

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai dengan Maret 2015. Perancangan, pembuatan dan pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut.

1. Laptop Advan A1N70T untuk membuat, mendownload program mikrokontroler, dan menampilkan grafik hasil alat dengan menggunakan *Matlab*.
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. Multimeter digital untuk mengukur arus (A), resistansi ( $\Omega$ ), tegangan AC dan DC dan untuk mengecek komponen elektronika.
5. Gergaji untuk memotong PCB.
6. K-125R untuk mendownload program ke mikrokontroler.

7. *Speaker* untuk sumber getaran sebagai alat uji sensor *accelerometer*.
8. *Signal Generator* untuk memberikan inputan frekuensi pada *speaker*.
9. Osiloskop untuk melihat gambar gelombang hasil getaran.
10. Kabel dan port USB digunakan untuk menghubungkan rangkaian sistem akuisisi data dan komputer dengan komunikasi serial.
11. Kendaraan bermotor 150 CC dan pelumas (oli) yang sudah direkomendasi oleh pembuat motor.

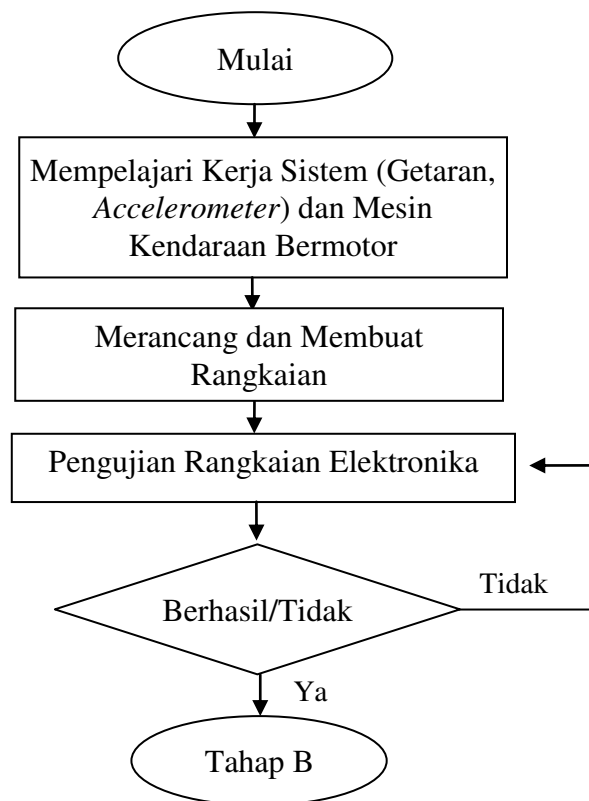
Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

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. Trafo sebagai sumber tegangan.
5. *Switch* digunakan untuk mereset kembali program pada rangkaian.
6. RTC DS1307 sebagai komponen pewaktuan.
7. IC regulator LM 7805 untuk mengubah tegangan masukan menjadi 5 volt.
8. IC regulator LM317 untuk mengubah tegangan masukan menjadi 3,2 volt.
9. Kapasitor elektrolit 10  $\mu F$  dan 1  $\mu F$  untuk menyimpan muatan
10. LED berfungsi sebagai indikator.
11. Resistor 10 k $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 2,2 k $\Omega$ , 3,3 k $\Omega$  digunakan sebagai penghambat arus.
12. Kapasitor 22 pF berfungsi menyimpan muatan.
13. IC mikrokontroler ATmega32+soket sebagai pengontrol dan pengendali utama rangkaian pengukuran getaran.

