

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2011 hingga Mei 2012. Perancangan, pembuatan dan pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk merealisasikan rangkaian perekam data adalah:

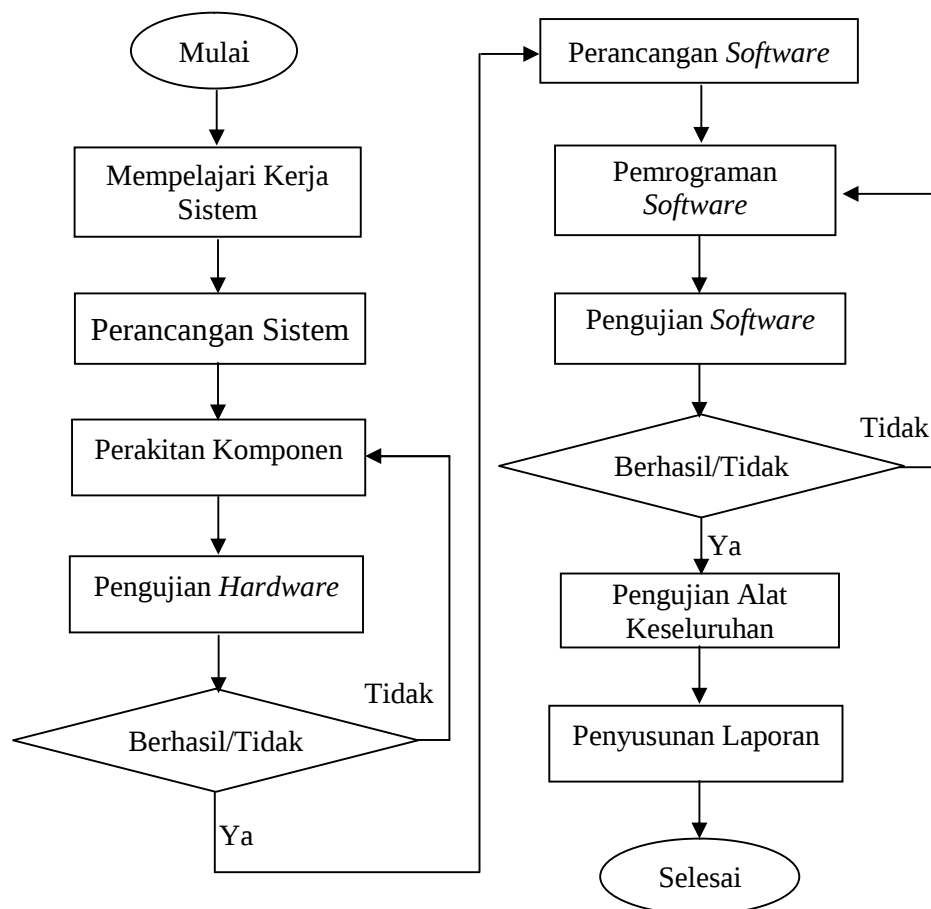
1. *Personal Computer* (PC) untuk membuat dan mendownload program mikrokontroler.
2. Bor listrik untuk melubangi PCB sehingga dapat dipasang komponen elektronika.
3. Solder listrik untuk melelehkan timah agar komponen elektronika melekat pada PCB.
4. Penyedot timah untuk membuang timah pada PCB yang tidak terpakai.
5. Multimeter digital untuk mengukur arus (A), resistansi (Ω), tegangan AC dan DC dan untuk mengecek komponen elektronika.
6. Gergaji untuk memotong PCB.
7. AVR USB ISP untuk mendownload program ke mikrokontroler.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Papan *Printed Circuit Board* (PCB) untuk menghubungkan komponen-komponen pada rangkaian agar arus mengalir seperti pada sebuah kabel.
2. *Feriklorida* (FeCl) untuk melarutkan PCB agar diperoleh jalur yang sesuai dengan layout.
3. Timah digunakan untuk merekatkan komponen pada PCB.
4. Baterai *Lithium Polymer* (LiPo) sebagai sumber tegangan.
5. IC regulator LM 7805 untuk mengubah tegangan masukan bernilai 11.1 volt menjadi 5 volt.
6. Elektrolit kapasitor digunakan pada rangkaian catudaya sebagai penyearah.
7. LED berfungsi sebagai indikator.
8. Resistor digunakan sebagai penghambat arus.
9. Dioda zener digunakan sebagai penstabil tegangan.
10. Kabel sebagai penghubung antar rangkaian.
11. IC mikrokontroler ATmega 32 + Soket sebagai pengontrol utama rangkaian perekam data.
12. XTAL 11.0592 MHz dan 32.768 KHz sebagai sumber detak.
13. Switch PTT digunakan untuk mereset kembali program pada rangkaian.
14. Potensiometer multiturn digunakan sebagai sensor pergeseran.
15. TL431CLP sebagai pembagi tegangan masukan pada pengkondisi sinyal.
16. IC LM358 digunakan sebagai *buffer* dan penguat pada pengkondisi sinyal.
17. RTC DS1307 sebagai komponen pewaktuan.
18. Baterai *Micro Lithium* 3V sebagai sumber tegangan cadangan.
19. Micro SD sebagai media penyimpanan data yang dikirimkan mikrokontroler.

C. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa langkah dalam perancangan alat dengan tujuan agar dapat mengetahui tahapan-tahapan dalam mengerjakan alat sampai dengan selesai. Diagram alir langkah kerja untuk merealisasikan rangkaian seperti pada Gambar 3.1.

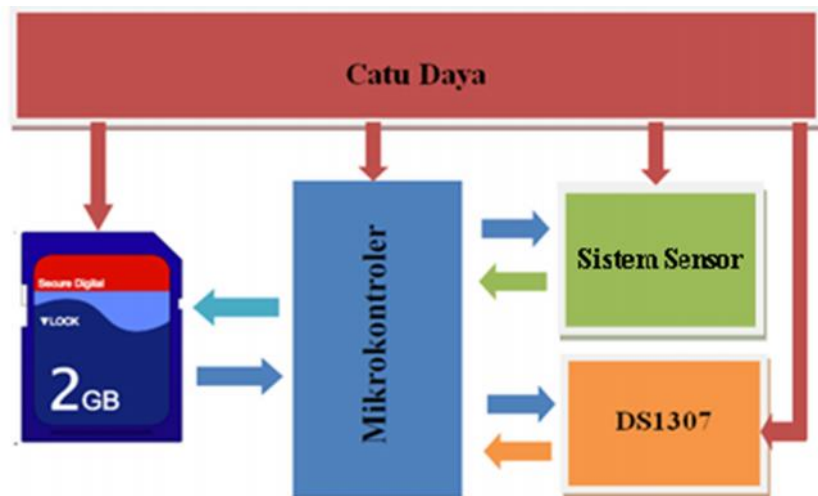


Gambar 3.1 Diagram alir langkah kerja realisasi rangkaian.

Seperti terlihat pada Gambar 3.1 perancangan alat ini terdiri dari dua tahap perancangan, tahap pertama yaitu perancangan pada bagian perangkat keras (*hardware*) sedangkan tahap kedua yaitu perancangan pada bagian perangkat lunak (*software*).

1. Rancang bangun perangkat keras

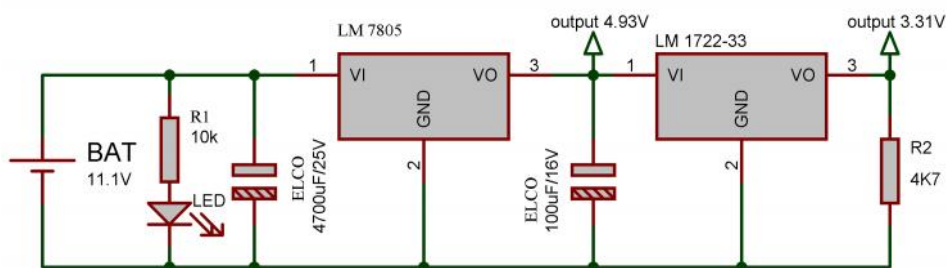
Perangkat keras perekam data terdiri dari sistem minimum mikrokontroler yang terhubung dengan catudaya, rangkaian sensor, rangkaian pewaktuan dan rangkaian Micro SD. Secara umum skema perancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema perancangan perangkat keras.

a. Rancangan catudaya

Rangkaian ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh rangkaian agar dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Skematik rangkaian catudaya pada rangkaian perekam data dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skematik rangkaian catudaya.

