

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu**

Kemajuan teknologi digital meningkatkan kemampuan alat ukur. Selain itu juga didukung oleh kemajuan teknologi digital. Kemajuan teknologi digital ini menyebabkan penelitian dalam bidang elektro baik tenaga listrik maupun elektronika dapat dilakukan dengan lebih baik dan cepat. Perkembangan teknologi elektronika digital telah mendorong ke arah perubahan yang lebih baik, dari sisi konsumsi daya, harga dan bentuk bahkan kompatibelitasnya.

Penelitian mengenai alat ukur listrik sudah banyak dilakukan, seperti penelitian pada tahun 2012 yang dilakukan oleh Hilman HR. Jufri Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara, MEDAN, mengenai “Rancang bangun alat ukur daya arus bolak-balik berbasis mikrokontroler atmega8535”. (Hilman : 2012)

Pada tahun 2013 juga ada penelitian yang dilakukan Adi Saputra Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, mengenai “*Rancang bangun pengontrolan daya listrik menggunakan relay berbasis mikrokontroler atmega8535*”. (Adi : 2013)

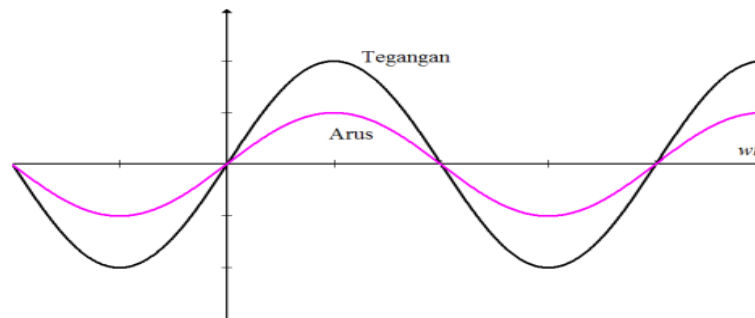
Pada tahun 2014 juga terdapat penelitian yang dilakukan Kurniati Tri Mareta Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. “Alat monitoring dan

pencatat pemakaian daya listrik ini menggunakan mikrokontroler ATmega8535". (Kurniati : 2014)

Penelitian yang sudah di lakukan dalam media monitoring pembacaan arus listrik pada sebuah penghantar masih di lakukan secara manual, yaitu dengan melihat data arus listrik pada layar lcd. Sebagai pengembangan penelitian yang sudah ada Sistem Informasi Tegangan Listrik Satu Fasa Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler ATmega16 memberikan solusi tambahan dengan memberikan sebuah informasi pembacaan arus jarak jauh melalui SMS. Sistem informasi yang di rancang mampu membaca penurunan arus listrik dan memberikan informasi berupa SMS, mengingat efek yang ditimbulkan dari penurunan daya listrik pada peralatan elektronik sangat fatal.

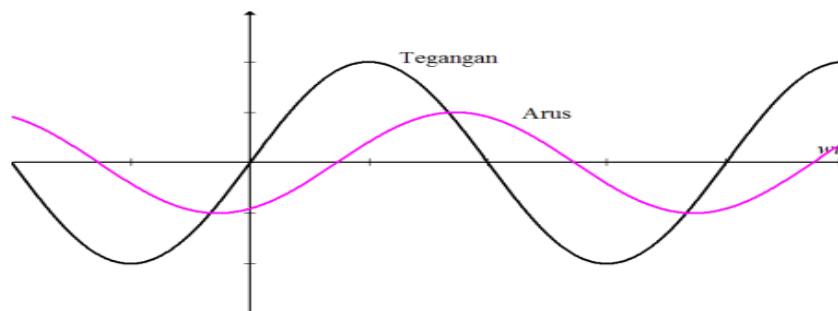
## **B. Listrik Satu Fasa**

Listrik satu Fasa merupakan instalasi listrik yang menggunakan dua kawat penghantar 1 kawat Fasa dan 1 kawat (0) netral. Umumnya listrik 1 fasa betegangan 220 volt, dengan bentuk gelombang sinusoida. Gelombang tegangan dan arus berpotongan pada titik yang sama secara periodik, seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. Dalam hal ini dikatakan bahwa tegangan sefasa dengan arus.



