara umum

dapat dibagi mejadi dua yaitu regulator tegangan tetap dan regulator yang dapat diatur. Untuk regulator tetap sekarang ini yang paling terkenal adalah keluarga 78xx untuk output tegangan positif dan keluarga 79xx untuk keluaran tegangan negatif. Untuk nilai output yang dihasilkan ini sendiri dapat diketahui dengan membaca dua digit terakhirnya. Sebagai contoh 7805 adalah regulator tegangan tetap untuk keluaran positif dengan nilai output sebesar 5 volt. Sedangkan 7912 adalah regulator tegangan negatif dengan tegangan keluaran -12 volt. Untuk bentuk fisik dari IC ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Regulator Tegangan Positif (78xx) dan Negatif (79xx)

Besarnya tegangan masukan (V_{in} dalam DC) pada regulator 78xx dalam beberapa variasi tegangan keluaran dapat dilihat dalam Tabel 1:

Tabel 1. Berbagai Tipe Regulator Beserta Batasan Tegangan Masukan

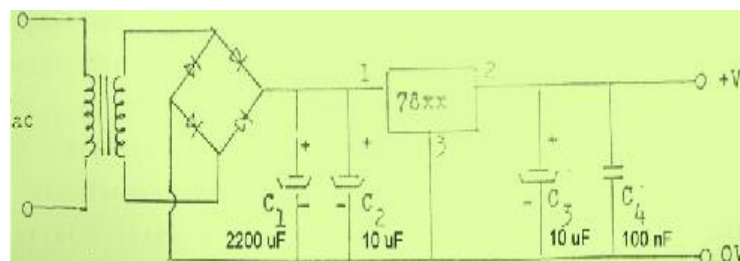
Tipe regulator	V_o	$V_{in \text{ min}}$	$V_{in \text{ maks}}$
7805	5 Volt	7 Volt	20 Volt
7806	6 Volt	8 Volt	21 Volt
7808	8 Volt	10,5 Volt	25 Volt

7810	10 Volt	12,5 Volt	25 Volt
7812	12 Volt	14,5 Volt	27 Volt
7815	15 Volt	17,5 Volt	30 Volt
7818	18 Volt	21 Volt	33 Volt

Batasan nilai tegangan masukan IC regulator yang terdapat dalam tabel ini adalah DC, bukan tegangan sekunder dari trafo. Untuk trafo sendiri dinyatakan dalam RMS.

$$V_{\text{trafo}} = \frac{V_{dc}}{\sqrt{2}}$$

Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa catu daya teregulasi adalah catu daya yang dapat menghasilkan tegangan keluaran yang nilai harga tegangannya senantiasa selalu tetap setiap saat sesuai yang diharapkan. (Sunomo, 1986:82)



Gambar 2. Catu Daya Teregulasi Tegangan Positif
(Sumber : Sunomo, 1986:82)

B. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu display dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem matriks. LCD banyak digunakan sebagai display alat-alat elektronik. LCD dapat dengan mudah dihubungkan

dengan mikrokontroller AVRATmega 8535. Modul *LCDLMB162ADC* yang merupakan *LCD* dengan display dua baris dengan masing-masing baris sebanyak 16 kolom. Modul *LCDLMB162ADC* dapat diakses 4 bit maupun 8 bit *interface*. Namun rutin-rutin pada mikrokontroller yang digunakan sudah dirancang untuk mengakses modul *LCD* ini secara 4 bit *interface*. *LCD LMB162ADC* secara fisik seperti terlihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Bentuk Fisik LCD LMB162ADC

(Sumber : Heri Andrianto, 2008:70)

Rancangan *interface LCD* tidak memerlukan banyak komponen pendukung. Untuk modul ini hanya memerlukan sebuah resistor dan sebuah resistor variabel untuk memberikan tegangan kontras pada layar *LCD*.

Tabel 2. Konfigurasi Pin *LCD LMB162ADC*

Pin No.	Pin Name	I/O	Descriptions
1	VSS	Power	Power supply, Ground (0V)
2	VDD	Power	Positive power supply
3	V0	Power	LCD contrast reference supply
4	RS	Input	Register Select RS=HIGH: transferring display data RS=LOW: transferring instruction data
5	R/W	Input	Read / Write Control bus: R/W=HIGH: Read mode selected R/W=LOW: Write mode selected
6	E	Input	Data Enable
7	DB0	I/O	Bi-directional tri-state Data bus In 8 bit mode, DB0 ~ DB7 are in use In 4 bit mode, DB4 ~ DB7 are in use, DB0~DB3 leave open
:	:		
14	DB7		
15	BLA	Power	Backlight positive supply
16	BLK	Power	Backlight negative supply