Sumber tegangan yang biasa digunakan ada dua macam, konverter AC/DC dan konverter DC/DC. Konverter AC/DC mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan DC sesuai kebutuhan komponen elektronik. Konverter DC/DC mengubah tegangan dari sumber DC (misal: baterai) menjadi tegangan yang dibutuhkan oleh komponen elektronik. Karena sistem yang dirancang bersifat portabel, maka sumber tenaga yang digunakan adalah baterai dengan tipe konversi DC/DC. Catudaya ini memanfaatkan baterai LiPo yang memiliki tegangan 11,1 volt dan kapasitas 1300 mAh. Kapasitor 4700 μ F berfungsi sebagai filter tegangan DC atau penghalus pulsa-pulsa tegangan. IC regulator LM7805 digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt meskipun terjadi perubahan pada tegangan masukannya.

Mikrokontroler ATmega 32 memiliki tegangan logika 4,5-5,5 volt pada kondisi *high*, sedangkan Micro SD 2,8-3,6 volt untuk memenuhi kondisi *high*. Sehingga perlu dipasang IC regulator LM1722A-33PZL untuk menurunkan tegangan 5 volt menjadi 3,3 volt. Tegangan keluaran 5 volt dihubungkan ke pin 10 pada mikrokontroler sedangkan tegangan keluaran 3,3 volt dihubungkan ke pin 4 pada rangkaian Micro SD. R2 merupakan *pull-up resistor* agar logika pada pin tersebut *high* pada saat tidak ada Micro SD di dalam soket. Pada rangkaian diberi LED sebagai indikator saat catudaya dinyalakan.

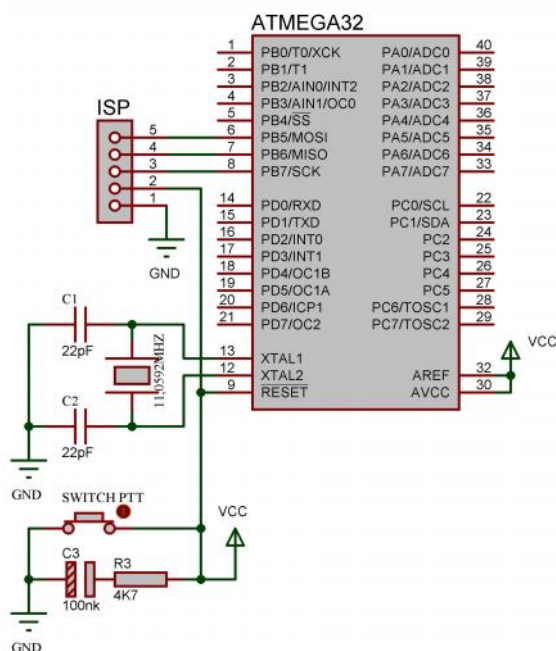
b. Rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah potensiometer multiturn 10 k Ω dengan 10 putaran. Potensiometer berfungsi sebagai pendeteksi adanya pergeseran permukaan tanah. Rangkaian sensor ini didesain agar memiliki sensitivitas yang

input rangkaian *buffer* pada kaki 3 dan diteruskan ke penguat *non-inverting* pada kaki 5. Keluaran dari rangkaian ini dihubungkan ke port A1 pada mikrokontroler.

c. Rangkaian sistem minimum ATmega32

Mikrokontroler ATmega32 berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Mikrokontroler ATmega32 dipilih karena sudah dilengkapi dengan ADC internal dengan lebar 10 bit dan memiliki RAM 2 kbyte. Rangkaian mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.5.