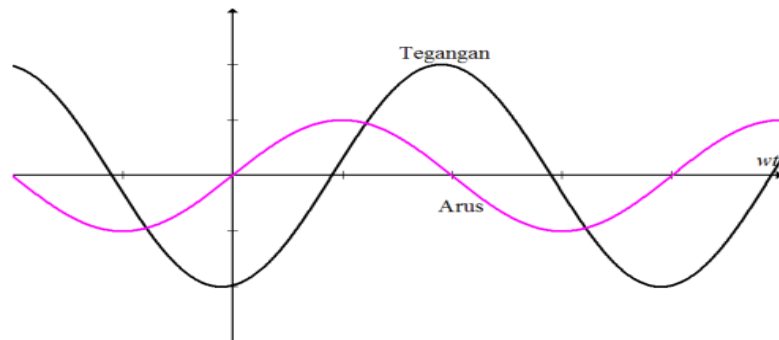
Gambar 2.1 Arus sefasa dengan tegangan

Tegangan dapat melalui harga nol dan naik ke harga tertinggi pada waktu yang lebih dulu dari arus, seperti ditunjukkan pada gambar 2.2. Dalam hal ini arus dikatakan tertinggal dari tegangan (*lagging*). (PLN : 2016)



Gambar 2.2 Arus tertinggal dari tegangan

Tegangan dapat melalui harga nol dan harga tertingginya pada beberapa saat kemudian dari pada arus, seperti ditunjukkan pada gambar 2.3. Dalam hal ini arus dikatakan mendahului tegangan (*leading*). Lamanya waktu arus mendahului atau tertinggal dari tegangan bervariasi dalam rangkaian yang berbeda dari kondisi sefasa sampai mendahului atau tertinggal siklus atau 90°. Oleh karena itu waktu dapat diukur dalam derajat listrik, beda waktu atau beda fasa dari arus dan tegangan biasanya dinyatakan dalam derajat listrik atau disebut dengan sudut fasa.



Gambar 2.3 Arus mendahului tegangan

### C. Tegangan Turun (*Under Voltage*)

Tegangan turun (*under voltage*) adalah problem yang tergolong sebagai problem klasik. Problem ini di alami oleh hampir semua wilayah, terlebih di wilayah yang berdekatan dengan kawasan Industri. Dalam terminologi power quality, under voltage dikategorikan sebagai fenomena *long duration voltage variation*. Berbeda dengan voltage DIP yang berlangsung cepat, under voltage biasanya terjadi dalam kurun waktu diatas 1 menit. Menurut **IEEE**, penurunan tegangan biasanya berkisar menjadi 80 % hingga 90% dari nominal voltagenya. (listrikindonesia : 2015)

Penyebab dari undervoltage sendiri cukup beragam. Pada intinya, under voltage dihasilkan oleh adanya low distribution voltage yang digunakan untuk mensupply beban-beban yang berarus tinggi (*heavy load*). Under voltage juga dapat ditimbulkan oleh adanya proses switching off dari capasitor bank.

Meski tergolong sebagai problem klasik, fenomena ini tentu tak dapat dianggap remeh. Undervoltage dapat mengakibatkan *overheat*,

*malfunction* hingga *premature fail* (kerusakan dini). Beberapa perangkat yang sering menjadi sasaran adalah perangkat elektronik seperti TV, Lampu, komputer, kulkas dan perangkat elektronik lainnya.

#### **D. Mikrokontroler ATmega16**

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah atau pewaktu, *Analog to Digital converter* (ADC), *Digital to Analog converter* (DAC) dan serial komunikasi, salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR.

AVR adalah mikrokontroler *Reduce Instruction Set Computer* (RISC) 8 bit berdasarkan arsitektur *Harvard*. Bahasa C digunakan untuk pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler AVR. Bahasa ini sudah merupakan high level language, dimana memudahkan programmer menuangkan algoritmanya. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, Mega AVR, Tiny AVR, AVR XMEGA, AVR 32 UC3, dan AVR32 AP7. ( Heryanto : 2008 )

Pada dasarnya yang membedakan kelas mikrokontroler adalah memori, peripheral, dan fiturnya seperti mikroprosesor pada umumnya,

secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas beberapa unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit (ALU)*, himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (in chip). Beberapa keistimewaan dari AVR At Mega16 antara lain :

1. Advanced RISC Architecture:

130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution.

