

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mikrokontroller**

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem computer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip *Integrated Circuit* (IC) sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik , berbeda dengan Personal Computer (PC) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara computer dengan mikrokontroler. dalam mikrokontroler, ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam computer atau PC, RAM jauh lebih besar dibanding ROM. (Agfianto Eko Putra, 2010 : 1)

Pada saat ini penggunaan mikrokontroller dapat kita temui pada berbagai peralatan, misalnya peralatan yang terdapat dirumah seperti telepon digital, *microwave oven*, televisi, mesin cuci, sistem keamanan rumah, PDA, dll. Keuntungan menggunakan mikrokontroller yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang – ulang kali, dan juga dapat kita program sesuai dengan keinginan kita. (Sumber: Heri Andrianto, 2013: 14)

Kelebihan mikrokontroller ialah Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer, sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program. Untuk *download* komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. (Sumber: Sumardi, 2013: 2)

##### **2.1.1 Mikrokontroller ATmega8535**

Mikrokontroller ATmega8535 merupakan mikrokontroller 8-bit teknologi CMOS dengan konsumsi daya rendah yang berbasis arsitektur *enhanced RISC*. Dengan eksekusi instruksi yang sebagian besar hanya menggunakan satu siklus clock, ATmega8535 mencapai *throughput* sekitar 1 MIPS per MHz yang

mengizinkan perancangan sistem melakukan optimal konsumsi daya versus kecepatan pemrosesan. (Syahrul. 2012 : 10)



**Gambar 2.1 Bentuk Fisik Mikrokontroler ATmega8535**

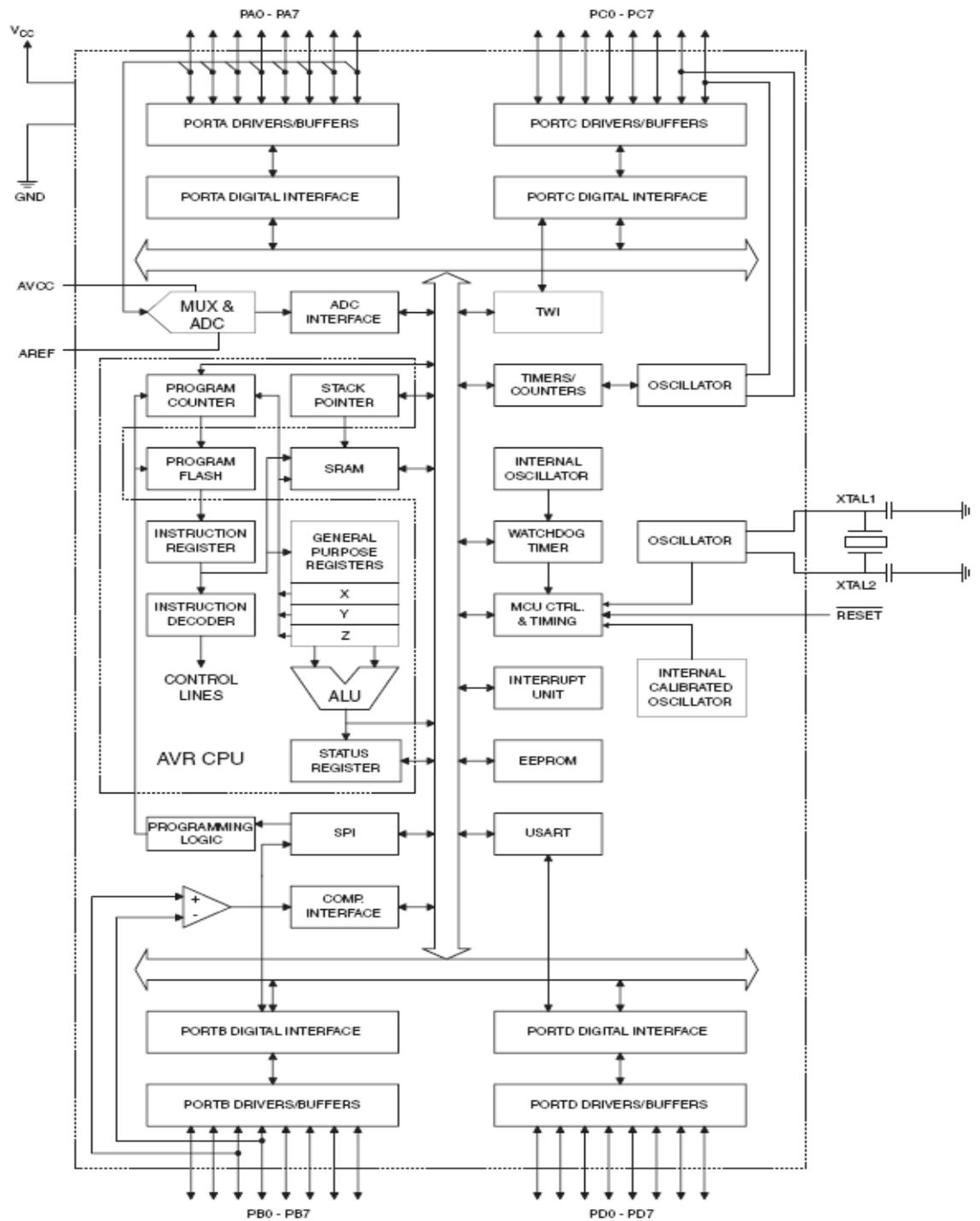
Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan.