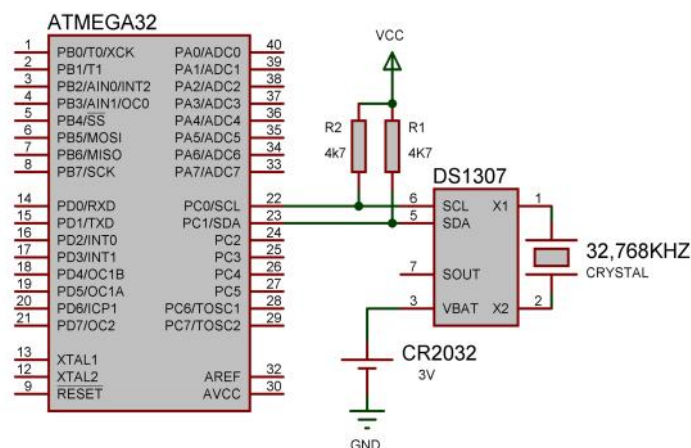
Gambar 3.5 Sistem minimum ATmega32.

Pada rangkaian sistem minimum ATmega32 frekuensi kristal yang digunakan sebesar 11,0592 MHz dan dua buah kapasitor masing-masing sebesar 22 pF. Fungsi kapasitor di sini adalah untuk menstabilkan osilasi yang dihasilkan oleh kristal. Penempatan antara kapasitor dengan kristal diusahakan sedekat mungkin untuk menghindari terjadinya *noise*. Rangkaian yang tersusun atas kristal dan dua

kapasitor tersebut disebut rangkaian osilator yang merupakan subsistem dari mikrokontroler yang berfungsi untuk membangkitkan *clock* pada mikrokontroler. *Clock* tersebut diperlukan oleh mikrokontroler untuk mensinkronkan proses yang sedang berlangsung dalam mikrokontroler tersebut. Selain osilator, dalam sistem minimum tersebut juga terdapat rangkaian *reset*. Rangkaian ini dibuat untuk *reset* sistem sehingga proses dapat dijalankan mulai dari awal lagi. Rangkaian ISP digunakan saat mendownload program ke mikrokontroler.

d. Rancangan rangkaian RTC

RTC DS1307 berkomunikasi dengan menggunakan 2 buah jalur yaitu SDA dan SCL. ATmega32 memiliki *hardware* I2C pada Port C pin 1 sebagai SDA dan Port C pin 0 sebagai SCL. Skematik rangkaian RTC menggunakan DS1307 seperti pada Gambar 3.6.



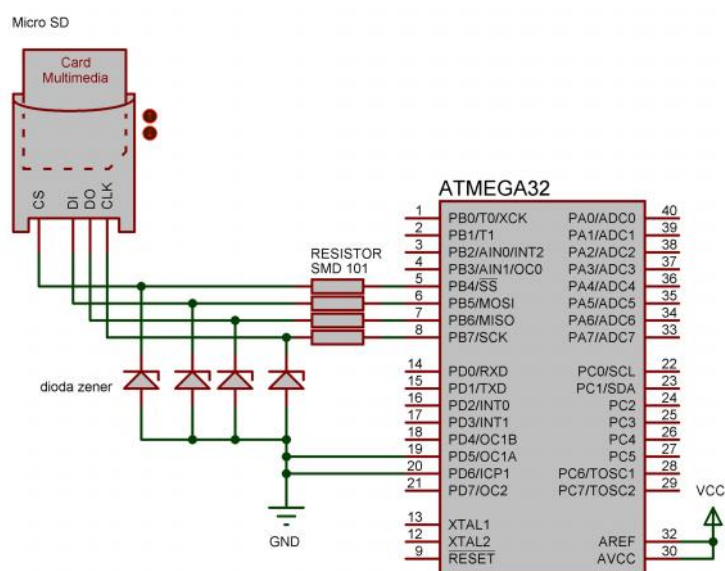
Gambar 3.6 Skematik rangkaian dasar DS1307.