C. Mikrokontroller ATmega8535

Mikrokontroller AVR ATmega8535 adalah salah satu jenis mikrokontroller yang sangat populer digunakan pada saat ini. ATmega8535 adalah mikrokontroler AVR CMOS 8-bit yang berdaya rendah didasarkan pada arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Compute*). Dengan instruksi mengeksekusi dalam satu siklus clock tunggal, ATmega8535 mencapai *throughputs* mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan sistem didisain untuk mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan. Selain itu, mikrokontroller AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC Internal, EEPROM Internal, *Timer/ Counter*, *Watchdog Timer*, *PWM*, *Port I/O*, komunikasi serial, komparator, dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, *programmer* dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. Secara umum mikrokontroller AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega, dan ATtiny. Pemrograman Mikrokontroler AVR dapat menggunakan *low level language (assembly)* dan *high level language* (C, Basic, Pascal, JAVA, dll) tergantung *compiler* yang digunakan. Bahasa C memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahasa assembler yaitu *independent* terhadap *hardware* serta lebih mudah untuk menangani proyek yang besar. Bahasa C memiliki keuntungan-keuntungan yang dimiliki bahasa mesin (*assembly*), hampir semua operasi yang dapat dilakukan oleh bahasa mesin, dapat dilakukan oleh bahasa C dengan penyusunan program

yang lebih sederhana dan mudah. Bahasa C sendiri sebenarnya terletak di antarabahasa pemrograman tingkat tinggi dan *assembly*. (Heri Andrianto, 2008: 3)

1. Fitur ATmega8535

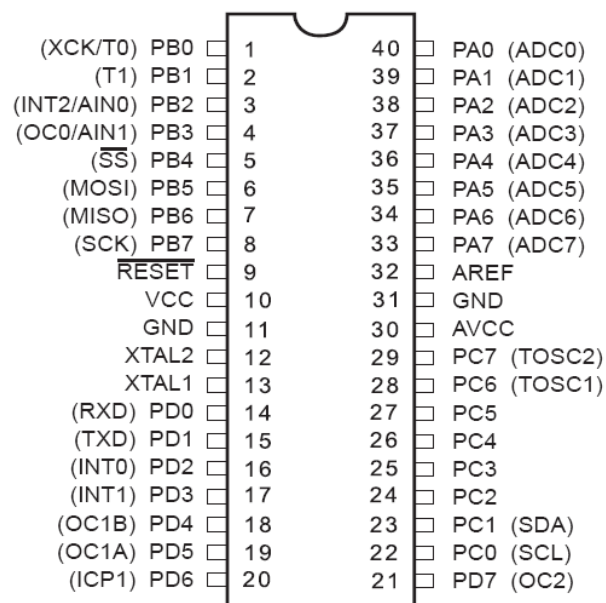
Fitur-fitur yang dimiliki ATmega8535 adalah sebagai berikut :

- a. Mikrokontroller AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
- b. Arsitektur *RISC* lanjutan.
 - Mampu diisi hingga 130 instruksi, eksekusi dengan satu siklus *clock*.
 - 32 x 8 tujuan alamat kerja.
 - Dukungan penuh operasi statis.
- c. Program dan data memori tidak mudah menguap.
 - Memiliki kapasitas Flash memori 8KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 512 Byte.
 - Pemrograman Kunci untuk Keamanan Perangkat Lunak.
- d. Fitur peripheral
 - Dua 8-bit Timer / Counter dengan Prescalers terpisah dan perbandingan Mode.
 - Satu 16-bit Timer / Counter dengan Prescaler terpisah, perbandingan Mode, dan modus Capture.
 - *Real TimeCounter* dengan osilator terpisah.
 - Memiliki Empat PWM Saluran.
 - 8-channel, 10-bit ADC.
 - ✓ 8 Single-ended Channel
 - ✓ 7 Differential Channel hanya pada kemasan TQFP
 - ✓ 2 Differential Channel dengan Programmable Gain 1x,

10x, atau 200x.

- Port USART untuk komunikasi serial.
- *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
- Antarmuka *SPI*.
- *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
- *On-chip Analog Comparator*.

2. Konfigurasi PIN AVR ATmega8535



Gambar 4. Konfigurasi Pin ATmega 8535
(Sumber: www.alldatasheet.com)

Konfigurasi *pin* ATmega8535 dengan kemasan 40 DIP(*Dual in-line Package*) dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* ATmega 8535 sebagai berikut :

- VCC* merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- GND* merupakan *pin ground*.
- Port A* (PA0 sampai PA7) merupakan *pin input / output* dua arah dan *pin* masukan *ADC*.
- Port B* (PB0 sampai PB7) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus.

- e. *Port C* (*PC0* sampai *PC7*) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3. Fungsi Khusus Masing-masing *Pin* Pada *PORT C*.

Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

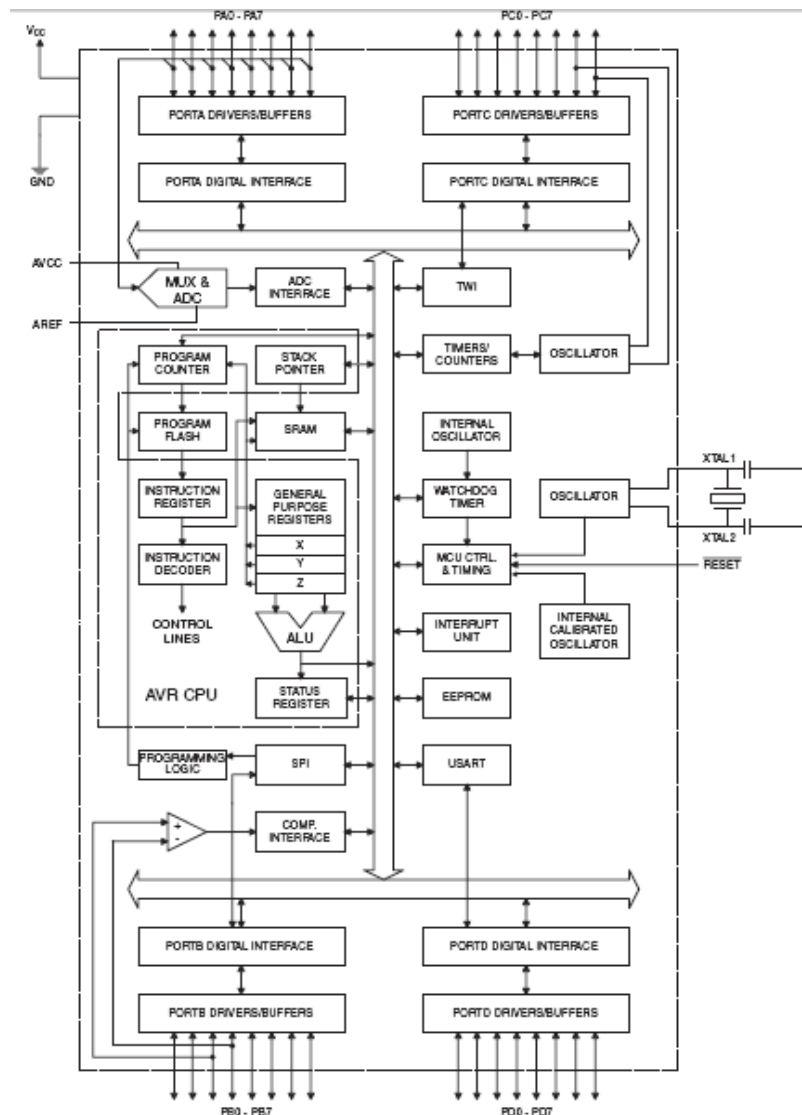
- f. *Port D* (*PD0* sampai *PD7*) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Fungsi Khusus Masing-masing *Pin* Pada *PORT D*.

Port Pin	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

- g. *Reset* merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset 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*.

3. Blok Diagram ATmega8535



Gambar 5. Blok Diagram ATmega 8535

(Sumber: www.alldatasheet.com)

4. Peta Memori ATmega8535

a. Memori Program

Arsitektur AVR mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega8535 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega8535 memiliki 16

Kbyte Onchip In-system Reprogrammable Flash memory untuk menyimpan program. Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bit, *Flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, *flash* dibagi menjadi dua bagian, yaitu program *boot* dan aplikasi. (Taufiq Dwi septian Suyadhi, 2010)

b. Memori Data (SRAM)

Ada 608 data lokasi memori alamat *File Register*, *Memory I / O*, dan data *internal SRAM*. Yang pertama, 96 alamat lokasi *register file* dan memori *I/O*, dan selanjutnya 512 lokasi alamat SRAM data internal.

c. Memori Data *EEPROM*

ATmega8535 ini berisi 512 byte memori data *EEPROM*. *EEPROM* memiliki ketahanan menulis / menghapus minimal 100.000 siklus. Penulisan *EEPROM* harus mengikuti penulisan prosedur tertentu.

5. Timer / Counter

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki tiga buah *timer* diantaranya *timer 0* (8 bit), *timer 1* (16 bit), *timer 2* (8 bit).

a. *Timer / Counter 8 bit*

Timer / counter 0 dan *timer / counter 2* adalah *timer / counter 8 bit* yang mempunyai multifungsi. Fungsi-fungsi utamanya adalah :

- *Counter* satu kanal
- *Timer* dinolkan saat *match compare* (*autoreload*)
- *Glitch-free, Phase Correct Pulse Width Modulator (PWM)*
- Frekuensi generator

- *External Event Counter*
- *10 bit clock prescaler*
- *Interupsi timer yang disebabkan timer overflow (TOV0) dan compare match (OCF0).*

Mode – mode operasi *timer*

- Mode normal

Dalam modus ini timer hanya menghitung penambahan waktu (incrementing). *Counting* maksimum ketika melewati 8-bit nilai (TOP = 0xFF) dan kemudian restart dari bawah (0x00).

