

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Penelitian mengenai sistem perekaman data sebelumnya pernah dilakukan oleh Ambarina (2012) yaitu realisasi dan karakterisasi rangkaian perekam data keluaran dari extensometer menggunakan *micro secure digital* berbasis mikrokontroler ATmega32. Penelitian ini menggunakan sensor extensometer yang merupakan perangkat elektronika yang berfungsi mengukur parameter pergeseran tanah. Sensor ini menggunakan potensiometer multiturun sebagai komponen utama disertai dengan rangkaian penguat dan pengkondisi sinyal. Dari hasil penelitian menunjukkan penguatan yang dihasilkan oleh pengkondisi sinyal lebih besar dari perubahan tegangan keluaran potensiometer.

Selain Ambarina, penelitian ini juga dilakukan oleh Lisnawati (2012) dengan menggunakan sistem akuisisi data pada komputer. Sensor extensometer sebelum digunakan sebagai pendeteksi pergeseran tanah, terlebih dahulu dilakukan pengukuran input output sensor untuk mengetahui karakteristiknya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa respon pergeseran terhadap perubahan tegangan adalah linier.

Selain penelitian yang dilakukan oleh Ambarina dan Lisnawati, penelitian ini juga dilakukan oleh Arzanto (2010). Namun, ada perbedaan dengan penelitian Ambarina dan Lisnawati, penelitian ini menggunakan jaringan *Wi-Fi* dan SMS. Sistem ini dibuat terdiri dari extensometer, mikrokontroler, *Wi-Fi*, dan SMS. Pada saat terjadi pergeseran, jarak pergeseran dikirim ke komputer melalui media *Wi-Fi*. Apabila jarak pergeseran yang terjadi itu berbahaya, maka komputer akan memberi instruksi *handphone* untuk mengirimkan SMS kepada pihak yang bersangkutan. Sistem telah dapat direalisasikan dan dapat bekerja. Jarak pergeseran di lapangan dapat dipantau melalui komputer.

B. Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian Dainty Ambarina perangkat banyak digunakan untuk proses penyimpanan data serta tampilan data pada LCD. Sedangkan proses pembacaan pada komputer dilakukan secara manual menggunakan *interfacing* K125 yang terhubung dengan mikrokontroler. Pada penelitian ini penulis mencoba membuat perangkat yang dapat digunakan untuk proses perekaman data serta penambahan dalam sistem pengiriman datanya agar dapat dibaca oleh komputer sebagai sistem penerima. Pada penelitian ini menggunakan gelombang radio melalui perangkat Radio Frekuensi APC220 sebagai media pengiriman dan penerima data yang bekerja pada frekuensi 455 MHz. Dari penelitian ini diperoleh hasil penerimaan data yang lebih kompleks serta data yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Dimana, dalam sistem pengiriman data dapat di kirimkan melalui jarak jauh.

C. Teori Dasar

a. Sistem Catu Daya

1. Sel Surya

Photovoltaic merupakan bahan semikonduktor yang diproses sedemikian rupa sehingga apabila terkena sinar matahari atau cahaya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah (DC). *Photovoltaic* sejenis yang tersusun dari pertemuan *p-n* (Zuhal, 1995). Sel *Photovoltaic* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Contoh sel *photovoltaic*

Efisiensi konversi sel surya (η) adalah kemampuan sel surya untuk mengubah energi listrik yang dinyatakan dengan kerapatan daya maksimum dibagi daya masukan atau dirumuskan sebagai berikut (Culp, 1996).

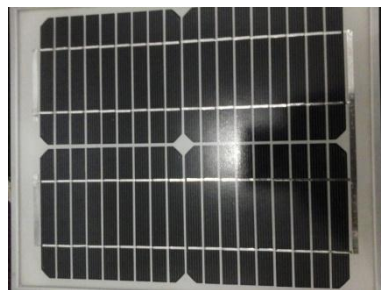
$$\eta = \frac{P_{maks}}{P_{in}} = \frac{I_{maks} V_{maks}}{AE} \times 100\% \quad (2.2.1)$$

dengan:

- P_{in} = masukan daya sel surya (Watt);
- P_{maks} = daya keluaran maksimum sel surya (Watt);
- A = luas permukaan sel surya (m^2);
- E = iluminasi (Lux).