RTC DS1307 membutuhkan 2 (dua) buah *pull-up resistor* pada kaki SDA dan SCL. Resistor ini digunakan untuk membuat kondisi logika pada jalur SDA dan SCL menjadi *high* ketika tidak ada sinyal dari mikrokontroler. Kristal yang

digunakan memiliki nilai 32.768 KHz berfungsi sebagai pembangkit frekuensi osilator. Agar tanggal dan waktu tetap berjalan, diperlukan sumber tenaga cadangan ketika catudaya dimatikan. Oleh karena itu digunakan *Micro Lithium Cell* bertipe CR2032 dengan tegangan 3 volt.

e. Rancangan rangkaian Micro SD dengan ATmega32

Micro SD digunakan sebagai media penyimpanan database. Micro SD yang digunakan pada penelitian ini kapasitasnya 2 GB. Skematik rangkaian dasar ATmega 32 dan soket Micro SD seperti pada Gambar 3.7.



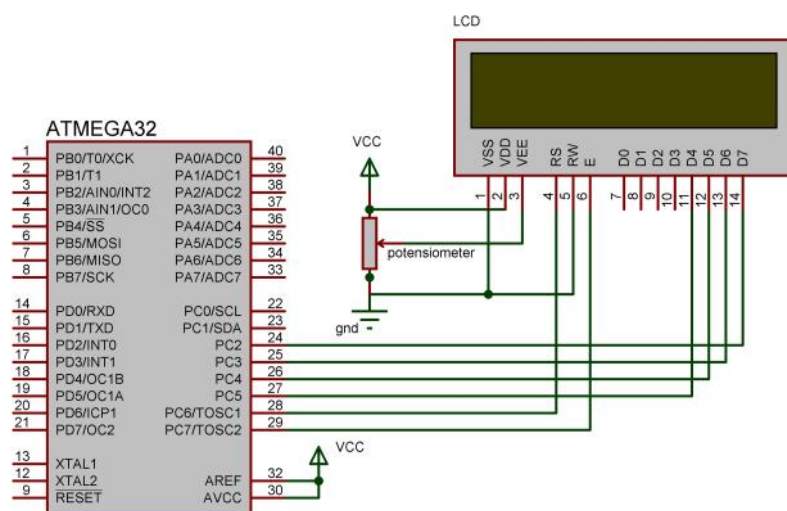
Gambar 3.7 Skematik rangkaian Micro SD.

Micro SD ini dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega32 secara *Serial Peripheral Interface* (SPI). Antarmuka ini membutuhkan jalur MISO, MOSI, SCK, dan SS. Keempat jalur tersebut terdapat pada Port B pin 4 hingga Port B pin 6. Untuk menyambungkan Micro SD dengan mikrokontroler digunakan sebuah soket agar Micro SD dengan mudah dicabut dan diganti. Saat Micro SD

dihubungkan dengan sebuah mikrokontroler maka tegangannya distabilkan dengan menggunakan dioda zener. Selain itu dioda zener juga dipakai sebagai pembatas tegangan pada level 3,3 volt untuk keamanan rangkaian. Resistor yang digunakan dalam rangkaian power adalah resistor SMD, resistor yang terbuat dari bahan keramik atau porselin yang dilapisi dengan kaca tipis. Jenis resistor ini telah banyak digunakan dalam rangkaian elektronika saat ini karena bentuk fisiknya kecil, memiliki resistansi yang tinggi dan tahan terhadap panas.