- *Mode PWM, phase correct*

Memberikan bentuk gelombang phase correct PWM resolusi tinggi. *Mode phase correct PWM* berdasarkan operasi *dualslope*. Counter menghitung berulang-ulang dari *BOTTOM* ke *MAX* dan dari *MAX* ke *BOTTOM*.

b. *Timer / counter 1 (16 bit)*

Timer 16-bit / counter memungkinkan waktu eksekusi program akurat (*event management*), *wave generation*, dan pengukuran sinyal waktu. Fitur utama adalah:

- 16-bit Design
- Dua output *Independen Compare Units*
- *Output Buffered ganda Compare Registers*
- Satu *input Capture Unit*
- *Input Capture Noise Canceler*
- *Clear Timer on Compare Match (Auto Reload)*
- *Glitch-free, Phase Correct Pulse Width Modulator (PWM)*
- *Variable PWM Period*

- *Frequency Generator*
- *External Event Counter*
- Empat Sumber *Interrupt Independen* (*TOV1*, *OCF1A*, *OCF1B*, dan *ICF1*)

c. *Prescaler*

Pada dasarnya timer hanya menghitung pulsa clock. Frekuensi pulsa clock yang dihitung tersebut bisa sama dengan frekuensi crystal yang digunakan atau dapat diperlambat menggunakan prescaler dengan faktor 8, 64, 256 atau 1024.

Berikut penjelasannya:

Sebuah AVR menggunakan crystal dengan frekuensi 8MHz dan timer yang digunakan adalah timer 16 bit, maka maksimum waktu timer yang bisa dihasilkan adalah:

$$T_{MAX} = \frac{1}{F_{clk}} \times (FFFFh + 1)$$

$$T_{MAX} = 0,125 \mu s \times 65536$$

$$T_{MAX} = 0,008192 s$$

Untuk mendapatkan waktu *timer* yang lebih lama dapat digunakan *prescaler* misalnya 1024, maka waktu maksimal yang dapat dihasilkan adalah :

$$T_{MAX} = \frac{1}{F_{clk}} \times (FFFFh + 1) \times N$$

$$T_{MAX} = 0,125 \mu s \times 65536 \times 1024$$

$$T_{MAX} = 8,388608 s$$

d. Penghitungan Waktu *Timer*

$$TCNT = (1 + FFFFh) - \left(\frac{T_{timer} \times F_{clk}}{N} \right)$$

Dimana :

TCNT : Nilai *Timer*(Hex)

F_{clk} : Frekuensi *Clock*(*Crystal*) yang dipakai (Hz)

T_{timer} : Waktu *Timer* yang digunakan (detik)

N : *Prescaler* (1, 8, 64, 256, 1024)

1+FFFFh : Nilai maksimum *Timer* adalah FFFFh dan *overflow* saat FFFFh ke 0000h.

Contoh :

Diinginkan sebuah *timer 16 bit* bekerja selama 1 detik, dengan frekuensi *clock* sebesar 11,0592 MHz dan *prescaler* 1024 maka diperoleh nilai TCNT sebesar :

$$TCNT = (1 + FFFFh) - \left(\frac{1 \times 11509200}{1024} \right)$$

$$TCNT = 10000h - 10800d$$

$$TCNT = 10000h - 2A30h$$

$$TCNT = D5D0h$$

Dengan demikian, nilai TCNT1H = D5h dan TCNT1L = D0h.

e. Waktu Maksimum *Timer*

Timer 16 bit AVR ATmega8535 dapat menghasilkan waktu tunda maksimum sebesar 6,068055555 detik pada frekuensi 11,0592 MHz.

Dengan nilai maksimum FFFFh maka akan dihasilkan waktu timer selama:

$$\text{FFFFh} = \left(\frac{T_{\text{timer}} \times 11059200}{1024} \right)$$

$$65535 = (T_{\text{timer}} \times 10800)$$

$$T_{\text{timer}} = 6,06805555 \text{ s}$$

6. *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)*

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) adalah salah satu dari tiga tipe memori data pada AVR (dua lainnya adalah *SRAM* dan *flash*). Sifat *EEPROM* tetap dapat menyimpan data saat tidak ada suplai dan juga dapat diubah saat program sedang berjalan. Oleh karena itu *EEPROM* sangat berguna jika sistem yang digunakan memerlukan penyimpanan data meskipun suplai dimatikan. Untuk menulis ke *EEPROM* tentu saja kita harus menyetting register yang diinginkan.

7. Interupsi

Interupsi adalah kondisi dimana pada saat program utama dieksekusi atau sedang berjalan kemudian tiba-tiba berhenti sementara waktu karena ada perintah lain yang harus dilayani terlebih dahulu oleh CPU, dan setelah selesai mengerjakan perintah tersebut CPU kembali mengerjakan instruksi pada program utama. ATmega8535 memiliki 21 sumber interupsi yang dapat digunakan.