2. Prinsip Kerja Sel Surya

Sebelum membahas sistem, pertama - tama akan dijelaskan secara singkat komponen penting dalam sistem ini yang berfungsi sebagai pengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut *solar cell* yang besarnya sekitar 10 - 15 cm persegi. Produk yang dikeluarkan oleh industri-industri *solar cell* adalah dalam bentuk modul yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Pada aplikasinya, tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu modul masih cukup kecil (rata-rata maksimum tenaga listrik yang dihasilkan 130 W) maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan dan terbentuklah apa yang disebut *array*. Sebagai contoh untuk menghasilkan listrik sebesar 3 kW dibutuhkan array seluas kira-kira 20 - 30 meter persegi (Raharjo, 2013).



Gambar 2.2. Bentuk fisik panel sel surya

b. Akumulator

Akumulator disebut sebagai elemen sekunder karena elemen ini baru akan mengeluarkan aliran listrik bila kepadanya telah diberi sejumlah aliran listrik searah dari luar misalnya sel surya. Sejumlah muatan listrik yang diisikan kepada akumulator disaat terjadinya pengisian, akan diubah menjadi tenaga kimia serta

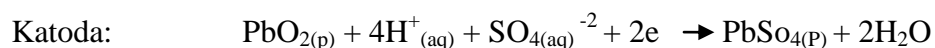
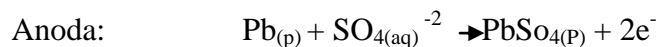
disimpannya di dalam akumulator tersebut. Sewaktu terjadinya pengosongan, maka energi kimia yang telah disimpan itu akan diubah kembali menjadi energi listrik melalui suatu alat pemakai listrik yang kemudian meninggalkan akumulator. Jadi pengosongan itu terjadi bila antara kutub positif dan negatif disambungkan alat sebagai beban (*load*) (Hardy, 1994).



Gambar 2.3. Bentuk fisik akumulator.

Aki yang umum digunakan di mobil terdiri atas enam sel identik yang tersusun secara seri. Setiap sel mempunyai *anoda timbale* dan *katoda* yang terbuat dari timbale oksida (PbO_2) yang dikemas pada sebuah plat logam. Baik katoda maupun anoda dicelupkan dalam larutan asam sulfat, yang berfungsi sebagai elektrolit.

Reaksi selnya ialah:



Pada kondisi kerja normal, setiap sel menghasilkan 2 V; jadi total 12 V. Aki dapat memberi banyak arus dalam waktu singkat, seperti waktu yang dipakai untuk

menyalakan mesin. Tidak seperti sel Leclanche dan baterai merkuri, aki dapat diisi ulang (*rechargeable*). Pengisian ulang baterai berarti membalik reaksi elektrokimia normal dengan menerapkan voltase eksternal pada katoda dan anoda. Jenis proses ini dinamakan *elektrolisis* (Raymond, 2005).

c. Sistem Sensor

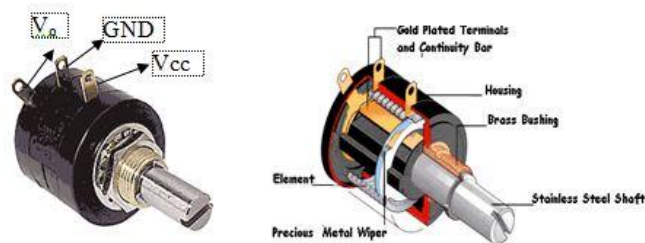
Dalam semua rangkaian pengukuran dikenal adanya “sensor” sebagai bagian yang paling awal yaitu bagian yang mengindra besaran fisis yang diukur (misalnya dalam pengukuran ketinggian permukaan cairan). Sensor selalu memegang peran untuk mengkonversi besaran fisis yang diukur menjadi sinyal elektrik yang selanjutnya dapat diolah dalam rangkaian elektronik mulai dari pengukuran sampai pengendalian. Sensor adalah piranti yang mengkonversi besaran non elektris menjadi besaran elektris, sedangkan transduser adalah piranti yang mengkonversi suatu besaran energi tertentu ke dalam bentuk energi yang lain (Warsito, 2013).