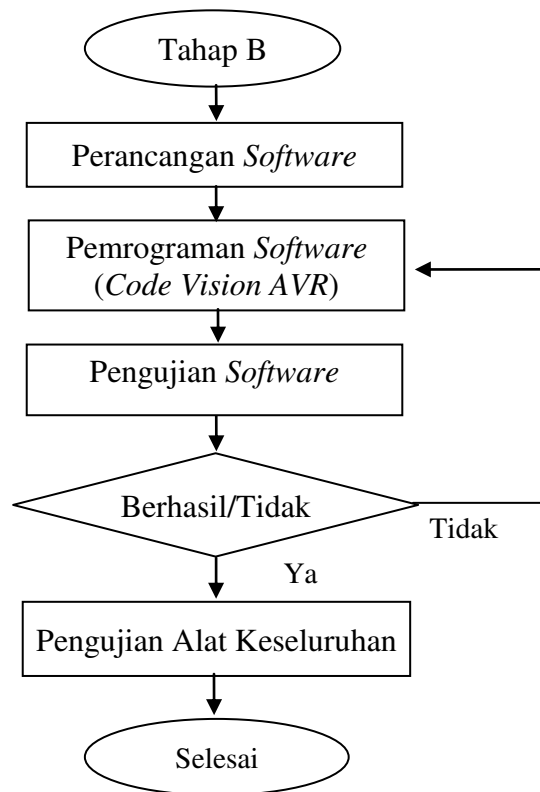
14. XTAL 12 MHz dan 32.768 KHz sebagai sumber detak.
15. *Accelerometer* MMA7361 digunakan sebagai sensor getaran.
16. *Micro SD* sebagai media penyimpan data.
17. *Multimedia Card* untuk menyimpan data.

### C. Prosedur Penelitian

Secara umum diagram alir langkah kerja untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



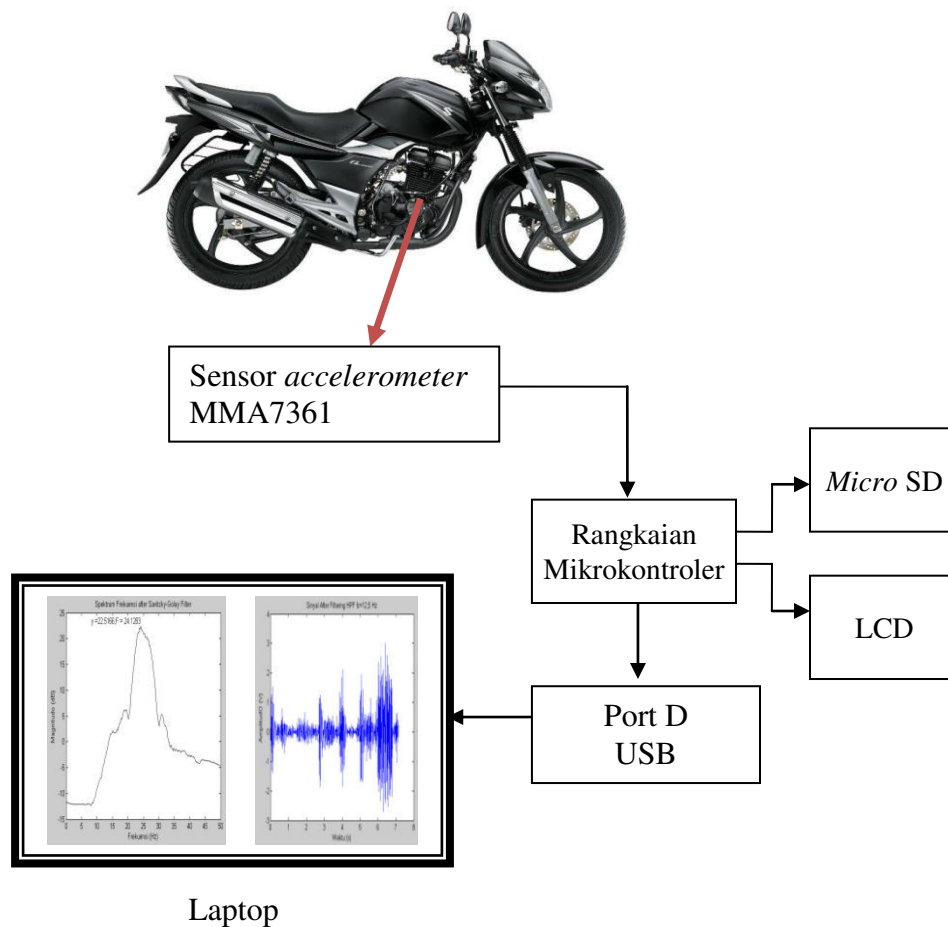
**Gambar 3.1** Diagram alir langkah kerja realisasi rangkaian tahap *hardware*.



**Gambar 3.2** Diagram alir langkah kerja realisasi rangkaian tahap *software*.

### 1. Rancangan perangkat keras

Perangkat keras untuk alat uji penurunan kualitas pelumas (oli) kendaraan bermotor metode vibrasi terdiri dari sistem minimum mikrokontroler yang terhubung dengan catu daya, rangkaian sensor, *Micro SD*, LCD, komputer. Diagram blok rancangan alat ditunjukkan pada Gambar 3.3.