32 x 8 General Purpose Fully Static Operation.

On-chip 2-cycle Multiplier.

Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz.

2. Nonvolatile Program and Data memoris:

8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash.

Optional Boot Code Section with Independent Lock bits.

512 Bytes Internal SRAM.

512 Bytes EEPROM.

Programming Lock for Software Security.

3. Peripheral Features:

Two 8-bit Timer Counters with Separate Prescalers and Compare.

One 16-bit Timer Counter with Separate Prescaler, Compare.

Real Time Counter with Separate Oscillator.

8-channel, 10-bit ADC.

Four PWM Channels.

Programmable Serial USART.

Special Mikrokontroller Features.

4. Konsumsi daya pada 1 MHz, 3V, 25°C for Atmega16L:

Aktif: 1.1 mA.

Mode Power-down: <1 A.

5. Fitur-fitur Mikrokontroler khusus:

Reset saat Power-on dan Deteksi Brown-out yang bisa diprogram.

Internal Calibrated RC Oscillator.

Sumber interupsi Eksternal dan Internal

Enam Mode Sleep: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standbyand.

6. I/O and Package :

40 rogrammable I/O Lines.

40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF.

7. Operating Voltages:

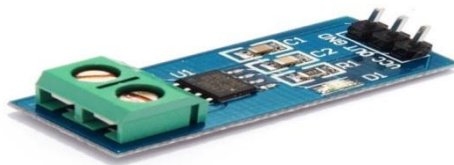
2.7 - 5.5V for Atmega1 6L.

4.5 - 5.5V for Atmega1 6.

Dengan keistimewaan di atas pembuatan alat dengan mikrokontroler At Mega 16 menjadi sangat sederhana dan tidak memerlukan IC tambahan yang banyak. Sehingga mikrokontroler At Mega 16 mempunyai keistimewaan dari segi perangkat keras.

## E. Sensor ACS 712

Sensor arus adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode Hall Effect Sensor. Hall Effect Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet.



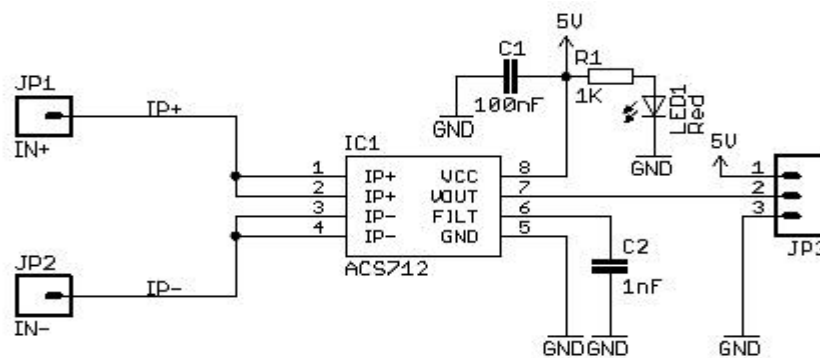
Gambar 2.4 Sensor ACS 712

Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah induktor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnet nya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoida. (Soedjana : 2000)

Teknologi Hall effect yang diterapkan oleh Allegro menggantikan fungsi resistor shunt dan current transformer menjadi sebuah sensor dengan



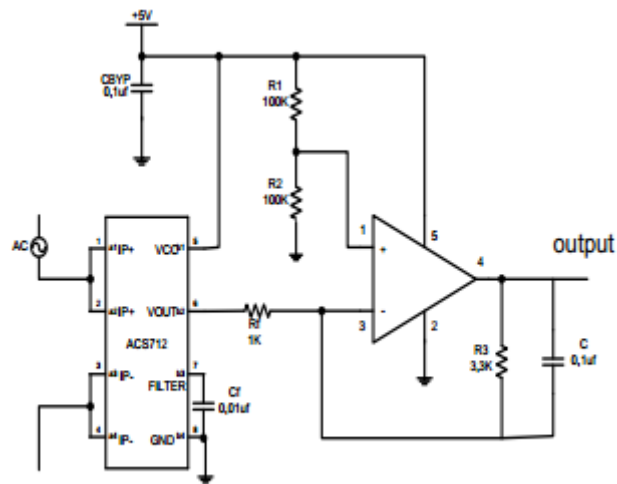
ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian dynamic offset cancellation dari ACS712 ELC-5A. bagian ini akan dikuatkan oleh amplifier dan melalui filter sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7, modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem. Agar output sensor berupa tegangan AC tanpa komponen DC 2,5 volt, maka digunakan rangkaian yang baru setelah dilakukan beberapa percobaan. Menggunakan power supply yang dimodifikasi untuk menghasilkan tegangan  $\pm 2,5$  volt dan ground. Power supply menggunakan trafo CT yang dikontrol dengan transistor agar menghasilkan tegangan  $\pm 2,5$  volt dan ground. Dengan demikian maka tegangan input sensor VCC-GND tetap 5 volt dan output sensor hanya berupa tegangan AC tanpa komponen DC.