Sensor merupakan komponen penting di dalam sistem pengaturan otomatis. Dalam sistem pengaturan otomatis diperlukan ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor untuk meningkatkan kinerja dari sistem tersebut. Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi fenomena fisik menjadi sinyal elektronik (Kenny, 2005).

Menurut Talman (1983) besaran sistem dalam sistem kendali adalah bukan besaran listrik, seperti besaran fisika, kimia, mekanis dan sebagainya. Untuk memakaikan besar listrik pada sistem pengukuran, atau sistem manipulasi atau sistem

pengontrolan, maka biasanya besaran yang bukan listrik dirubah terlebih dahulu menjadi suatu sinyal listrik melalui sebuah alat yang mampu mengubah sinyal listrik tersebut yang disebut transduser. Transduser adalah sebuah komponen yang apabila digerakan oleh energi lain maka akan beralih ke bentuk energi lain. Perubahan energi itu misalnya berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau thermal (panas).

Dalam penelitian ini menggunakan sensor potensiometer dikarenakan sensor ini memiliki tingkat keakuratan cukup baik terhadap perubahan hambatan serta harga yang mudah dijangkau sehingga mudah untuk direalisasikan sensor pergeseran tanah yang bekerja secara digital. Potensiometer digunakan untuk mengubah gerak translasi atau anguler ke dalam suatu perubahan resistansi yang dapat langsung diubah menjadi sinyal tegangan atau arus listrik. Potensiometer resistif merupakan salah satu transduser pergeseran yang paling sederhana. dan efisien. Potensiometer terdiri dari sebuah kontak yang dapat menyapu pada hambatan lilitan kawat. Pergeseran kontak inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan hambatan pada terminal-terminal kontak. Jika pada potensiometer dihubungkan dengan sebuah sumber tegangan DC maka perubahan hambatan tersebut menghasilkan perubahan tegangan keluaran (Surtono, 2006). Bentuk fisik potensiometer ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Bentuk fisik potensiometer

Gambar 2.4 menunjukkan komponen resistor dengan tiga terminal yang tidak memiliki batas putaran pada kedua arahannya. Jika ketiga terminal digunakan, potensiometer berfungsi sebagai rangkaian pembagi tegangan. Namun, jika hanya dua terminal (terminal bagian tengah dan salah satu terminal bagian tepi) yang digunakan, potensiometer berfungsi sebagai variable resistor atau rheostat (Chandra dan Arifianto, 2010).

d. Mikrokontroler ATmega32

Atmel merupakan salah satu vendor yang bergerak di bidang mikroelektronika yang telah mengembangkan *Alf And Vegard's Risc Processor* (AVR) sekitar tahun 1997. Berbeda dengan mikrokontroler MCS51, AVR menggunakan arsitektur *Reduce Intruction Set Komputer* (RISC) yang mempunyai lebar bus data 8 bit. Perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja seperduabelas kali frekuensi *oscillator*, sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi *oscillator*. Jadi dengan frekuensi *oscillator* yang sama, kecepatan AVR dua belas kali lebih cepat dibanding kecepatan MCS51 (Heryanto, 2008).

Mikrokontroler adalah suatu *chip* yang dapat digunakan sebagai pengontrol utama sistem elektronika, di dalam *chip* tersebut sudah ada unit pemrosesan memori *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *input-output*, dan fasilitas pendukung lainnya (Budiharto dan Rizal, 2007). Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ATmega32 yang merupakan mikrokontroler dengan arsitektur

Reduced Instruction Set Computing (RISC) dengan lebar bus data 8 bit. Bentuk fisik mikrokontroler ATmega32 dapat dilihat pada Gambar 2.5.

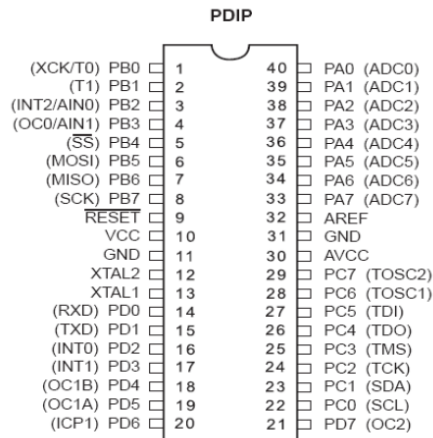


Gambar 2.5 Bentuk fisik mikrokontroler Atmega32

ATmega32 merupakan salah satu mikrokontroler buatan Atmel yang memiliki banyak kegunaan. Harga mikrokontroler ini tergolong murah saat ini jika dilihat dari fasilitas yang dimilikinya. ATmega32 memiliki empat port yang dapat digunakan untuk banyak masukan atau keluaran, memiliki ADC 10 bit, timer dan fasilitas lainnya. Keuntungan lain mikrokontroler ini adalah cara memrogramnya juga mudah karena tidak memerlukan downloader yang sangat merepotkan seperti mikrokontroler generasi sebelumnya karena dapat diprogram menggunakan sistem minimalnya (Ristantono dkk, 2012).

1. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler memiliki beberapa port yang dapat digunakan sebagai *input/output* (I/O). Susunan kaki standar pin DIP mikrokontroler AVR ATmega32 ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Arsitektur mikrokontroler ATmega32

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega32:

- a. Pin 1 sampai 8 (port B) merupakan port parallel 8 bit dua arah (bidirectional), yang dapat digunakan untuk general purpose dan special feature.
- b. Pin 9 (reset) jika terdapat minimum pulse pada saat active low
- c. Pin 10 (VCC) dihubungkan ke Vcc (2,7-5,5 volt)
- d. Pin 11 dan 31 (GND) di hubungkan ke Vcc atau Ground
- e. Pin 12 (XTAL 2) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal sebuah osilator Kristal atau sumber osilator luar.
- f. Pin 13 (XTAL 1) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini di pakai apabila menggunakan osilator Kristal.
- g. Pin 14 samapi 21 (port D) adalah 8 bit dua arah (bi-derictional I/O) port dengan pull-up resistor digunakan untuk general purpose dan special feature.
- h. Pin 22 sampai 29 (port C) adalah 8 bit dua arah (bi-directional I/O) port dengan internal pull-up resistor digunakan untuk general purpose dan special feature.

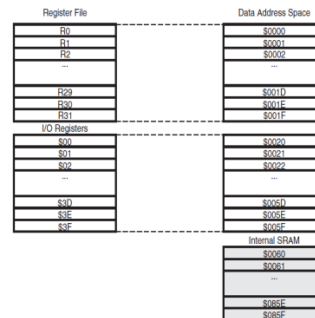
- i. Pin 30 adalah Avcc pin penyuplai daya untuk port A dan A/D converter dan dihubungkan ke Vcc jika ADC digunakan.
- j. Pin 32 adalah AREF pin yang berfungsi sebagai referensi untuk pin analog jika A/D converter digunakan.
- k. Pin 33 sampai 40 (port A) adalah 8 bit dua arah (bi-directional I/O) port dengan internal pull-up resistor digunakan untuk general purpose.

2. Peta Memory Atmega32

Untuk penyimpanan data, mikrokontroler AVR menyediakan dua jenis memori yang berbeda, yaitu *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) dan *Static Random Access Memory* (SRAM). EEPROM umumnya digunakan untuk menyimpan data-data program yang bersifat permanen, sedangkan SRAM digunakan untuk menyimpan data variabel yang dimungkinkan setiap saatnya. ATmega32 berisi 1024 byte memori data EEPROM atau memori yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori ini diorganisasikan agar dapat diakses baca dan ditulis dalam satu byte.

SRAM adalah *space* kosong yang dapat kita gunakan sebagai tempat penyimpanan variabel, data, stack, dan keperluan lainnya. SRAM ini tidak terhubung pada ALU sehingga untuk operasi yang menggunakan data pada SRAM harus melalui register umum R0-R31. Akan tetapi data pada SRAM dapat diakses secara *direct* (langsung) maupun *indirect* (melalui Pointer Register). Alamat \$085F adalah akhir dari alamat

SRAM internal atau biasa disebut RAMEND. Peta memori ATmega32 seperti pada Gambar 2.7.



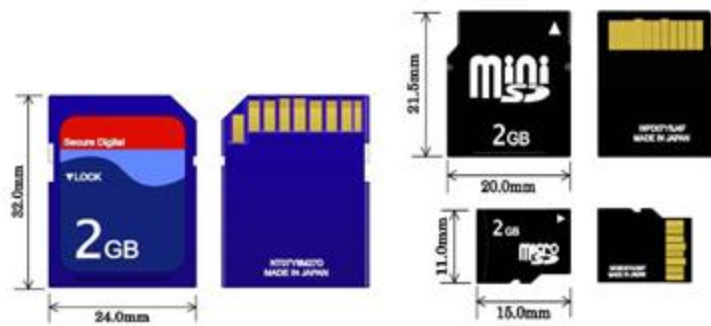
Gambar 2.7. Peta memori ATmega32.