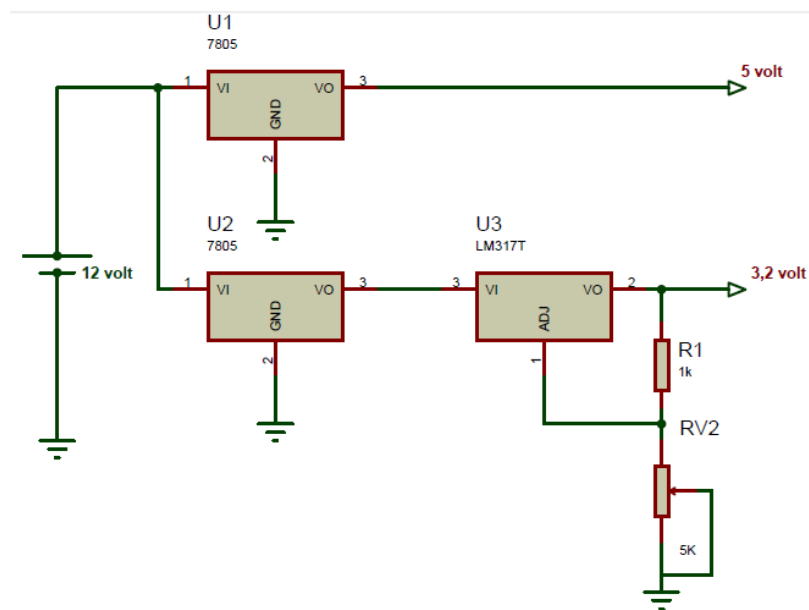
**Gambar 3.3** Skema perancangan perangkat keras.

Dari Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa sebuah besaran fisis dari mesin kendaraan bermotor 150 CC berupa getaran yang bisa dideteksi oleh sebuah sensor *accelerometer* MMA7361. Selanjutnya sinyal keluaran dari sensor akibat getaran mesin sepeda motor diubah menjadi sinyal digital oleh ADC yang terdapat pada mikrokontroler ATmega32. Data keluaran dari sensor yang diterima oleh mikrokontroler ditampilkan ke LCD dan disimpan ke *Micro SD*, selain itu akan diolah ke komputer melalui port USB. Ada dua cara penyimpanan data yaitu melalui *Micro SD* dan bisa langsung ke komputer. *Micro SD* digunakan sebagai pilihan dalam penyimpanan data selain komputer, hal ini dikawatirkan pada saat

pengambilan data komputer mengalami gangguan, atau motor telah menempuh jarak (km) yang ditentukan dan posisi motor tidak terduga (misal di jalan raya).

a. Rancangan catu daya

Rangkaian ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh rangkaian agar dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Skematik rangkaian catu daya pada rangkaian alat uji penurunan kualitas pelumas pada kendaraan bermotor metode vibrasi dapat dilihat pada Gambar 3.4.



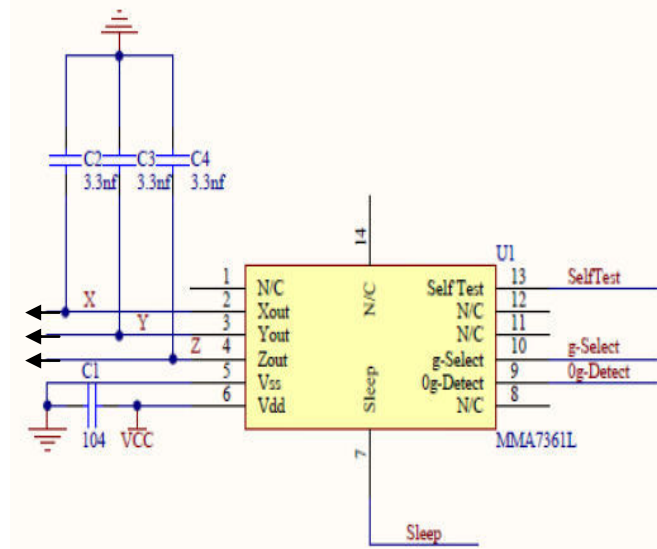
**Gambar 3.4** Rangkaian catu daya.