Gambar 2.5. Rangkaian aplikasi sensor arus ACS 712 ,5 Ampere

Dari gambar 2.5 rangkaian aplikasi IC ACS 712 diatas, didapatkan hasil output berupa tegangan AC tanpa komponen DC. Setiap perubahan 1 ampere arus input maka hasil output berupa tegangan AC akan berubah tiap

100 mV. Tegangan AC hasil output sensor terlalu kecil, maka diperlukan penguatan agar hasil output sensor menjadi lebih besar. Rangkaian penguatan berupa Op- Amp LM321.



Gambar 2.6. Konfigurasi pin LM321 dan rangkaian inverting amplifier

Gambar 2.6 menunjukkan rangkaian sensor arus ACS 712 dengan keluaran 5 ampere lengkap dengan rangkaian inverting amplifier. Karena sinyal tegangan output dari IC ACS712 5 Ampere inverting maka menggunakan rangkaian inverting amplifier dengan gain 3 kali.

## F. Modem Serial

*Modem wavecom* adalah sebuah *modem Global System For Mobile* (GSM) yang banyak digunakan sebagai *Short Message Service gateway* dengan menggunakan komunikasi serial dengan baudrate 9600bps. Untuk dapat berkomunikasi dengan modem ini ada *protocol* komunikasi yang digunakan

yaitu dengan menggunakan *ATCommands* yaitu sekumpulan perintah untuk mengontrol modem yang diawali dengan perintah *AT (attention)* SIM.



Gambar 2.7 Modem Wavecom M1306B

Berikut ini spesifikasi dari *Modem wavecom* ini:

1. EGSM 900/1800MHz (*Band: Dual-band EGSM 900/1800 MHz*)
2. *Supports voice / data / fax / SMS (text and PDU modes) / GPRS*
3. *Open AT capable for embedded Applications*
4. *Optional TCP/IP stack permitting direct UDP/TCP connectivity and OP3/SMTP/FTP services*
5. *15-pin sub-D connector for voice and RS-232 serial interface*
6. *Fully type-approved dan 3V SIM Interface*
7. *25 mm shorter than M1206B predecessor*
8. *Serial port shutdown power saving feature*
9. *Two general-purpose input/output pins built into Molex power*
10. *Dimensions: 73 x 54 x 25 mm dan Weight: 82g*
11. *Input Voltage: 5.5 to 32v DC*

*Modem* GSM adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai alat pengirim dan penerima pesan SMS. Tergantung dari tipenya, tapi umumnya alat ini berukuran cukup kecil, ukuran sama dengan pesawat telepon seluler GSM. Sebuah *modem* GSM terdiri dari beberapa bagian, di antaranya adalah lampu indikator, terminal daya, terminal kabel ke komputer, antena dan untuk meletakkan kartu SIM.

### **1. Global System for Mobile Communication (GSM)**

GSM merupakan teknologi seluler yang perkembangannya paling pesat dan mempunyai pasar terbesar di Indonesia. Sistem GSM memiliki keunggulan seperti keluwesan *roaming*, keamanan data, kualitas sinyal yang tinggi, portabilitas dan kompatibilitas terhadap sistem lain, dan paling banyak digunakan oleh user bergerak. Aplikasi komunikasi data dan jaringan internet seperti: *World Wide Web* (WWW), *File Transfer Protocol* (FTP), *Telnet*, *Mobile Banking* dan aplikasi-aplikasi multimedia berbasis internet akan bisa dijalankan di atas sistem komunikasi bergerak (Lingga,2006).