Fitur-fitur tersebut antara lain:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri atas *Port A*, *B*, *C* dan *D*
2. *Analog to Digital Converter* 10-bit sebanyak 8 input
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU 8 yang terdiri atas 32 *register*
5. *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*
6. SRAM sebesar 512 *byte*
7. Memori *Flash* sebesar 8 Kbyte dengan kemampuan *read while write*
8. Unit Interupsi *Internal* dan *External*
9. *Port* antarmuka SPI untuk men-*download* program ke *flash*
10. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka *analog comparator*
12. *Port* USART untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
13. Frekuensi *clock* maksimum 16 Mhz

Pada dasarnya yang membedakan masing-masing varian adalah kapasitas memori dan beberapa fitur tambahan saja. ATmega 8535 dapat mengeksekusi satu instruksi dalam sebuah siklus *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS perMHz.. (Sumber: Agfianto Eko Putra, 2005, 12)

### 2.1.1.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535

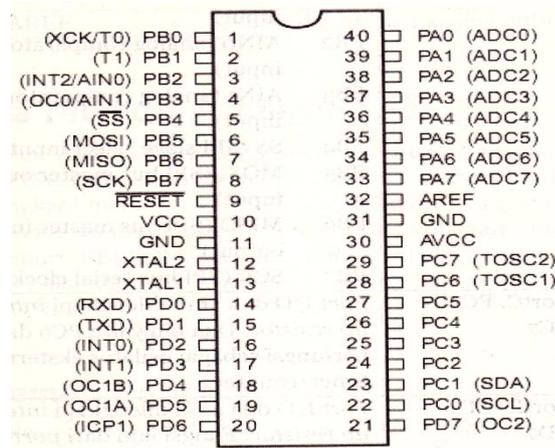


**Gambar 2.2 Diagram Blok Arsitektur Mikrokontroler ATmega8535**

(Syahrul. 2012 : 12)

### 2.1.1.2 Konfigurasi Pin ATmega8535

Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8535 untuk 40 pin DIP (dual *in line package*) ditunjukkan pada Gambar 2.3. (Syahrul. 2012 : 13)



**Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega8535**

(Syahrul. 2012 : 13)

Untuk dapat memahami lebih jauh tentang konfigurasi pin ATmega8535 maka dapat pada Tabel 1.1 diberikann deskripsi kaki-kaki atau pin ATmega8535. (Syahrul. 2012 : 13)

**Tabel 2.1 Deskripsi pin ATmega8535**

| No. Pin  | Nama Pin                                   | Keterangan  |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
|----------|--|---|----------|-------------|-----|--|-----|---|-----|---|-----|---|
| 10       | VCC  | Catu Daya   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| 11       | GND  | Ground  |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| 40-33    | PortA: PA0-PA7<br>(ADC0-ADC7)              | Port I/O dua arah dilengkapi <i>internal pull up resistor</i> .<br><i>Port</i> ini juga dimultipleks dengan masukan analog ke ADC 8 kanal   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| 1-7      | PortB : PB0-PB7                            | Port I/O dua arah di lengkapi <i>internal pull up resistor</i> . Fungsi lain dari <i>port</i> ini masing-masing :<br><br><table border="1"> <thead> <tr> <th>Port Pin</th> <th>Fungsi lain</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PB0</td> <td>T0 (timer/counter0 external counter input)</td> </tr> <tr> <td>PB1</td> <td>T1 (timer/counter external counter input)</td> </tr> <tr> <td>PB2</td> <td>A1N0 (analog comparator positive input)</td> </tr> <tr> <td>PB3</td> <td>A1N1 (analog comparator positive input)</td> </tr> </tbody> </table> | Port Pin | Fungsi lain | PB0 | T0 (timer/counter0 external counter input) | PB1 | T1 (timer/counter external counter input) | PB2 | A1N0 (analog comparator positive input) | PB3 | A1N1 (analog comparator positive input) |
| Port Pin | Fungsi lain                                |   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| PB0      | T0 (timer/counter0 external counter input) |   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| PB1      | T1 (timer/counter external counter input)  |   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| PB2      | A1N0 (analog comparator positive input)    |   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |
| PB3      | A1N1 (analog comparator positive input)    |   |          |             |     |  |     |   |     |   |     |   |