Tabel5. Sumber Interupsi Pada AVR ATmega8535

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	0x000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset and Watchdog Reset
2	0x001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x003	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	0x004	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	0x005	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	0x006	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	0x007	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	0x008	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	0x009	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	0x00A	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	0x00B	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	0x00C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	0x00D	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	0x00E	ADC	ADC Conversion Complete
16	0x00F	EE_RDY	EEPROM Ready
17	0x010	ANA_COMP	Analog Comparator
18	0x011	TWI	Two-wire Serial Interface
19	0x012	INT2	External Interrupt Request 2
20	0x013	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
21	0x014	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Interupsi eksternal

Pada ATmega8535 terdapat 3 pin untuk interupsi eksternal, yaitu INT0, INT1, dan INT2. Interupsi eksternal juga dapat dibangkitkan bila terdapat perubahan logika 1 atau logika 0 pada pin INT0, INT1, dan INT2.

8. Tunda

Tunda atau *delay* adalah suatu instruksi untuk menunda suatu eksekusi suatu alur program selama waktu yang telah ditentukan. Dalam menggunakan fungsi tunda, dapat menggunakan *pustaka* tunda yang ditambahkan pada bagian *header*.

```
#include<delay.h>
```

Instruksi-instruksi di pustaka tunda:

a. *delay_us (unsigned int n)*

Menghasilkan tundaan selama *n mikrosekond*, *n* harus merupakan konstanta.

b. *delay_ms (unsigned int n)*

Menghasilkan tundaan selama *n milisekond*, *n* harus merupakan konstanta.

D. Photodiode

Dioda foto adalah jenis dioda yang berfungsi mendeteksi cahaya. Berbeda dengan diode biasa, komponen elektronika ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik. Cahaya yang dapat dideteksi oleh diode foto ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Aplikasi fotodiode mulai dari penghitung kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan di bidang medis.



Gambar6.Photodiode

(Sumber : <http://fitrianp.wordpress.com/2011/03/11/>)

Fotodiode berbeda dengan diode biasa. Jika fotodiode persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut. Berdasarkan hal tersebut dapat dibuat alat untuk mendeteksi cahaya dengan memanfaatkan karakteristik fotodiode sebagai salah satu alternatif pendeteksi cahaya. Dalam penelitian lanjut diperoleh hasil bahwa fotodiode dapat berfungsi sebagai sensor untuk pendeteksi cahaya, dimana semakin besar intensitas cahaya (ditunjukkan kenaikan daya lampu) yang mengenainya maka arus yang dihasilkan fotodiode juga akan semakin besar.

E. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena

kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).



Gambar7. Bentuk Fisik Buzzer

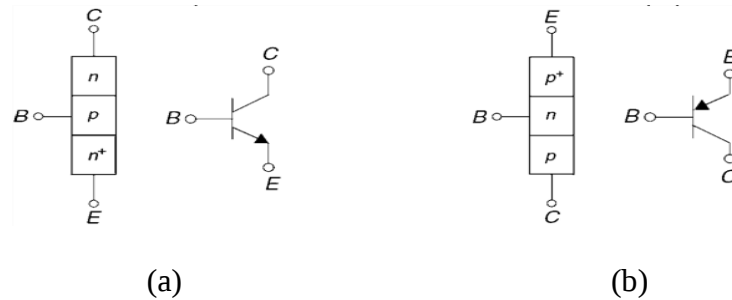
(Sumber : <http://www.rapidonline.com/Electrical-Power/Miniature-electronic-buzzer-83008>)

F. Transistor

Transistor merupakan komponen arus dengan besar arus dan tegangan atau daya keluaran yang dikendalikan oleh arus masukan. Transistor dibagi menjadi 2 tipe yaitu sambungan *bipolar* atau disebut *Bipolar Junction Transistor (BJT)* dan transistor tipe efek medan atau *Field Effect Transistor (FET)*. Transistor dari tipe sambungan *bipolar* merupakan transistor yang banyak digunakan dalam aplikasi elektronika.

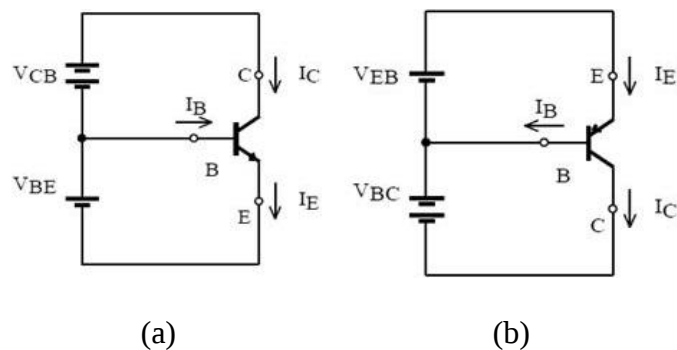
Secara prinsip, transistor sambungan bipolar dapat dipahami sebagai sebuah sambungan (junction) antara dua buah dioda PN yang saling bertolakbelakang. Dua buah dioda tersebut adalah dioda emitor-basis atau disebut dioda emitor dan dioda kolektor-basis atau disebut dioda kolektor. Susunan dari dua buah dioda PN ini menentukan jenis dari