Servis telepon *mobile* pertama kali yang menggunakan koneksi duplek dimulai pada tahun 1946 sebagai servis telepon dalam mobil. Masalah yang terdapat pada sistem ini yaitu peralatan yang digunakan sangat besar dan berat, area servis kecil karena hanya menggunakan satu antena transmisi (sistem *single cell*). Hasilnya adalah Kapasitas terbatas, peralatan yang mahal dan kualitas servis yang rendah Dengan berkembangnya teknologi baru semi konduktor, dioda, transistor,

*Integrated Circuit* (IC), mikroprosesor yang menghasilkan switching otomatis, bentuk perangkat yang lebih praktis dan murah, pada tahun 1970an peralatan komunikasi mulai berkembang, namun masih ada satu masalah yaitu Sistem *single cell* yang mempunyai kapasitas terbatas (Rachman. 2006).

Koneksi antar *cell* sering disebut juga sebagai *hand over* (HO), dimana *handover* ialah proses perubahan pelayanan/peng-handle-an sebuah *Mobile Station* (MS) dari suatu *cell* kesatu *cell* lain dikarenakan adanya pergerakan MS yang menjauhi *cell* awal dan mendekati *cell* baru. *hand over* hanya terjadi pada saat MS sedang melakukan hubungan dengan MS lain. Kalau perubahan peng-handle-an terjadi pada saat MS sedang bebas (tidak melakukan call) maka proses itu disebut *location update*, bukan *hand over*.

Mekanisme *Hand over* dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

- a. *Make Before Break*, pada mekanisme ini, sebelum MS terhubung dan dilayani oleh *cell* yang baru, maka hubungan dengan *cell* lama tidak akan diputus. Hubungan dengan *cell* lama hanya akan diputus bila hubungan dengan *cell* baru sudah dapat dilakukan. Mekanisme ini dikenal juga dengan sebutan *Soft Hand Over*.
- b. *Break Before Make*, pada mekanisme ini, MS akan memutuskan hubungan dengan *cell* lama walupun hubungan dengan *cell* baru belum tercapai. Akibatnya akan ada suatu periode waktu yang singkat

dimana MS tidak dilayani oleh *cell* manapun. User akan merasakan akibat dari hal ini dalam bentuk terputusnya pembicaraanya sesaat.

*Hand Over* bisa dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. *Hand Over Intra* BSC, yaitu perpindahan peng-handle-an suatu MS dari satu *cell* ke *cell* lain, dimana kedua *cell* tersebut terhubung ke satu BSC yang sama.
- b. *Hand Over Inter* BSC, yaitu perpindahan peng-handle-an suatu MS dari satu *cell* ke *cell* lain, dimana kedua *cell* tersebut terhubung ke dua BSC yang berbeda, tapi masih dalam satu MSC yang sama.
- c. *Hand Over Inter* MSC, yaitu perpindahan peng-handle-an suatu MS dari satu *cell* ke *cell* lain, dimana kedua *cell* tersebut terhubung ke dua BSC yang berbeda, dan masing-masing BSC terhubung ke MSC yang berbeda juga.



Gambar 2.8 Modem Wavecom Tipe M1306B.

## 2. Spesifikasi Modem Wavecom

Sebuah GSM modem terdiri dari beberapa bagian, di antaranya adalah lampu indikator, terminal daya, terminal kabel ke komputer, antena dan laci untuk meletakkan kartu SIM.



Gambar 2.9 Terminal Daya

Sebuah GSM modem biasanya mengkonsumsi daya yang cukup kecil, sekitar 6 sampai dengan 12 volt arus DC. Dengan demikian, terminal dayanya harus dihubungkan dengan sebuah adaptor. Jika sudah terhubung dengan adaptor modem wavecom aktif dengan indikator warna Led merah yang berkedip.