|       |                |   |
|-------|----------------|---|
|       |                | PB4 SS (SPI slave select input)<br>PB5 MOSI (SPI bus master output/slave input)<br>PB6 MISO (SPI bus master input/slave output)<br>PB7 SCK (SPI bus serial clock)   |
| 22-29 | PortC: PC0-PC7 | Port I/O dua arah dilengkapi <i>internal pull up resistor</i> .<br>Dua pin yaitu PC6 dan PC7 berfungsi sebagai osilator eksternal untuk timer/counter2  |
| 14-21 | PortD: PD0-PD7 | Port I/O dua arah dilengkapi <i>internal pull up resistor</i> .<br>Fungsi lain dari <i>port</i> ini masing-masing adalah :<br><u>Port Pin</u> <u>Fungsi lain</u><br>PD0        RXD (UART <i>input line</i> )<br>PD1        TXD (UART <i>output line</i> )<br>PD2        INT0 ( <i>External interrupt 0 input</i> )<br>PD3        INT1 ( <i>External interrupt 1 input</i> )<br>PD4        OC1B ( <i>timer/counter1 output compareB match output</i> )<br>PD5        OC1A ( <i>timer/counter1 output compareA match output</i> )<br>PD6        ICP ( <i>timer/counter1 input capture pin</i> )<br>PD7        OC2 ( <i>timer/counter2 output compare match output</i> ) |
| 9     | RESET          | Masukan <i>reset</i> . Sebuah reset terjadi jika pin ini diberi logika <i>low</i> melebihi periode minimum yang diperlukan.   |
| 13    | XTAL1          | Masukan ke <i>inverting oscillator amplifier</i> dan masukan ke rangkaian <i>internal clock</i> .   |
| 12    | XTAL2          | Keluaran dari <i>inverting oscillator amplifier</i> .   |
| 30    | AVCC           | Catu daya untuk <i>port A</i> dan ADC.  |
| 31    | AGND           | <i>Analog ground</i> .  |
| 32    | AREF           | Referensi masukan analog untuk ADC.   |

(Syahrul. 2012 : 13)

### 2.1.1.3 Memori Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki dua jenis memori yaitu:

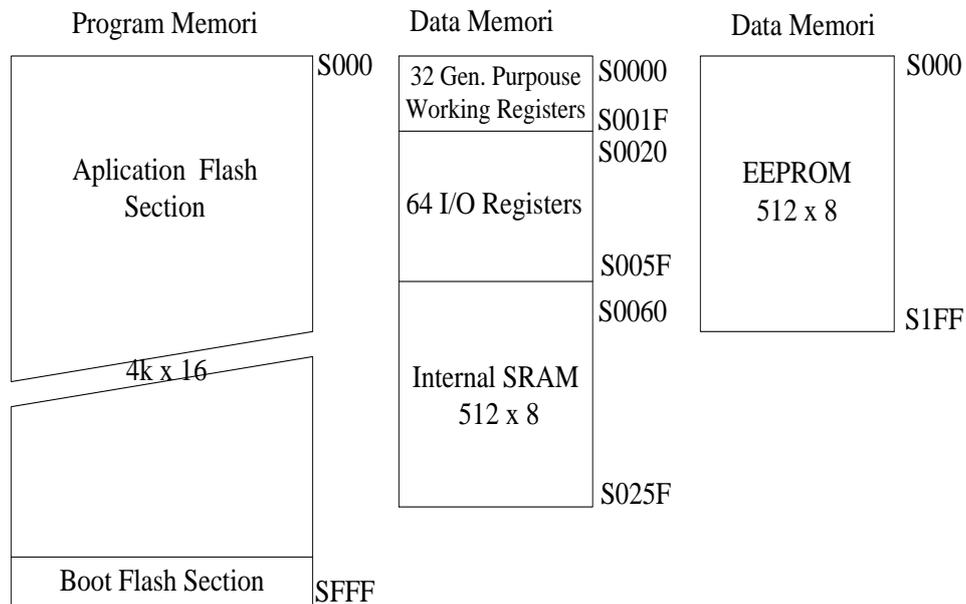
1. Memori data (SRAM).
2. Memori program (Memori Flash).