transistor. Jenis transistor tersebut dapat dikelompokkan dalam dua macam, yaitu jenis NPN dan PNP. Transistor bipolar ini memiliki tiga buah elektroda yang masing-masing disebut dengan emitor atau emitter (E), basis atau base (B), dan kolektor atau collector (C). (Herman Dwi Surjono, 1996)



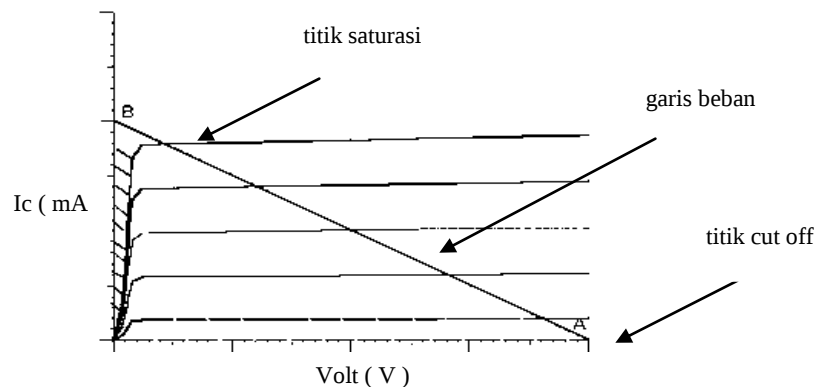
Gambar 8. Jenis Transistor (a). Transistor NPN, (b). Transistor PNP.
(Sumber : Sunomo, 1986)

Transistor dapat bekerja jika ada bias maju (forward bias) yang diberikan padanya. Bias maju merupakan proses pembuatan tegangan pada bahan penyusun transistor sehingga jenis P lebih positif dari pada jenis bahan N. Adanya bias maju ini memungkinkan adanya aliran elektron dari emitor ke kolektor dan arus mengalir dari kolektor ke emitor.



Gambar 9. Pemberian Bias maju (a). Transistor NPN, (b). Transistor PNP
(Sumber : Sunomo, 1986)

Transistor memiliki tiga kondisi kerja, yaitu kondisi jenuh (saturasi), kondisi aktif dan kondisi sumbat (*cut off*). Penentuan tiga macam kondisi kerja ini didasarkan pada grafik kurva kolektor dan garis beban transistor.



Gambar 10. Grafik Kurva kolektor dengan garis beban transistor
(Sumber : Sunomo, 1986)

Gambar grafik kurva kolektor dan garis beban transistor diatas mengisyaratkan adanya desain kerja transistor yang dapat dibuat. Salah satu desain kerja transistor yang paling umum digunakan dalam dunia digital adalah transistor saklar.

Transistor saklar merupakan salah satu jenis desain rangkaian transistor yang didasarkan pada dua kondisi kerja transistor, yaitu kondisi sumbat (*cut off*) dan kondisi jenuh (saturasi). Kondisi sumbat menggambarkan sebuah saklar dalam posisi terbuka. Kondisi jenuh menggambarkan sebuah saklar dalam kondisi tertutup. Kondisi *cut off* terjadi ketika nilai arus kolektor (I_c) sangat kecil. Sangat kecilnya arus kolektor disebabkan oleh sangat kecilnya atau tidak ada arus yang mengalir

pada basis (I_B). Saat demikian, nilai tegangan kolektor-emitor (V_{CE}) berada dalam kondisi maksimal mendekati tegangan sumbernya (V_{CC}).

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \times R_C)$$

Karena nilai I_C sangat kecil dan dapat dianggap nol, maka persamaan tersebut menjadi:

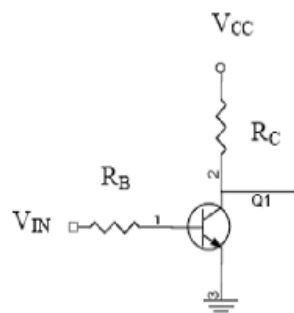
$$V_{CE} = V_{CC}$$

Kondisi jenuh terjadi ketika arus kolektor (I_C) berada pada posisi maksimum dengan nilai tegangan kolektor-emitor (V_{CE}) mendekati nol. Besarnya nilai arus kolektor ini ditentukan oleh besarnya perbandingan antara nilai tegangan catu pada kolektor dengan nilai hambatan kolektornya. Persamaan yang ada yaitu:

$$V_{CE} = 0 \quad \text{Maka : } I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Dalam aplikasinya, transistor sebagai saklar dapat digambarkan seperti di bawah ini. Pada gambar tersebut, transistor berfungsi sebagai saklar terbuka ketika arus basis sangat kecil atau bisa dikatakan tidak ada ($I_B = 0$). Transistor akan berfungsi sebagai saklar tertutup ketika besarnya arus basis minimal sama dengan besarnya arus basis saturasi ($I_B = I_{B \text{ saturasi}}$). Adapun besarnya arus basis tersebut dirumuskan dengan persamaan seperti di bawah ini.