Gambar 2.10 Terminal Konektor 15 Pin

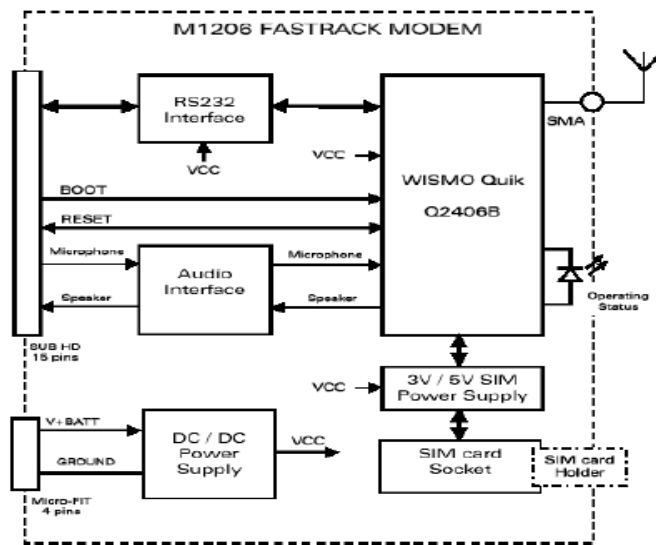
Untuk terhubung dengan sebuah komputer/mikrokontroler, sebuah GSM modem pada umumnya menggunakan terminal serial atau USB. Oleh karena itu pastikan komputer anda memiliki terminal yang sesuai dengan konektor yang digunakan oleh modem ini.



Gambar 2.11 Antena dan Laci Kartu SIM

Seperti yang di lihat fungsi sebuah GSM modem adalah menggantikan sebuah telepon seluler dalam hal pengiriman/penerimaan pesan SMS. Namun demikian, sebuah GSM modem tidak akan bisa berjalan tanpa dikontrol oleh sebuah program. Dengan serangkaian perintah yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman, instruksi-instruksi khusus dikirimkan dari komputer kepada alat ini melalui kabel yang dihubungkan ke terminal datanya. Sama halnya dengan sebuah telepon seluler, sebuah GSM modem juga membutuhkan sebuah kartu SIM. Dalam hal ini kartu SIM yang digunakan adalah tipe GSM. Bisa menggunakan kartu SIM GSM yang biasa di gunakan baik kartu prabayar atau pasca bayar seperti Simpati, Halo, Pro XL, MENTARI atau Matrix. Setiap pengiriman pesan yang dilakukan lewat GSM modem juga akan mengurangi deposit pada kartu pra-bayar, atau jika menggunakan kartu paska bulanan. Jadi kartu SIM ini tidak akan ada bedanya baik digunakan pada telepon seluler atau pada GSM modem.





Gambar 2.12 Arsitektur GSM modem wavecom fastrack M1306B

Pada gambar di atas diperlihatkan arsitektur dari GSM modem wavecom Fastrack M1206B. Disitu tampak bahwa koneksi antara modem dan komputer dilakukan melalui kabel RS232. Oleh karena itu, pastikan komputer anda memiliki sebuah serial port. Catu daya yang digunakan modem ini sebesar DC 9 volt dengan arus 500 mA.

### G. AT Command

*AT command* adalah perintah-perintah yang digunakan dalam komunikasi dengan *serial port*. Dengan *AT command* maka dapat diketahui *vendor* dari *handphone* yang digunakan, kekuatan sinyal, membaca pesan yang ada pada *SIM card*, mengirim pesan, mendeteksi pesan SMS baru yang masuk secara otomatis, menghapus pesan pada *SIM card*, dan masih banyak lagi.

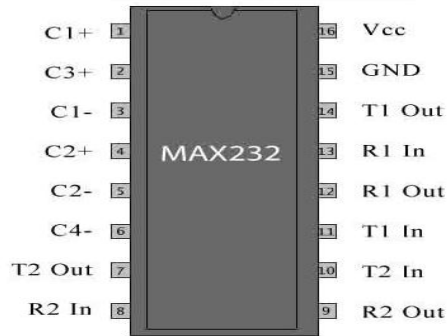
Berikut ini adalah beberapa perintah *AT command* yang berhubungan dengan sistem kerja *SMS gateway*.