Sumber tegangan yang digunakan pada penelitian ini sebesar 12 volt. Pada setiap rangkaian memiliki tegangan operasi yang berbeda-beda sehingga dalam penelitian ini menggunakan IC regulator LM7805 dan LM317 agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt dan 3,2 volt meskipun terjadi perubahan pada tegangan masukannya.

Mikrokontroler ATmega32 memiliki tegangan logika 4,5-5,5 volt pada kondisi *high*, sensor accelerometer MMA7361 3,3-8 volt, sedangkan Micro SD 2,8-3,6 volt untuk memenuhi kondisi *high*.

b. Rangkaian sensor *accelerometer* MMA7361

Rangkaian sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



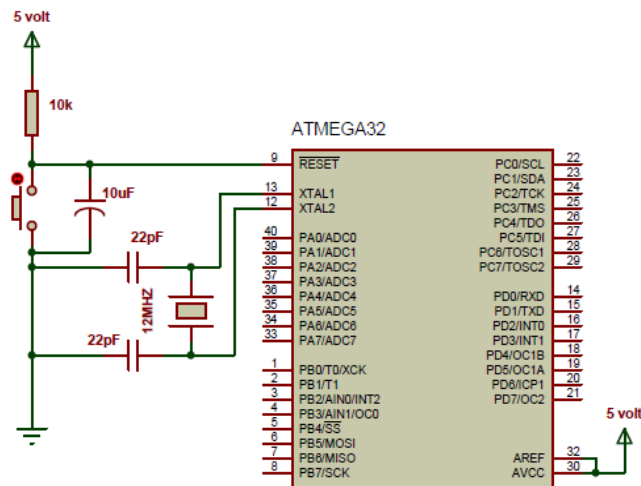
**Gambar 3.5** Rangkaian sensor *accelerometer* MMA7361.

Modul *accelerometer* MMA7361 ini memiliki 14 pin. Dengan 3 pin out untuk mendeteksi getaran pada sumbu x, sumbu y, dan sumbu z, yang dihubungkan ke pin ADC pada port A.0 sampai port A.2 mikrokontroler. Pin no 10 digunakan untuk menentukan besar sensitivitas, yang di set dengan sensitivitas 1,5 g atau 800 mV setiap perubahan 1 g.

c. Rangkaian sistem minimum ATmega32

Rangkaian sistem minimum adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen dasar (IC mikrokontroler ATmega32, resistor, kristal, kapasitor kertas, kapasitor elektrolit, *pushbutton*) yang dibutuhkan oleh suatu IC untuk dapat berfungsi dengan baik. Sistem minimum atau sismin ini kemudian bisa

dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Adapun rangkaian minimum mikrokontroler pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Rangkaian sistem minimum ATmega32.

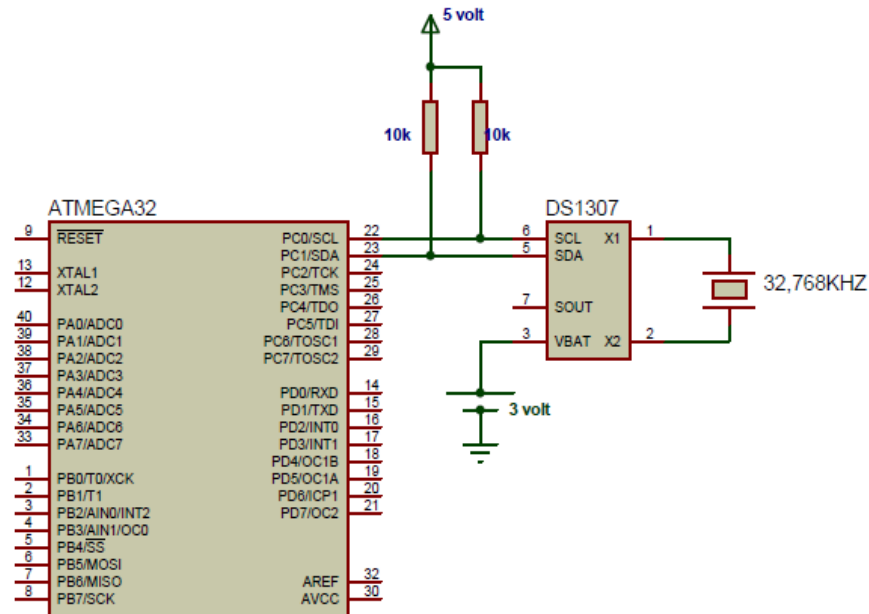
Pada rangkaian sistem minimum ATmega32 frekuensi kristal yang digunakan sebesar 11,0592 MHz dan dua buah kapasitor masing-masing sebesar 22 pF. Fungsi kapasitor di sini adalah untuk menstabilkan osilasi yang dihasilkan oleh kristal. Penempatan antara kapasitor dengan kristal diusahakan sedekat mungkin untuk menghindari terjadinya *noise*. Rangkaian yang tersusun atas kristal dan dua kapasitor tersebut disebut rangkaian osilator yang 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*, dimana rangkaiannya tersusun atas kapasitor *elco* 10 uF, resistor 10 k dan *pushbutton*. Rangkaian ini dibuat untuk me-*reset* sistem sehingga proses dapat dijalankan mulai dari awal lagi.