f. Rangkaian LCD

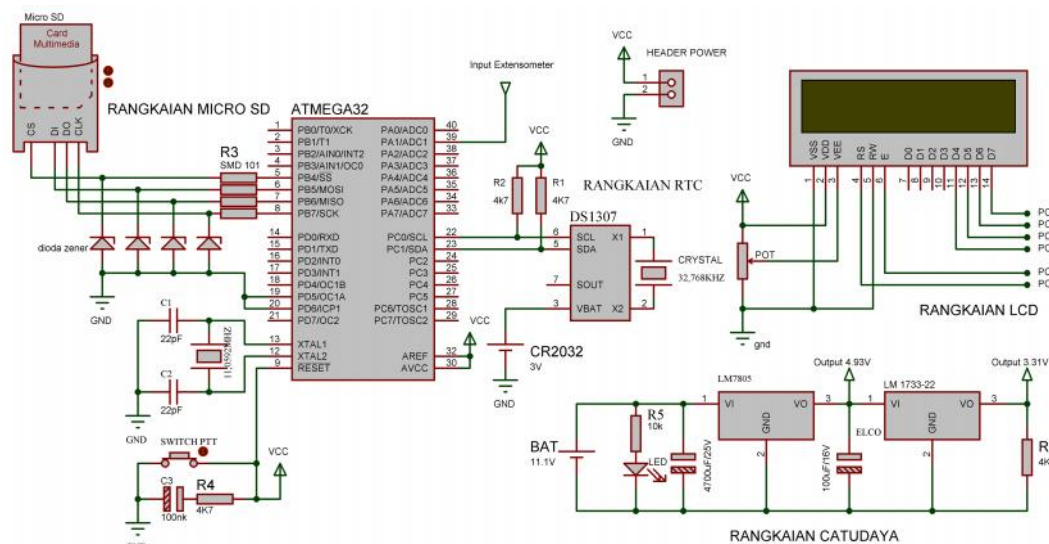
LCD digunakan untuk menampilkan karakter-karakter berupa huruf dan angka. Untuk blok ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD. Rangkaian LCD seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Skematik rangkaian LCD.

Pada LCD Hitachi-M1632 sudah terdapat *driver* untuk mengubah data ASCII output mikrokontroler menjadi tampilan karakter. Rangkaian ini terhubung ke PC2-PC7, yang merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI,

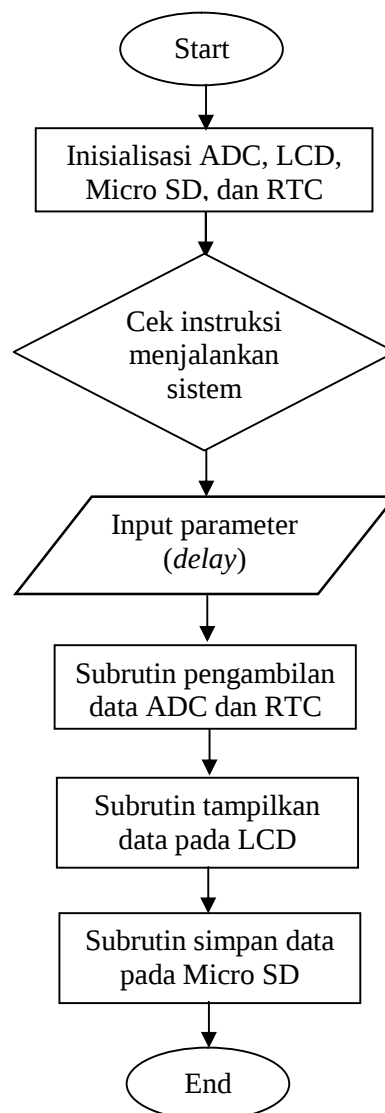
Rangkaian ini merupakan rancangan skematik rangkaian keseluruhan dari sistem perekam data pada penelitian ini, seperti yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Skematik rangkaian keseluruhan.

Perangkat lunak berkaitan dengan kinerja perangkat keras. Perangkat lunak pada sistem mikrokontroler biasa juga disebut *firmware*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Kompiler yang digunakan adalah CodeVision AVR 2.04.4a karena telah dilengkapi dengan pustaka Micro SD. Perangkat lunak

berfungsi untuk memberikan instruksi dan menjalankan mikrokontroler. Instruksi yang dilakukan adalah untuk mengambil informasi tanggal, waktu, tegangan lalu merekamnya ke dalam Micro SD secara otomatis pada interval yang ditentukan sebelumnya oleh pengguna. Diagram alir dibuat untuk mempermudah perancangan dan pencarian kesalahan pada *firmware*. Diagram ini juga mempermudah orang lain memahami alur kerja dari alat yang dirancang. Diagram alir untuk alat perekam data tegangan dari extensometer berbasis mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Flow chart program sistem.