Disamping itu juga Mikrokontroler AVR ATmega8535 dilengkapi memori EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) untuk penyimpanan data tambahan yang bersifat *non-volatile*. Memori EEPROM ini mempunyai lokasi yang terpisah dengan sistem register alamat, register data dan register control yang dibuat khusus untuk EEPROM .

(Syahrul. 2012 : 15)

#### 1. Memori Program

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Untuk alasan keamanan, memori program dibagi menjadi dua bagian yaitu *Boot Flash Section* dan *Application Flash Section*. *Boot Flash Section* digunakan untuk menyimpan program *Boot Leader*, yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR reset atau pertama kali diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat pengguna. Mikrokontroler AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi ini sebelum menjalankan program *Boot Leader*. Besarnya memori *Boot Flash Section* dapat diprogram dari 128 word sampai 1024 word tergantung setting pada konfigurasi bit di-register BOOTSZ. Jika *Boot Leader* diproteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman. (Syahrul. 2012 : 17)

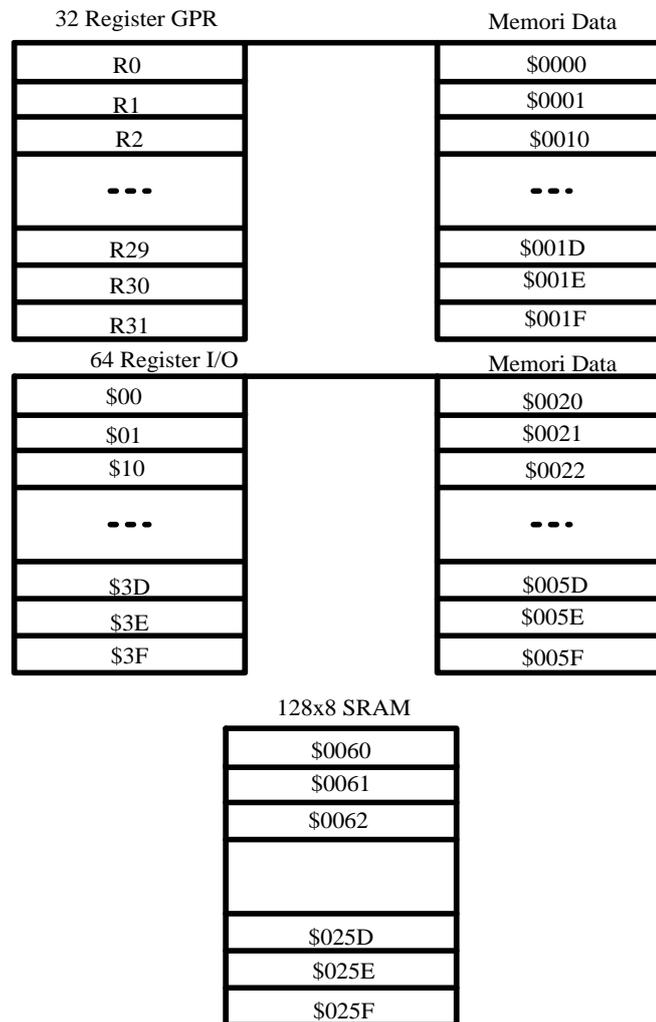


**Gambar 2.4 Peta Memori AVR**

(Syahrul. 2012 : 16)

ATmega8535 mempunyai memori data yang terpisah menjadi 3, yaitu:

1. Terdapat 32 *register* keperluan umum (*general purpose register-GPR* biasa disebut *register file* didalam teknologi RISC).
2. Terdapat 64 *register* untuk keperluan *input/output (I/O register)*.
3. Terdapat 512 byte SRAM internal. Selain itu, terdapat pula EEPROM 512 byte sebagai memori data yang dapat deprogram saat beroperasi. Pada gambar ditunjukkan peta memori data yang terdiri dari register file, I/O register dan memori SRAM pada mikrokontroler AVR ATmega8535.