d. Rancangan rangkaian RTC

RTC DS1307 berkomunikasi dengan menggunakan 2 buah jalur yaitu SDA dan SCL. ATmega32 pada port C pin 1 sebagai SDA dan port C pin 0 sebagai SCL.

Skematik rangkaian RTC menggunakan DS1307 seperti pada Gambar 3.7.

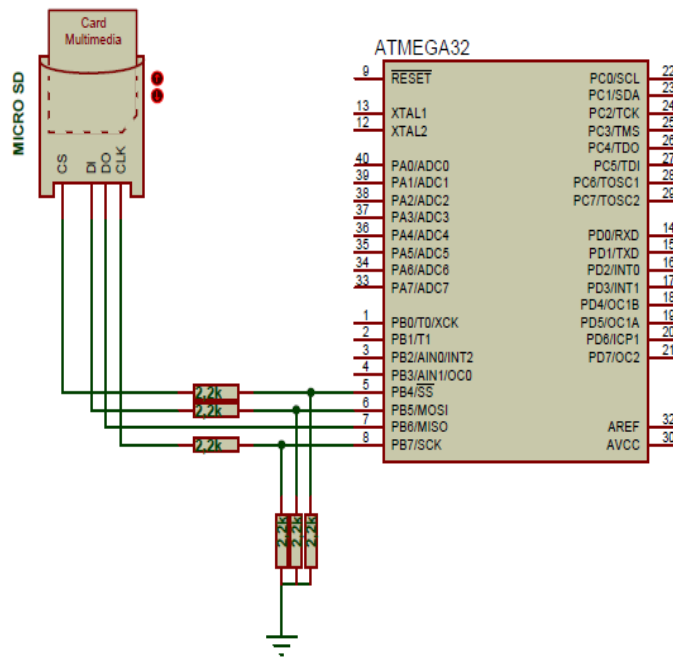


**Gambar 3.7** Rangkaian RTC DS1307.

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 *Micro SD* dengan ATmega32

Komponen *micro SD* digunakan sebagai media penyimpanan *database*. Pada penelitian ini menggunakan *micro SD* yang memiliki kapasitas 2 GB. Rangkaian ATmega32 dan soket *micro SD* seperti pada Gambar 3.8.



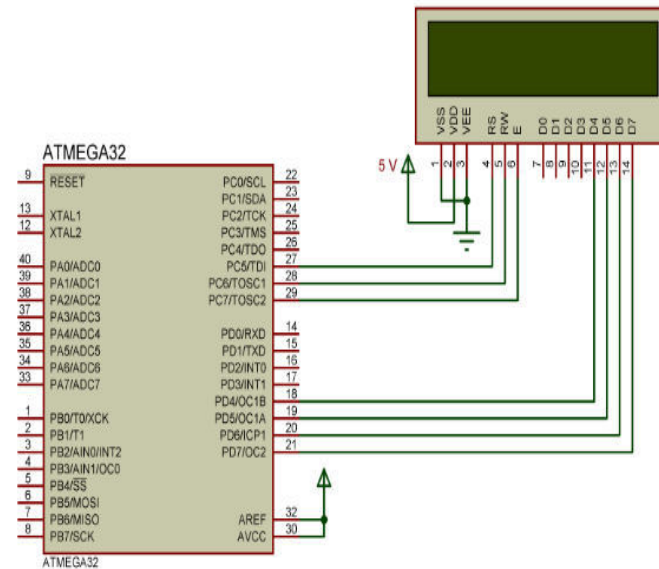
**Gambar 3.8** Rangkaian *Micro SD*.