$$I_B = \frac{V_{in} - V_{BE}}{R_B}$$

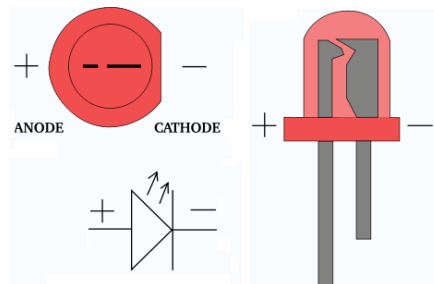


Gambar 11. Rangkaian transistor sebagai saklar
(Sumber : Sunomo, 1986:82)

G. LED(*Light Emitting Diode*)

Light emitting dioda adalah sambungan p-n yang khusus dibuat dari suatu material semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya ketika kuat arus sebesar kira-kira 10 mA mengalir melaluinya.

Tidak ada cahaya yang dipancarkan ketika sambungannya berada dalam keadaan bias balik dan melampaui 5 V maka LED akan rusak. Bentuk umum dan simbol rangkaiannya ditunjukkan dengan gambar dibawah ini.



Gambar 12. LED dan Simbolnya

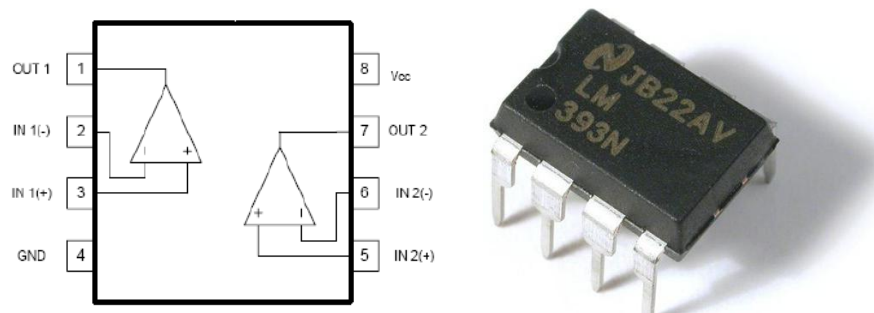
(Sumber : http://www.societyofrobots.com/electronics_led_tutorial.shtml)

LED akan memancarkan cahaya bila tegangannya sekitar 2 V. Bila tegangan yang lebih besar dari 2 V yang digunakan maka resistor harus dipasang secara seri dengan LED. Untuk menghitung nilai dari resistor yang diberikan kita harus menanyakan apa yang kita ketahui tentang LED. Kita tahu bahwa diodanya memerlukan tegangan maju sekitar 2 V dan arus sekitar 10 mA harus mengalir melalui sambungan untuk memberikan cahaya yang cukup. Untuk mengetahui besar nilai resistor yang dipasang seri dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$R = \frac{\text{Tegangan suplai} - 2 \text{ V}}{10 \text{ mA}} \Omega$$

H. IC LM393

LM393 adalah sebuah IC yang berfungsi sebagai pembanding tegangan (*Voltage Comparator*). IC ini dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat elektronik, diantaranya digunakan dalam rangkaian pengisi *baterai* (*Battery Charger*), *Switching Power Supply*, *PC motherboard*, *Cordless Telephone*, dan perangkat komunikasi. LM393 berupa IC DIP (*Dual In-line Package*) 8 pin. Adapun konfigurasi pin pada IC LM393 adalah sebagai berikut:



Gambar13. Konfigurasi dan Bentuk fisik IC LM393

Terminal-terminal yang terdapat pada op-amp mempunyai fungsi atau arti sebagai berikut: (Sunomo, 1996: 47).

1. Terminal masukan

Seperti yang terlihat pada gambar 8, op-amp mempunyai dua terminal masukan yang masing-masing bertanda (-) dan (+). Kedua masukan ini disebut masukan diferensial, karena tegangan keluaran V_o bergantung pada perbedaan tegangan antara kedua terminal masukan tersebut. Jika terminal (-) mendapat tegangan lebih positif dari pada

terminal masukan (+), maka keluaran V_o negatif. Jika terminal masukan (-) lebih negatif daripada terminal masukan (+), maka V_o positif. Jadi singkatnya, polaritas tegangan keluaran V_o akan selalu berlawanan dengan polaritas tegangan pada terminal masukan -

2. Terminal keluaran

Meskipun op-amp mempunyai dua buah terminal masukan, op-amp hanya memiliki satu terminal keluaran. Ujung terminal ini dihubungkan ke beban.