Memori yang ada di dalam mikrokontroler ATmega32 ada beberapa macam, misalnya *General Working Register* (register kegunaan umum) sebanyak 32 byte. Register tersebut dinamai R1 sampai dengan R31 dari alamat \$0000 sampai \$001F. Untuk menyimpan data temporer, variabel lokal, dan alamat memori setelah terjadi interupsi dan subroutine biasanya digunakan Stack Pointer Register. Alamat Stack Pointer harus dimulai di atas \$0060. Register I/O, yaitu register yang berfungsi mengatur modul-modul pada mikrokontroler, menempati 64 alamat mulai dari \$0020 sampai dengan \$005F alamat berikutnya, yaitu \$0060 sampai \$085F sebesar 2 Kilobyte berfungsi sebagai SRAM internal. Selain itu ATmega32 memiliki *flash PEROM*, memori ini mempunyai kegunaan menyimpan kode-kode instruksi dan merupakan memori dengan kapasitas terbesar di antara memori yang ada di dalam sebuah chip mikrokontroler. Memori program yang terletak pada memori jenis ini tersusun dalam 1 word atau 2 byte dengan lebar kode instruksi sebesar 16 byte atau

32 bit. ATmega32 memiliki 32 Kilobyte x 16 bit dengan alamat dari \$000 sampai dengan \$3FFF. Mode pengalamatan memori ini ditangani oleh Program Counter (PC) sebesar 12 bit. Untuk keamanan perangkat lunak, lahan memori Flash PEROM dibagi menjadi 2 bagian, bagian Boot Program dan bagian *Application Program* (Susilo, 2010).

e. Media Penyimpanan Data

Micro SD seringkali digunakan sebagai sarana penyimpan data pada *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan telepon seluler (ponsel). Format data pada Micro SD umumnya menggunakan format *File Allocation Table* (FAT). FAT pertama kali dikembangkan oleh Bill Gates dan Marc McDonald, pada tahun 1976-1977. *FAT file systems* adalah sebuah sistem berkas yang menggunakan struktur tabel alokasi berkas sebagai cara dirinya beroperasi. Dengan adanya *FAT file systems* memungkinkan data disimpan dalam file yang dapat langsung dikenali oleh sistem operasi dengan format ekstensi *text document* (*.txt) sehingga data hasil rekaman dapat langsung dibaca dan dipindahkan ke dalam komputer (Sumiharto, 2010). FAT12 digunakan untuk kapasitas 16 MB ke bawah, FAT16 digunakan untuk kapasitas 32 MB hingga 2 GB, dalam penelitian ini digunakan FAT32 yang berkapasitas diatas 2 GB (Haryono dan Surmayono, 2006).



Gambar 2.8 Bentuk fisik dan dimensi SD Card, Mini SD, dan MicroSD.

f. Serial Logger

Serlog Modul adalah modul yang berfungsi sebagai perekam data dalam aplikasi data logger. Pada umumnya untuk membangun data logger dengan mikrokontroler dibutuhkan SPI (Serial Peripheral Interface) protokol untuk berkomunikasi kartu memori. Penggunaan Modul Serlog lebih sederhana, di mana untuk mengaksesnya menggunakan protokol serial. Serlog Modul mudah diterapkan karena efektif dan mudah, tidak hanya dapat menulis data ke kartu memori, tetapi juga dapat membaca dari kartu memori. Kode sederhana untuk menulis dan membaca data membuat pengguna akan lebih cepat untuk membangun aplikasinya (Saputro,2014).

aplikasi:

Banyak aplikasi dapat membangun dengan Serlog modul, seperti:

- a) Pengukuran Aplikasi Data Logger
- b) Aplikasi Jadwal Doa
- c) Aplikasi Bel Sekolah
- d) Simpan parameter data dalam aplikasi robot atau lainnya

Keterangan Modul Serlog:

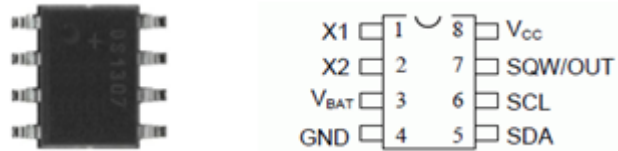
- 1) 5VDC Power Supply
- 2) Jenis memori MicroSD yang dapat dipasang pada Serlog modul
- 3) Maksimum ukuran memori 8GB
- 4) Ukuran modul 50mm x 50mm
- 5) Standar Baudrate 9600
- 6) Tiga pin untuk mengontrol modul (Tx, Rx, Rst)
- 7) Pastikan untuk memformat kartu baik FAT16 atau FAT32



Gambar 2.9 Bentuk fisik modul serial logger

g. Real Time Clock (RTC) DS1307

Dalam pencatatan data perekaman memerlukan waktu interval agar data dapat teridentifikasi dengan baik. Waktu pencatatan lokal dapat menggunakan IC DS1307 (Sumiharto, 2010). DS1307 merupakan RTC buatan Dallas-Maxim Semiconductor®. Tanggal pada DS1307 menyediakan informasi detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun (Pracoyo, 2008). Secara fisik DS1307 seperti pada Gambar 2.10.



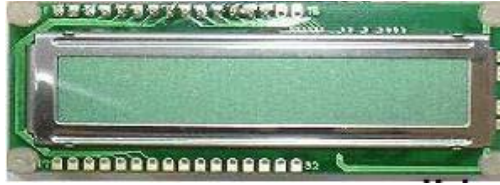
Gambar 2.10 Bentuk fisik DS1307 beserta keterangan kaki-kakinya.

DS1307 memiliki sistem *nonvolatile* (permanen) SRAM 56 bytes dimana alamat dan data dikirimkan secara serial perbit dengan menggunakan sistem *Inter Integrated Circuit* (I2C) yang dikembangkan oleh Philips Semikonduktor® (Susilo, 2010). I2C adalah komunikasi serial antar rangkaian terintegrasi. Komunikasi serial I2C selalu diawali dengan kondisi *start* dan diakhiri *stop*. Kondisi *start* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *high* ke *low* pada SDA ketika SCL pada kondisi *high*, sedangkan kondisi *stop* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *low* ke *high* pada SDA ketika SCL pada kondisi *high* (Budiharto dan Rizal, 2007).

h. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid crystal display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing–masing baris bias menampung 16 huruf/angka. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk

mengatur tempat penyimpanan tersebut.(Rizal,2007). Di bawah ini adalah gambar LCD 2x16 karakter.



Gambar 2.11. LCD karakter 2x16

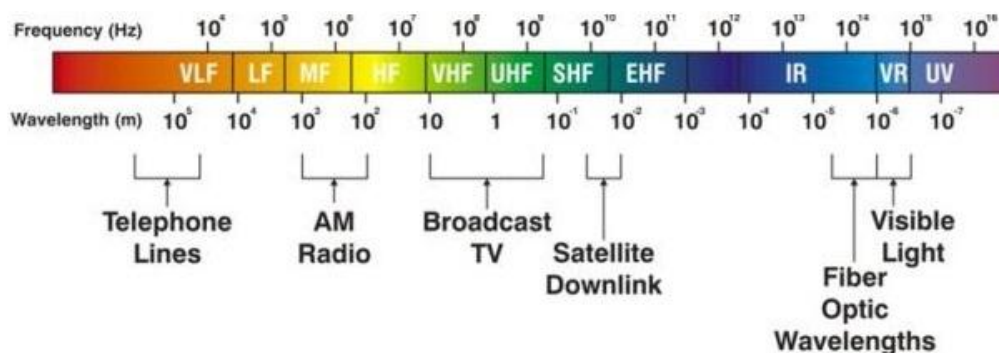
Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempel dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan LCD. Dengan demikian pemakaian LCD M1632 menjadi sederhana, sistem lain cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang

ditampilkan. Spesifikasi LCD M1632:

- a. Tampilan 16 karakter 2 baris dengan matrik 5 x 7 + kursor.
- b. ROM pembangkit karakter 192 jenis.
- c. RAM pembangkit karakter 8 jenis (diprogram pemakai).
- d. RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
- e. Duty ratio 1/16.
- f. RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikroprosesor.
- g. Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (*display clear*), posisi kursor awal (*crusor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), penggeseran kursor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shift*).
- h. Rangkaian pembangkit detak dan rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
- j. Catu daya tunggal +5 volt.

i. Gelombang Radio

Dewasa ini, penggunaan gelombang elektromagnetik semakin luas. Sistem komunikasi radio, televisi, telepon genggam, dan radar merupakan beberapa contoh penggunaan gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walaupun tidak ada medium dan terdiri dari medan listrik dan medan magnetik. Gelombang elektromagnetik telah dibangkitkan atau dideteksi pada jangkauan frekuensi yang lebar. Jika diurut dari frekuensi terbesar hingga frekuensi terkecil, yaitu sinar gamma, sinar-X, sinar ultraviolet, sinar tampak (cahaya), sinar inframerah, gelombang mikro (radar), gelombang televisi, dan gelombang radio. Gelombang-gelombang ini disebut spektrum gelombang elektromagnetik. Jangkauan frekuensi spektrum gelombang elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Jangkauan frekuensi gelombang elektromagnetik

Gelombang radio merupakan satu bentuk dari radiasi elektromagnetik yang bergerak menurut garis lurus. Gelombang ini mempunyai sifat seperti cahaya (dapat dipantulkan, dibiaskan, direfraksi dan dipolarisasi) dan dapat merambat melalui

udara. Sehingga gelombang radio yang dipancarkan oleh *transmitter* dapat ditumpangangi oleh gelombang suara. Selanjutnya, saat gelombang radio tersebut diterima oleh receiver, gelombang radio akan dihilangkan dan gelombang suara akan diteruskan pada speaker. Menurut Douglas (1998), *Transmitter - Receiver* dirancang untuk dioperasikan pada beberapa frekuensi, diantaranya *Low Frequency* (LF, 30-300 KHz) dan HF sampai VHF, *Ultra High Frequency* (UHF, 300-3000 MHz) dan radar *Super High Frequency* (SHF, 3-30 GHz).

j. Radio Frekuensi APC220

Penelitian ini menggunakan Radio Frekuensi dengan tipe APC220. APC220 merupakan modul yang terintegrasi dengan kecepatan tinggi MCU, selain itu RF memiliki tingkat koreksi kesalahan efisien yang tinggi. Dalam penggunaan, modul ini hemat biaya dan mudah sehingga dapat mengirimkan data transparan dan memiliki 100 saluran sehingga memudahkan melakukan perubahan parameter. Modul ini memiliki header SIP yang memungkinkan untuk kemudahan penggunaan dengan papan rangkaian (Jia dan Xu, 2013). Cocok dengan sebagian besar mikrokontroler termasuk ship propeller dan semua model basic stamp, mudah digunakan secara sederhana dengan intruksi SEROUT/SERIN PBASIC, *power-down mode* untuk penggunaan energi konservatif, *line-of-sight* dan range hingga 250 kaki (tergantung kondisi).



Gambar 2.13 Bentuk fisik radio frekuensi APC220

Gelombang radio mengacu pada frekuensi yang jatuh dalam spectrum elektromagnetik yang terkait dengan propagansi gelombang radio. Ketika diterapkan pada antena, gelombang radio menciptakan medan elektromagnetik yang menyebarkan sinyal diterapkan melalui ruang. Setiap medan elektromagnetik memiliki panjang gelombang radio yang berbanding terbalik sebanding dengan panjang gelombang. APC220 menggunakan frekuensi 455 MHz, panjang gelombang 0,69 meter.

APC220 adalah modul radio komunikasi dengan komunikasi semi-duplex yang dapat dikomunikasikan point ke point atau dari satu titik ke multi point. APC220 memiliki banyak saluran sehingga meskipun memiliki banyak frekuensi namun dapat digunakan pada banyak jaringan yang bekerja ditempat dan waktu yang sama. APC220 memiliki spesifikasi sebagai berikut: membutuhkan daya 3,3-5 V DC, komunikasi data *asynchronous serial* 1200-57600 bps, suhu operasi: -30-85°C, jarak pengiriman ± 1000 meter. Rentang frekuensi APC220 merupakan rentang frekuensi jaringan umum. APC220 memiliki buffer data sebesar 256 byte yang memungkinkan transfer data dengan kapasitas file besar (Dam, 2011).