*Micro SD* dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega32 secara *Serial Peripheral Interface* (SPI). Jalur yang digunakan untuk antarmuka yaitu SS, MOSI, MISO dan SCK pada port B pin 4 hingga port B pin 7. Untuk meletakan *micro SD* pada rangkaian digunakan *card multimedia*. Pada rangkaian yang dibuat menggunakan 6 buah resistor untuk menstabilkan tegangan (3,3 volt) untuk keamanan rangkaian.

f. Rangkaian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan karakter-karakter berupa huruf dan angka. Tidak ada komponen tambahan pada skematik rangkaian mikrokontroler dan

LCD. LCD yang digunakan adalah tipe 16x2. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3.9.

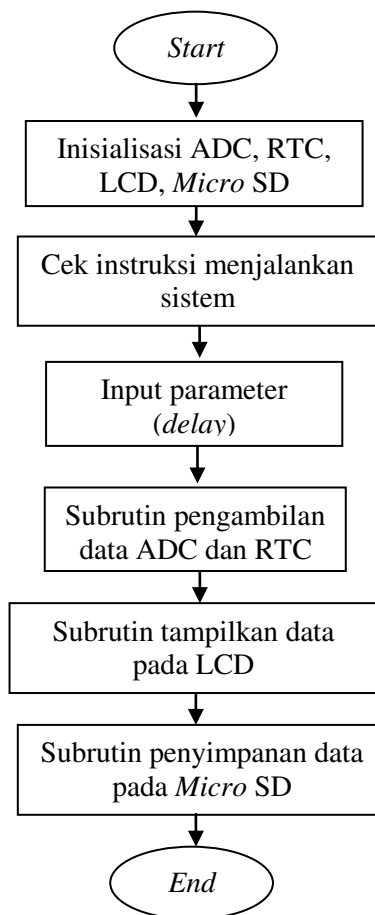


**Gambar 3.9** Rangkaian LCD.

## 2. Rancang bangun perangkat lunak

### a. Perancangan perangkat lunak untuk penyimpanan data

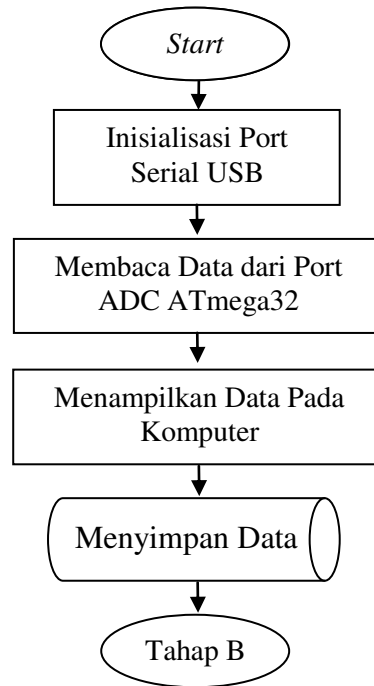
Perangkat lunak berfungsi untuk memberikan instruksi dan menjalankan mikrokontroler. Diagram alir untuk penyimpanan data dari alat uji penurunan kualitas pelumas pada kendaraan bermotor metode vibrasi ditunjukkan pada Gambar 3.10.



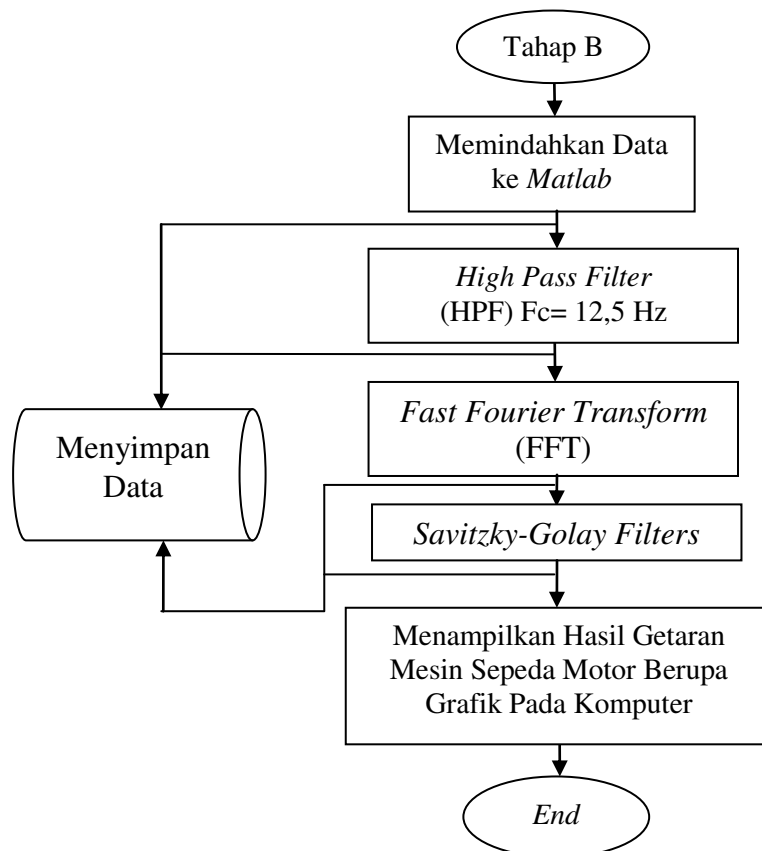
**Gambar 3.10** Flow chart program sistem pada *Micro SD*.