Untuk membuat program kita dapat memilih konfigurasi yang dibutuhkan pada CodeWizardAVR. Baris pertama kode pemrograman harus merupakan inisialisasi awal mikrokontroler. Inisialisasi ini meliputi jenis mikrokontroler yang digunakan, serta beberapa fitur yang akan dipakai seperti, frekuensi osilator eksternal, kendali ADC, LCD, antarmuka I2C, pengaturan SPI dan pustakapustaka yang digunakan. Inisialisasi Micro SD berfungsi untuk mengatur hubungan pin-pin yang ada di soket Micro SD dengan mikrokontroler. Informasi pokok yang ingin ditampilkan pada layar LCD adalah pewaktuan yang berjalan secara *realtime* dan data tegangan dari rangkaian extensometer. Data waktu dan tegangan yang tersimpan sesuai dengan interval penyimpanan data.

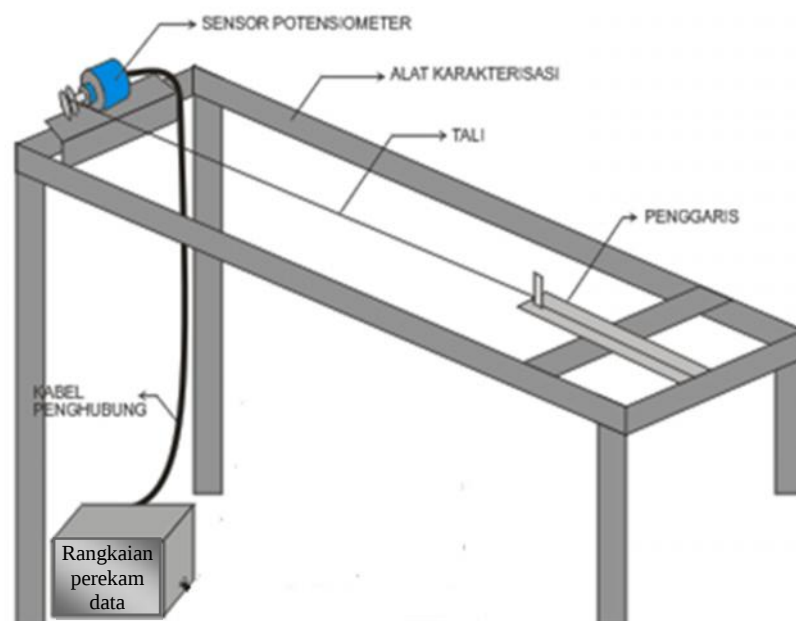
Kompilasi dilakukan setelah kode pemrograman ditulis tanpa ada kesalahan. Untuk mengetahui adanya kesalahan pada program, bisa dilakukan pengecekan melalui menu Project>Compile atau tekan Ctrl+F9. Setelah tidak ada kesalahan kita dapat melakukan kompilasi melalui menu Project>Build>Program the chip. Perlu diperhatikan settingan COM port yang digunakan saat mendownload program pada CVAVR, selain itu saat mendownload program komputer tidak boleh terhubung dengan *device* apapun termasuk bluetooth, printer dan internet.

3. Teknik pengambilan data

Rangkaian perekam data extensometer berbasis mikrokontroler ini dirancang agar mudah digunakan. Pengguna hanya tinggal menghubungkan baterai dengan rangkaian keseluruhan dan alat dapat langsung bekerja. Cara kerja alat ini adalah pin A.1 pada port ADC dihubungkan dengan rangkaian extensometer yang juga dihubungkan dengan sensor potensiometer yang telah diletakkan di bagian atas

alat karakterisasi. Header power pada rangkaian perekam data dan rangkaian extensometer dihubungkan dengan catudaya yang menggunakan sumber tegangan baterai.