k. Modulasi Gelombang

Modulasi adalah proses perubahan (*varying*) suatu gelombang periodik sehingga menjadikan suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Dengan proses modulasi, suatu informasi (biasanya berfrekuensi rendah) bisa dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa, biasanya berupa gelombang sinus berfrekuensi tinggi. Terdapat tiga parameter kunci pada suatu gelombang sinusoidal yaitu : amplitudo, fase dan frekuensi. Ketiga parameter tersebut dapat dimodifikasi sesuai dengan sinyal informasi (berfrekuensi rendah) untuk membentuk sinyal yang termodulasi.

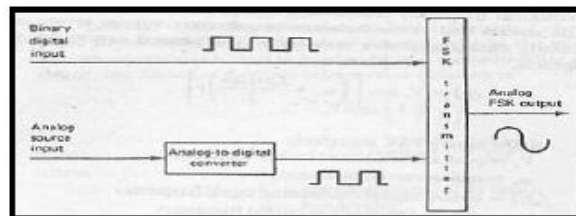
Peralatan untuk melaksanakan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi informasi awal (kebalikan dari dari proses modulasi) disebut demodulator dan peralatan yang melaksanakan kedua proses tersebut disebut modem. Informasi yang dikirim bisa berupa data analog maupun digital sehingga terdapat dua jenis modulasi yaitu; modulasi analog dan modulasi digital.

Sinyal analog adalah sinyal data dalam bentuk gelombang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombangnya. Sinyal digital merupakan hasil teknologi yang dapat mengubah signal menjadi kombinasi urutan bilangan 0 dan 1 (juga dengan biner), sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau, proses informasinya pun mudah, cepat dan akurat, tetapi transmisi dengan sinyal digital hanya mencapai jarak jangkauan pengiriman data yang relatif dekat. Dalam penelitian ini menggunakan salah satu jenis modulasi yaitu modulasi digital.

Modulasi Digital

Sistem modulasi digital memiliki 3 teknik modulasi yang paling mendasar yaitu: modulasi digital dengan mengubah amplitudo sinyal pembawa disebut *Amplitudo Shift Keying (ASK)*, modulasi digital dengan mengubah frekuensi sinyal pembawa yaitu *Frekuensi Shift Keying (FSK)*, dan modulasi digital dengan mengubah fasa sinyal pembawa yang disebut dengan *Phase Shift Keying (PSK)*. Dari ketiga teknik modulasi pada penelitian ini menggunakan teknik modulasi *Frequency Shift Keying (FSK)*.

Frequency Shift Keying (FSK) atau pengiriman sinyal melalui penggeseran frekuensi. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi output gelombang pembawa. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. FSK biner adalah suatu fungsi *step* pada domain frekuensi. Sesuai perubahan sinyal masukan biner dari suatu logic 0 ke logic 1, dan sebaliknya, keluaran FSK bergeser diantara dua frekuensi: suatu *mark frekuensi* atau logic 1 dan suatu *space frekuensi* atau logic 0 (Cooper, 1986). Gambar dibawah ini merupakan blok diagram pemancar dan penerima dari FSK .



Gambar 2.14. *Frequency shift keying*

Frequency Shift Keying (FSK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu (misalnya $f_1 = 1200$ Hz), sementara sinyal digital 0 dinyatakan sebagai suatu nilai tegangan dengan frekuensi tertentu yang berbeda (misalnya $f_2 = 2200$ Hz) (Setiawan, 1997).

Modulasi FSK sering digunakan dalam bentuk modulator dan demodulator FSK yang dikemas dalam berbagai merek IC. Untuk mengirimkan bit-bit digital maka diperlukan suatu sistem modulasi digital yang dapat mengkonversi bit-bit tersebut ke dalam bentuk sinyal analog. Contoh modulasi digital yang dipakai ialah sistem FSK dengan menggunakan rangkaian terintegrasi tipe TCM3105 (Wasito, 1985). Rangkaian modulasi FSK biasanya memiliki baudrate yang sama antara modulator dan demodulator yaitu 1200 bps. Hal ini dikarenakan pin TRS, TXR1, dan TXR2 berada dalam logika *low* (terhubung ground) (Muda dkk, 2007)