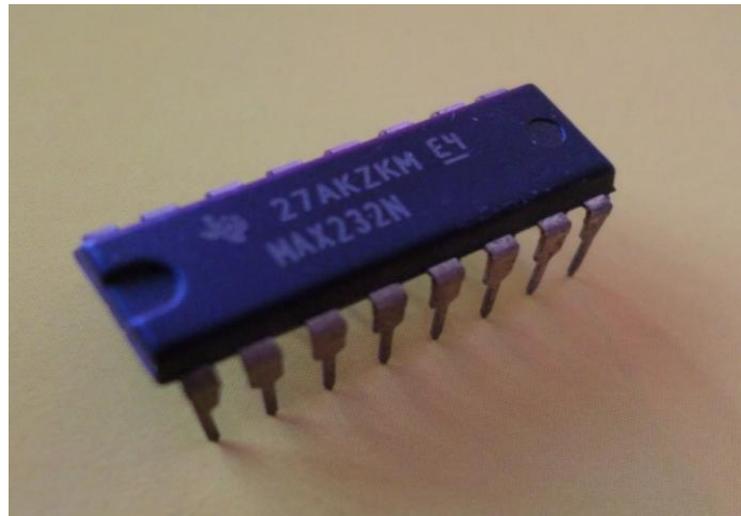


**Gambar 2.5 Peta Memori ATmega8535**

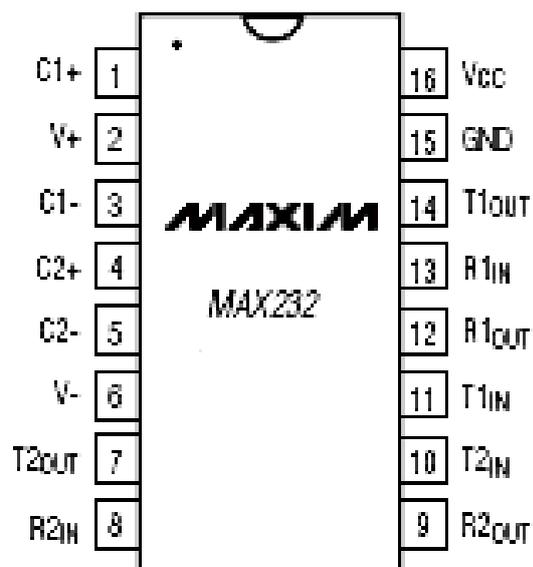
(Syahrul. 2012 : 17)

## 2.2 MAX232CPE

IC MAX232 merupakan salah satu jenis ic rangkaian antarmuka dual RS232 transmitter/receiver yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan power supply 5V (*single power supply*) sebagai catu.



**Gambar 2.6 Bentuk Fisik IC MAX232**



**Gambar 2.7 Konfigurasi Pin IC MAX232**

IC MAX 232 berfungsi untuk merubah level tegangan pada COMI menjadi level tegangan TTL/CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu dual charge-pump voltage converter, driver RS 232, dan receiver RS232.

### 2.3 LCD 16x2

LCD merupakan salah satu perangkat penamoil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam atau putih), maupun berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. (Afrie Setiawan. 2011 : 24)



**Gambar 2.8 Bentuk Fisik LCD 16x2**

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan *port I/O* karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit kontrol.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relatif sangat kecil.

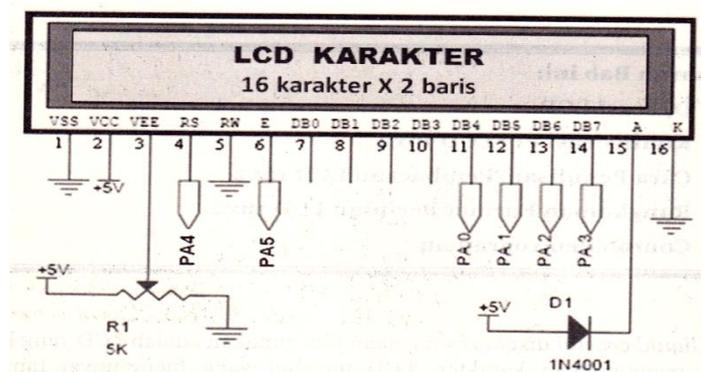
Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, intruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi

membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Cursor ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*. (Afrie Setiawan. 2011 : 26)

**Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD**

| <b>Pin No.</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Konfigurasi Hubung</b> |
|----------------|-------------------|---------------------------|
| 1              | GND               | Ground                    |
| 2              | VCC               | Tegangan + 5VDC           |
| 3              | VEE               | Ground                    |
| 4              | RS                | Kendali RS                |
| 5              | RW                | Ground                    |
| 6              | E                 | Kendali E/Enable          |
| 7              | DO                | Bit 0                     |
| 8              | D1                | Bit 1                     |
| 9              | D2                | Bit 2                     |
| 10             | D3                | Bit 3                     |
| 11             | D4                | Bit 4                     |
| 12             | D5                | Bit 5                     |
| 13             | D6                | Bit 6                     |
| 14             | D7                | Bit 7                     |
| 15             | A                 | Anoda (+5VDC)             |
| 16             | K                 | Katoda (Ground)           |