b. Perancangan perangkat lunak untuk komputer

Untuk mengatur komunikasi antara alat uji penurunan kualitas pelumas pada kendaraan bermotor metode vibrasi serta sistem akuisisi data dan komputer diperlukan sebuah *software* yang mengaturnya. Dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Delphi* untuk melakukan instalasi atau membaca data dari mikrokontroler ATmega32 ke komputer, dan *Matlab* digunakan untuk analisis FFT nya. Diagram alir perancangan perangkat lunak untuk komputer pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.11 dan 3.12.



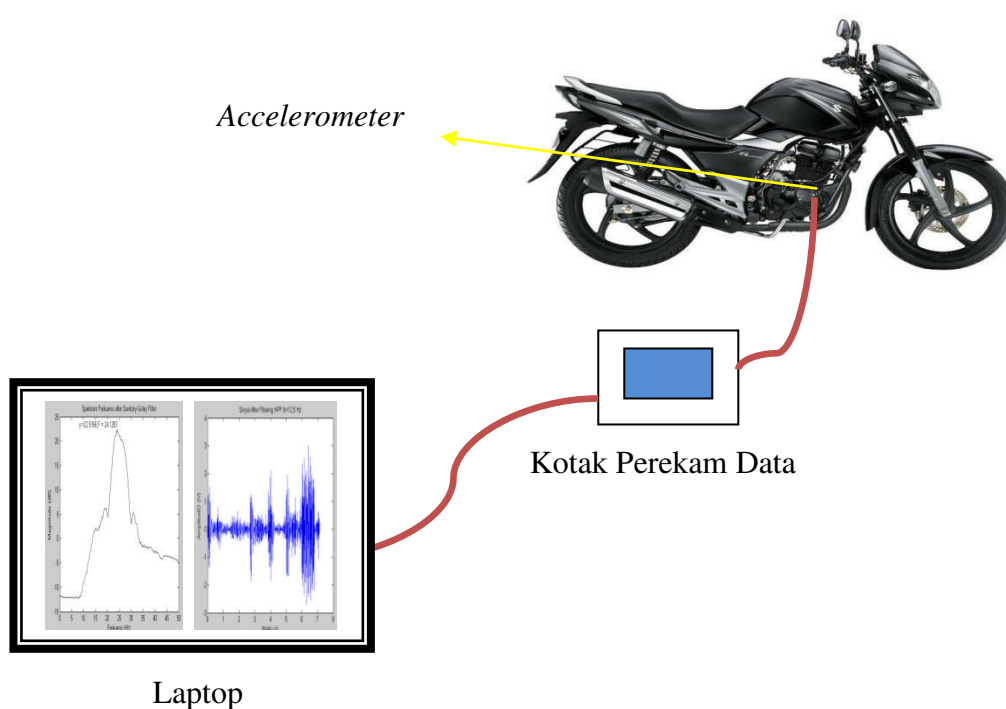
**Gambar 3.11.** *Flow chart* program sistem pada komputer dengan *Delphi*.



**Gambar 3.12.** *Flow chart* program sistem pada komputer dengan *Matlab*.

### 3. Teknik pengambilan data

Mesin sepeda motor terdiri dari berbagai mekanik yang diam dan bergerak seperti bantalan, silinder, piston, mekanik katub dan sebagainya. Sepeda motor yang akan digunakan pada penelitian ini memiliki mesin empat langkah. Alat uji penurunan kualitas pelumas sepeda motor 150 CC pada penelitian ini terdiri atas sensor, kendaraan bermotor, kabel, komputer. Desain alat karakterisasi dapat dilihat pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Rancangan alat karakterisasi.