3. Terminal suplai daya

Terminal-terminal op-amp yang harus dihubungkan ke catu daya agar op-amp dapat bekerja ditandai dengan $+V$ dan $-V$. Terminal $+V$ dihubungkan ke sumber tegangan positif sedangkan terminal $-V$ dihubungkan ke sumber negatif. Ini berlaku jika op-amp memang dimaksudkan untuk digunakan dengan sistem suplai tiga polaritas (+), (0), dan (-). Jika op-amp hendak digunakan dengan sistem catu daya yang mempunyai dua polaritas (+) dan (0) atau GND, maka terminal $+V$ dihubungkan ke VCC dan $-V$ dihubungkan ke GND.

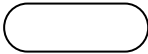
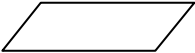
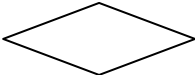
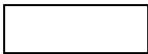
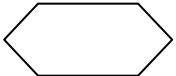
I. Diagram Alir

Dalam merancang sebuah program, pembuat menganggap sebuah program rancangannya sudah selesai jika program tersebut telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Program yang dirancang perlu ditelusuri lagi untuk keperluan pengembangan lebih lanjut dari cara kerja program rancangan tersebut. Untuk itu, sebuah program yang baik tidak hanya

berjalannya baik saja, namun program tersebut harus dapat ditelusuri kembalinya dengan mudah. Dengan struktur program yang teratur, maka bila terjadi kesalahan fungsi program, programmer akan dengan mudah menemukan kesalahan tersebut dan kemudian dapat segera memperbaikinya.

Teknik rancang sebuah program dengan struktur yang baik biasanya diawali dengan pembuatan diagram alir (*flowchart*). Diagram alir digunakan untuk menggambarkan terlebih dahulu mengenai apa yang harus dikerjakan sebelum mulai merancang program. Simbol-simbol diagram alir ditunjukkan pada Tabel 6. (Saleh Ibrahim, 2009: 27).

Tabel 6. Simbol-simbol Dalam Diagram Alir

Simbol	Keterangan
	Terminal start/stop
	Data
	Keputusan
	Proses
	Konektor (berada di halaman yang sama)
	Konektor (berada di halaman berbeda.)
	Preparasi

J. Skala Beaufort dan Kecepatan Angin

Dalam proyek akhir ini sumber atau parameter yang digunakan untuk penentuan kecepatan angin didasarkan pada *Skala Beaufort*.

Tabel 7. Skala Beaufort dan Kecepatan Angin

Skala Beaufort dan kecepatan angin.

Skala Beaufort	Tingkat an	Kecepatan (knot)	Kecepatan (m/dt)	Kecepatan (km/jam)	Tanda- tanda di darat
0	Tenang	< 1	0 - 0,2	< 1	Tenang; asap mengepul vertical.
1	Teduh	1 – 3	0,3 - 1,5	1 - 5	Asap mengepul miring, tetapi alat anemometer tidak berputar.
2	Sepoi lemah	4 – 6	1,6 - 3,3	6 - 11	Terpaan angin terasa di muka, anemometer berputar perlahan.
3	Sepoi lembut	7 – 10	3,4 - 5,4	12 - 19	Daun-daun kecil di pohon bergerak; bendera dapat berkibar.
4	Sepoi sedang	11 – 16	5,5 - 7,9	20 - 28	Debu dan kertas dapat terbang; ranting pohon bergerak.
5	Sepoi segar	17 – 21	8,0 - 10,7	29 - 38	Pohon-pohon kecil terlihat condong. Genangan air di tanah terlihat berombak kecil.
6	Sepoi kuat	22 – 27	10,8 - 13,8	39 - 49	Batang pohon terlihat bergerak; suara berdesing dari kawat telpon dapat terdengar; payung dapat terangkat.
7	Angin ribut lemah	28 – 33	13,9 - 17,1	50 - 61	Pohon – pohon bergerak; berjalan terasa berat.
8	Angin ribut	34 – 40	17,2 - 20,7	62 - 74	Batang pohon dapat patah, sampai pohon tumbang.
9	Angin ribut kuat	41 – 47	20,8 - 24,4	75 - 88	Dapat membawa kerusakan cerobong; pot-pot beterbangan.
10	Badai	48 – 55	24,5 - 28,4	89 - 102	Kerusakan lebih besar; tetapi di darat jarang terjadi.
11	Badai amuk	56 – 63	28,5 - 32,6	103 - 117	Kerusakan berat; tetapi sangat jarang terjadi di darat.
12	Topan	> 63	> 32,6	> 117	Hampir tidak pernah terjadi.

(Sumber : Dini Natalia, Wirastuti : 2008)