(Afrie Setiawan. 2011 : 26)



**Gambar 2.9 Skematik LCD Karakter 16x2**

(Syahrul. 2012 : 238)

**Tabel 2.3 Konfigurasi Pin LCD**

| Pin | Bilangan Biner | Keterangan                   |
|-----|----------------|------------------------------|
| RS  | 0              | Inisialisasi                 |
|     | 1              | Data                         |
| RW  | 0              | Tulis LCD/W ( <i>Write</i> ) |
|     | 1              | Baca LCD/R ( <i>Read</i> )   |
| E   | 0              | Pintu data terbuka           |
|     | 1              | Pintu data tertutup          |

(Afrie Setiawan. 2011 : 27)

## 2.4 Modem Wavecom

Modem wavecom adalah sebuah modem GSM yang banyak digunakan sebagai SMS gateway dengan menggunakan komunikasi serial dengan baudrate 9600bps. Untuk dapat berkomunikasi dengan modem ini ada protocol komunikasi yang digunakan yaitu dengan menggunakan AT-Commands. AT-Commands adalah sekumpulan perintah untuk mengontrol modem yang diawali dengan perintah AT(attention). AT(attention) adalah perintah atau intruksi yang diterima dan dikenali oleh modem GSM agar mau menjalankan fungsinya.



**Gambar 2.10 Bentuk Fisik Modem Wavecom**

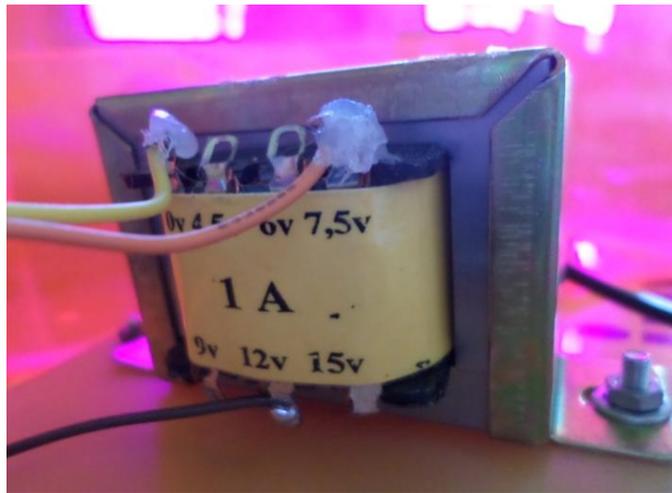
Berikut ini adalah kelebihan Modem Wavecom GSM daripada hp/modem lain untuk SMS Gateway:

1. Mendukung AT command dan SMS Gateway dengan Gammu.
2. Gunakan connection = at115200 pada konfigurasi GAMMURC maupun SMSDRC nya.
3. Secara umum dapat digunakan bersama software SMS Gateway (Now SMS dll) dan juga untuk software pulsa lainnya.
4. Dapat digunakan untuk mengirim atau menerima long SMS (SMS dengan panjang karakter lebih dari 160 buah).
5. Modem Wavecom M1306B P2303 USB GSM Melakukan transaksi jauh lebih cepat daripada hp biasa (2x – 5x lebih cepat).
6. Sanggup menangani volume transaksi yang besar
7. Sanggup menangani transaksi bertubi-tubi dalam waktu yang singkat
8. Lebih awet dan perawatannya lebih mudah
9. Lebih stabil dalam kinerjanya
10. Mampu dijalankan terus menerus (24 jam nonstop)
11. Lebih tahan panas
12. Mendukung semua sistem operasi Windows (XP, Vista, 7) dan Linux  
(Zulian Pratama, 2013: 20)

## **2.5 Transformator**

Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen

pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan. (Sumber: Dedy Rusmandi, 2001 : 8)



**Gambar 2.11 Transformator atau Trafo**

### 2.5.1 Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja dari sebuah transformator adalah sebagai berikut. Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