**Tabel 2.1** Daftar At Command Modem

AT Command	Keterangan
AT	Mengecek apakah <i>handphone</i> telah terhubung
AT+CMGF	Menetapkan format mode dari terminal
AT+CSCS	Menetapkan jenis <i>encoding</i>
AT+CNMI	Mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis
AT+CMGL	Membuka daftar SMS yang ada pada SIM <i>Card</i>
AT+CMGS	Mengirim pesan SMS
AT+CMGR	CMGR Membaca pesan SMS
AT+CMGD	Menghapus Pesan

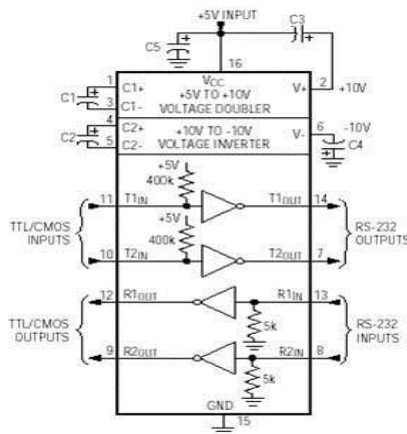
## H. MAX232

Rangkaian *interface* pada alat ini digunakan untuk mengkonversikan *level* tegangan TTL dari mikrokontroler menjadi *level* tegangan RS-232 pada *handphone/modem* dan sebaliknya dari *level* tegangan RS-232 pada *handphone* menjadi *level* tegangan TTL pada mikrokontroler. Konverter yang digunakan pada rangkaian *interface* ini adalah MAX232. Didalam IC ini terdapat sebuah blok rangkaian yang berfungsi untuk membangkitkan tegangan +10 Volt -10 Volt dari sumber tegangan +5 Volt tunggal. Tegangan tersebut dibutuhkan untuk mendapatkan *level* tegangan RS-232. (Rachman. 2006)



Gambar 2.13 Diagram Pin MAX232

MAX232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS-232 transmitter / receiver yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan power supply 5V ( single power supply ) sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL atau CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu dual charge-pump voltage converter, driver RS232, dan receiver RS232.



Gambar 2.14 Gerbang Logika Max 232

### **1. Dual Charge-Pump Voltage Converter.**

IC MAX232 memiliki dua charge-pump internal yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan +5V menjadi  $\pm 10V$  ( tanpa beban ) untuk operasi driver RS232. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan input +5V menjadi +10V saat C3 berada pada output V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk merubah +10V menjadi -10V saat C4 berada pada output V-.

### **2. Driver RS232**

Output ayunan tegangan ( voltage swing ) driver typical adalah  $\pm 8V$ . Nilai ini terjadi saat driver dibebani dengan beban nominal receiver RS232 sebesar  $5k\Omega$  atau  $V_{cc} = 5V$ . Input pada driver yang tidak digunakan bisa dibiarkan tidak terhubung kemana – mana. Hal ini dapat terjadi karena dalam kaki input driver IC MAX232 terdapat resistor pull-up sebesar  $400k\Omega$  yang terhubung ke  $V_{cc}$ . Resistor pull-up mengakibatkan output driver yang tidak terpakai menjadi low karena semua output driver diinversikan.

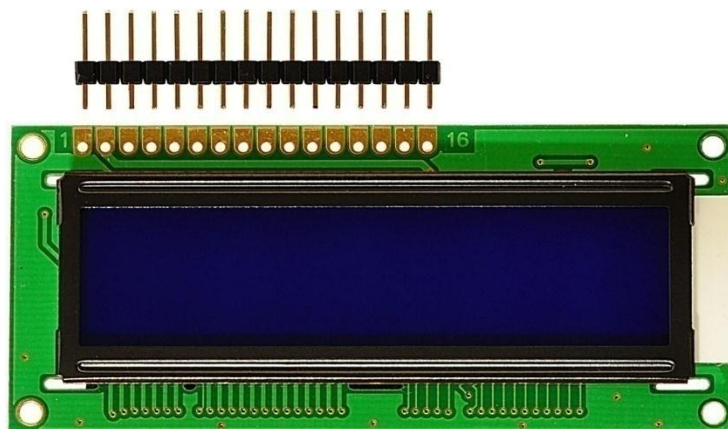
### **3. Receiver RS232**

EIA mendefinisikan level tegangan lebih dari 3V sebagai logic 0, berdasarkan hal tersebut semua receiver diinversikan. Input receiver dapat menahan tegangan input sampai dengan  $\pm 25V$  dan menyiapkan resistor terminasi input dengan nilai nominal 5k. Nilai input receiver hysteresis typical adalah 0,5V dengan nilai minimum 0,2V, dan nilai delay propogasi typicalnya adalah 600ns.