Ada beberapa parameter yang perlu diatur sebelum alat digunakan. Parameter tersebut adalah interval pengambilan data dan konfigurasi waktu dan tanggal. Parameter-parameter tersebut diatur melalui program. Uji coba alat terdiri dari 2 tahap, yaitu karakterisasi sensor dan pengkondisi sinyal dan uji coba rangkaian menggunakan alat karakterisasi di lapangan. Pengujian sensor extensometer dilakukan dengan menggeser tali yang dikaitkan ke penggaris. Desain alat karakterisasi dapat dilihat pada Gambar 3.11.

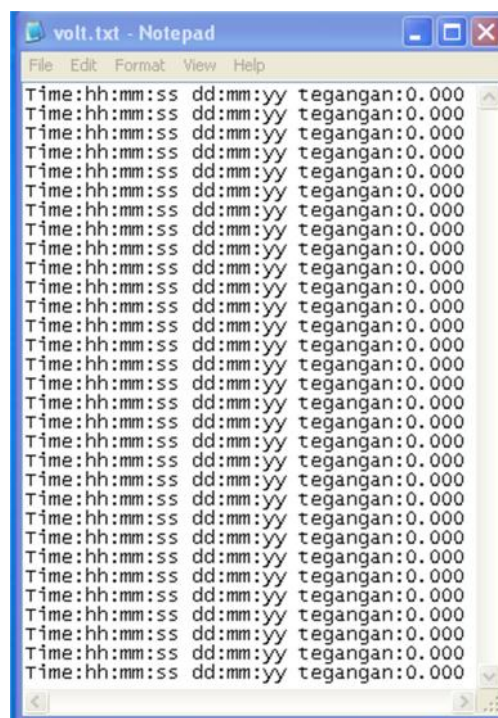


Gambar 3.11 Rancangan alat karakterisasi.

Selama sistem dinyalakan, LCD dirancang agar menampilkan beberapa informasi diantaranya saat membuat file baru, inisialisasi FAT, pewaktuan yang berjalan *real time*, dan saat sistem menyimpan data. Informasi pokok yang ingin direkam

dalam sistem ini adalah data tegangan secara *real time*. Baris pertama pada LCD merupakan informasi waktu yang berjalan sedangkan baris kedua pada LCD merupakan nilai tegangan yang terbaca oleh pin ADC1. Interval penyimpanan data yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Hasil perekam data berupa sebuah file dengan ekstensi *text document* (*.txt) di dalam Micro SD.

File tersebut dapat diakses menggunakan komputer yang telah dilengkapi dengan slot Micro SD dan saat dibuka tampilan file seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan hasil perekaman data.

Karena Micro SD yang digunakan memiliki format FAT32, maka proses menulis file harus disesuaikan dengan format FAT32. Program akan menulis tabel FAT pada FAT Region. Seperti tampak pada Gambar 3.12, data hasil perekaman terdiri atas 3 kolom. Kolom yang pertama merupakan informasi waktu saat penyimpanan data, informasi waktu ini terus bergantung dari waktu awal pencatatan data dan

interval waktu penyimpanan, misalnya kita mengambil data pada pukul 13:00:00, kemudian sistem kita atur waktu penyimpanan datanya setiap 1 menit maka informasi waktu yang tercatat pada baris kedua pada kolom ini adalah 13:01:00, dan data akan terus bertambah setiap 1 menit. Proses ini terus berlangsung selama sistem tidak diprogram ulang dengan waktu tunda yang berbeda. Kolom kedua merupakan informasi tanggal, bulan, dan tahun. Informasi tanggal yang muncul mulai dari 01-31 sesuai jumlah tanggalan yang ada dalam bulan saat pengambilan data. Namun untuk informasi tahun hanya 2 digit angka yang ditampilkan, misal pengambilan data pada tahun 2012 maka yang tercatat hanya 12. Informasi waktu dan tanggal pada kolom 1 dan 2 didapatkan dari memori kalender yang ada di dalam RTC DS1307. Kolom ketiga merupakan nilai tegangan dari extensometer yang terbaca oleh port ADC pada pin A.1. Nantinya data-data tersebut akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan Microsoft Excel, lalu dianalisa untuk mengetahui kinerja alat.