Ketika arus mengalir melewati kumparan primer, akan dihasilkan sebuah medan magnet. Inti besi trafo menyediakan sebuah jalur untuk dilalui oleh garis-garis gaya magnet sehingga hampir semua garis gaya yang terbentuk dapat sampai ke kumparan sekunder. Induksi terjadi hanya ketika terdapat suatu perubahan pada sebuah medan magnet. Dengan demikian, sebuah transformator tidak dapat bekerja dengan arus DC. Ketika arus AC mengalir melewati kumparan primer, dibangkitkanlah sebuah medan magnet bolak-balik. Medan magnet ini

akan menginduksikan arus bolak-balik pada kumparan sekunder. (Owen Bishop. 2004 : 45)

### **2.5.2 Penggunaan Transformator**

Transformator (trafo) digunakan pada peralatan listrik terutama yang memerlukan perubahan atau penyesuaian besarnya tegangan bolak-balik. Misal radio memerlukan tegangan 12 volt padahal listrik dari PLN 220 volt, maka diperlukan transformator untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik 220 volt menjadi tegangan listrik bolak-balik 12 volt.

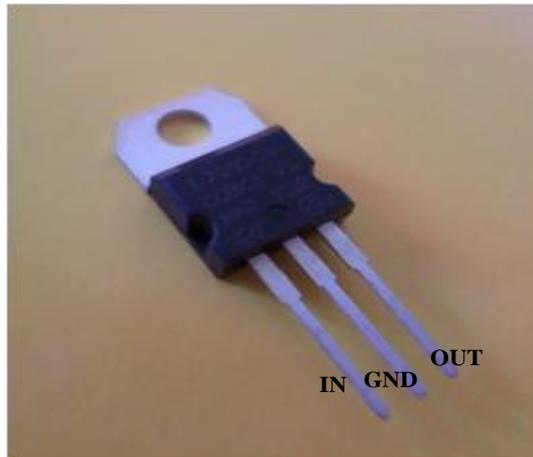
### **2.6 IC Regulator**

Regulator merupakan rangkaian yang digunakan untuk menjaga tegangan keluaran tetap stabil meskipun terjadi perubahan tegangan atau pada kondisi beban berubah-ubah. Regulator tegangan dalam bentuk rangkaian terpadu ( IC ) terdapat dalam beberapa harga tegangan IC jenis ini memiliki 3 terminal, yaitu : input/ masukan, output/keluaran dan bumi/tanah/ground.

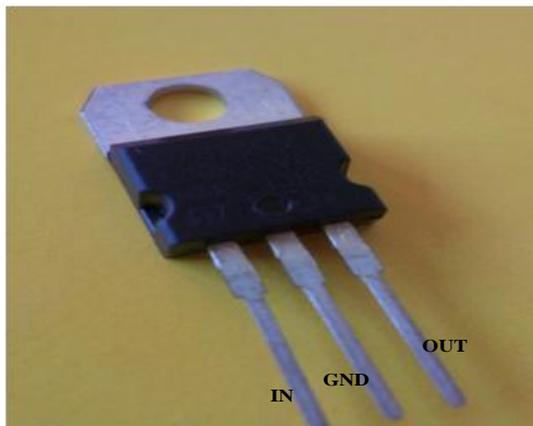
Beberapa catu daya yang terdiri dari trafo, penyearah dan penyaring ternyata memiliki daya kerja kurang baik. Untuk ini, agar diperoleh tegangan keluaran DC yang lebih konstan terhadap perubahan beban atau tegangan masukan AC, digunakan penstabil atau regulator. Regulator ini berfungsi untuk mengatur kestabilan arus. Rangkaian regulator tersebut dipasang antara keluaran tegangan dan beban.

Penstabil (regulator) tegangan berfungsi agar tegangan searah yang dihasilkan benar-benar mantap/stabil dengan harga tetap, misalnya 12 Volt DC. Pencatu daya yang dibuat dari regulator tegangan dapat dibuat dengan mudah, dapat diatur dan terhindar dari hubung singkat.

Komponen utama pada rangkaian ini adalah IC regulator tipe L7805 artinya IC ini memiliki harga stabil pada tegangan 5 Volt, dan IC L7812 artinya IC ini memiliki harga stabil pada tegangan 12 Volt.



**Gambar 2.12 IC Regulator L7805**



**Gambar 2.13 IC Regulator L7812**

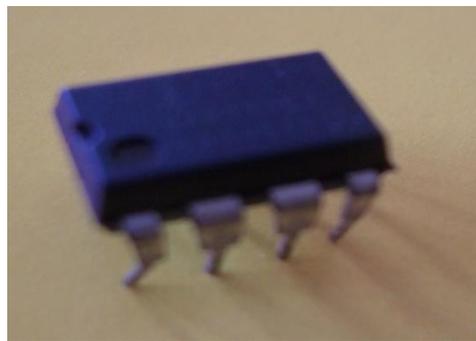
## **2.7 IC CA3130**

IC CA3130 adalah penguat operasional 15 MHz BiMOS dengan input MOSFET dan output Bipolar. Masukan mengandung transistor MOSFET untuk memberikan impedansi masukan yang sangat tinggi dan sangat rendah arus masukan serendah 10pA. C CA3130 memiliki kecepatan tinggi kinerja dan cocok untuk aplikasi input rendah saat ini.