## I. LCD

LCD adalah suatu layar bagian dari modul peraga yang menampilkan karakter yang diinginkan. Layar lcd menggunakan dua buah lembaran bahan yang dapat mempolarisasikan dan Kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. Arus listrik yang melewati cairan menyebabkan Kristal merata sehingga cahaya tidak dapat melalui setiap Kristal, karenanya seperti pengaturan cahaya menentukan apakah cahaya dapat melewati atau tidak. Sehingga dapat mengubah bentuk Kristal cairannya membentuk tampilan angka atau huruf pada layar. ( Heryanto : 2008 )

Kegunaan lcd banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. Lcd dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil skor, menampilkan tweks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada alat ini ukuran tipe lcd yang digunakan adalah lcd 2 x 16 seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.15. Bentuk Fisik LCD

Rangkaian interfacing, LCD tidak banyak memerlukan komponen pendukung. Hanya diperlukan satu resistor variable untuk memberikan tegangan kontras pada matriks LCD. Untuk menampilkan karakter atau string ke LCD sangat mudah karena di dukung pustaka yang telah di sediakan oleh software AVR, salah satunya adalah Code Vision AVR dengan fasilitas library *lcd.h*. intruksi yang disediakan oleh library *lcd.h* meliputi:

1. Unsigned char lcd\_read\_byte (unsigned char addr);

Intruksi ini untuk membaca karakter dari RAM LCD.

2. Lcd\_clear (void);

Intruksi ini akan menghapus tampilan LCD dan menempatkan kursor di kolom 0 baris 0.

3. Lcd\_gotoxy (unsigned char x,unsigned char y);

Intruksi ini menyeting posisi kursor pada kolom x dan baris y.

4. Lcd\_putchar (char c);

Intruksi ini berfungsi untuk menampilkan karakter c pada kursor saat itu.

5. Lcd\_putsf (char flash\*str);

Intruksi ini berfungsi untuk menampilkan string pada posisi kursor saat itu.

6. Lcd\_puts (char\*str);

Intruksi menampilkan string yang sebelumnya di simpan di SRAM.

**Tabel 2.2.** Konfigurasi Pin LCD M1632

No	Pin	Function
1	Vss	0V (GND)
2	Vcc	5V
3	VLC	LCD Contrast Voltage
4	RS	Register Select; H: Data input; L: Instruction input
5	RD	H: Read; L: Write
6	EN	Enable Signal
7	D0	
8	D1	
9	D2	
10	D3	Data Bus
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	V+BL	Positif Backlight Voltage (4-4,2 v; 50-200 mA)
16	V-BL	Negatif Backlight voltage (0v; gnd)

## J. Rangkaian Sensor Tegangan

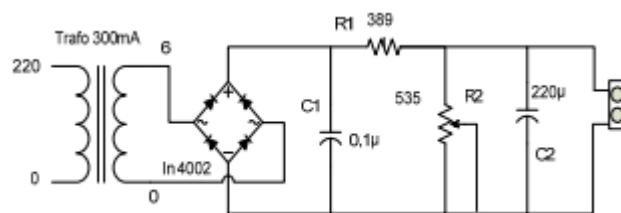
Sensor tegangan berfungsi untuk mendeteksi tegangan yang dihasilkan oleh sumber arus listrik bolak balik. Hal ini diperlukan untuk mengukur tegangan setiap saat. Sensor tegangan ini berupa pembagi tegangan. Tegangan yang dihasilkan masih berupa sinyal sinusoidal. Tegangan ini akan diteruskan ke input rangkaian penyearah. (Rizal : 2007)

Prinsip kerjanya yaitu sumber tegangan  $V_{ac}$  dari PLN dihubungkan ke trafo primer, sedangkan trafo sekunder dihubungkan ke jembatan dioda. Tegangan 220 Vac diubah menjadi tegangan 6Vdc yang kemudian disearahkan gelombang penuh menggunakan jembatan dioda. Nilai R1 dan R2

digunakan untuk menentukan batas tegangan 220V AC yang dibaca oleh sensor. Nilai R1 = 551 dan R2 = 389,

$$\frac{389}{389 + 551} \times 6 = 2,52 \text{ Volt}$$

Sehingga dihasilkan tegangan 2,52 Vdc saat tegangan 220 Vac. Titik ini yang akan dipakai sebagai acuan dalam pembacaan sensor ke mikrokontroler.



Gambar 2.16 Sensor Tegangan Listrik Arus Bolak Balik