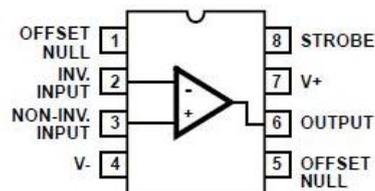
Jenis IC CA3130, yang memiliki kelebihan yaitu CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) dan transistor bipolar. Dimana dengan CMOS penggunaan daya yang dipakai sangat rendah, sedangkan dengan transistor bipolar

akan memiliki tingkat kerja yang baik pada elektronika linier. terminal negatif pasokan, atribut penting dalam aplikasi single-pasokan.

Sirkuit CA3130 Series beroperasi pada tegangan suplai mulai dari 5V ke 16V, (2.5V ke 8V). Mereka bisa menjadi fase kompensasi dengan kapasitor eksternal tunggal, dan memiliki terminal untuk penyesuaian tegangan offset untuk aplikasi yang memerlukan offset-nol kemampuan.



**Gambar 2.14 Bentuk Fisik IC CA3130**



**Gambar 2.15 Konfigurasi Pin IC CA3130**

Op-amp pada dasarnya merupakan sebuah blok komponen yang sederhana. Sebuah op-amp memiliki dua buah terminal masukan dimana salah satu masukan disebut sebagai masukan pembalik (diberi tanda -) sementara satu masukan lainnya disebut masukan non pembalik (diberi tanda +).

Op-amp merupakan sebuah penguat arus searah dengan gain tinggi (besarnya gain pada umumnya lebih besar dari 100.000 atau lebih dari 100 dB). Dengan menggunakan kopling kapasitif yang tepat, op-amp dapat diaplikasikan pada berbagai macam rangkaian-rangkaian penguat arus bolak-balik. Tegangan pada terminal keluaran op-amp merupakan perkalian antara selisih tegangan di

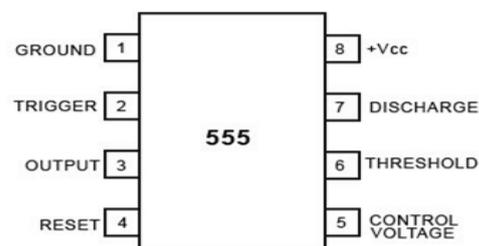
antara masukan pembalik dan non pembalik dengan besar gain yang dimiliki. Dengan demikian op-amp merupakan sebuah penguat diferensial. Jika masukan pembalik (-) memiliki potensial yang lebih tinggi maka tegangan keluaran akan menjadi negatif. Demikian pula jika masukan non pembalik(+) memiliki potensial yang lebih tinggi maka tegangan keluaran op-amp akan menjadi lebih positif. Karena gain yang dimiliki op-amp pada umumnya sangatlah tinggi maka tegangan diferensial di antara terminal-terminal masukannya biasanya sangatlah kecil. (George Clayton, Steve Winder. 2002 : 1)

## 2.8 IC NE555

Rangkaian terintegrasi (IC) 555 merupakan IC pewaktu untuk keperluan umum yang dapat dikonfigurasi untuk menghasilkan waktu tunda yang akurat atau frekuensi osilasi.



**Gambar 2.16 Bentuk Fisik IC NE555**



**Gambar 2.17 Konfigurasi Pin IC NE555**

IC tipe ini dapat digunakan sebagai basis dari sebuah rangkaian monostabil. Keunggulan-keunggulan yang ditawarkan IC 555 adalah :

1. Tingkat presisi yang lebih tinggi dalam menghasilkan panjang pulsa.
2. Panjang pulsa tidak dipengaruhi oleh perubahan-perubahan pada tegangan catu.
3. Dapat dibangkitkannya pulsa yang sangat panjang (hingga mencapai 1 jam)
4. Hanya dibutuhkan beberapa komponen tambahan.
5. Arus output dapat mencapai hingga 200mA, yang cukup besar untuk menyalakan sebuah lampu atau mengaktifkan sebuah relay. (Owen Bishop. 2002 : 116)