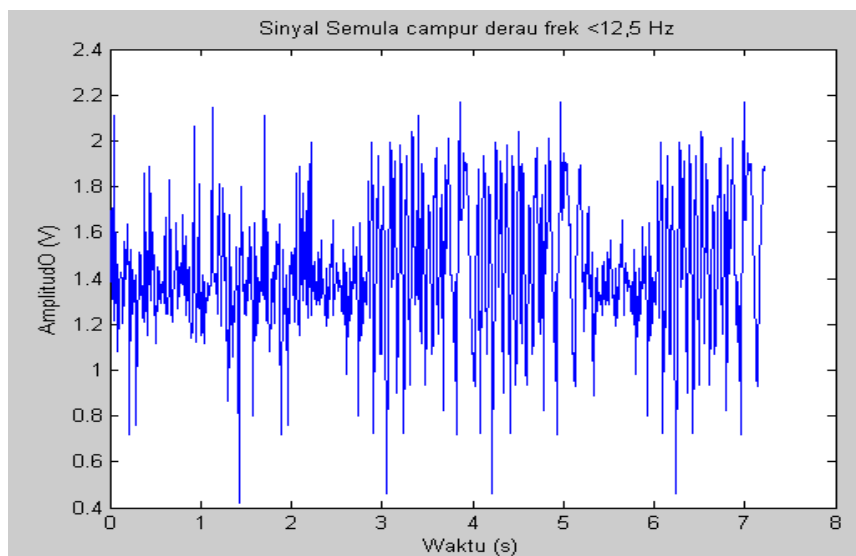
Dalam Gambar 3.13, ditunjukkan ilustrasi pengujian alat penurunan kualitas pelumas pada kendaraan bermotor. *Accelerometer* MMA7361 diletakan pada mesin motor dalam keadaan dingin sesuai dengan *range* temperatur *accelerometer* MMA7361 ( $-45^{\circ}\text{C}$  sampai  $85^{\circ}\text{C}$ ), kendaraan bermotor tersebut usai menempuh jarak tertentu (km), keluaran *accelerometer* dihubungkan ke rangkaian perekam data dan ke komputer.

Untuk rancangan pengambilan data pengujian alat pada penelitian ini, ditunjukkan pada Tabel 3.1.

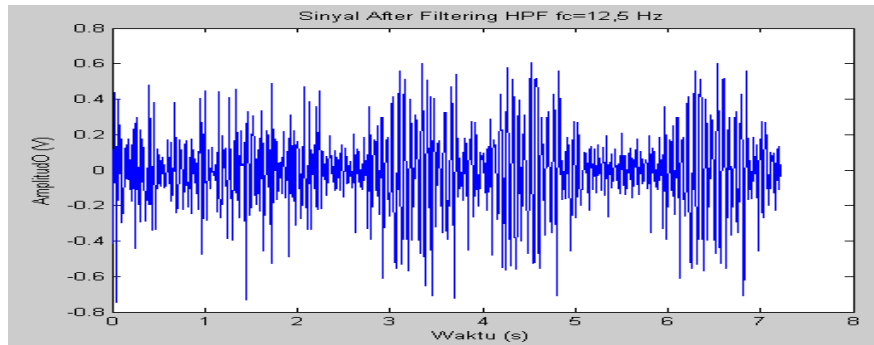
**Tabel 3.1.** Pengamatan pada motor merek *vixion A/B*

| N<br>O | KM | Jarak<br>Sesungguhnya<br>(Km) | RPM | Magnetudo<br>(dB) |   |   | Frekuensi<br>Dominan (Hz) |   |   |
|--------|----|-------------------------------|-----|-------------------|---|---|---------------------------|---|---|
|        |    |                               |     | X                 | Y | Z | X                         | Y | Z |
| 1      |    |                               |     |                   |   |   |                           |   |   |
| 2      |    |                               |     |                   |   |   |                           |   |   |
| 3      |    |                               |     |                   |   |   |                           |   |   |
| 4      |    |                               |     |                   |   |   |                           |   |   |
| 5      |    |                               |     |                   |   |   |                           |   |   |

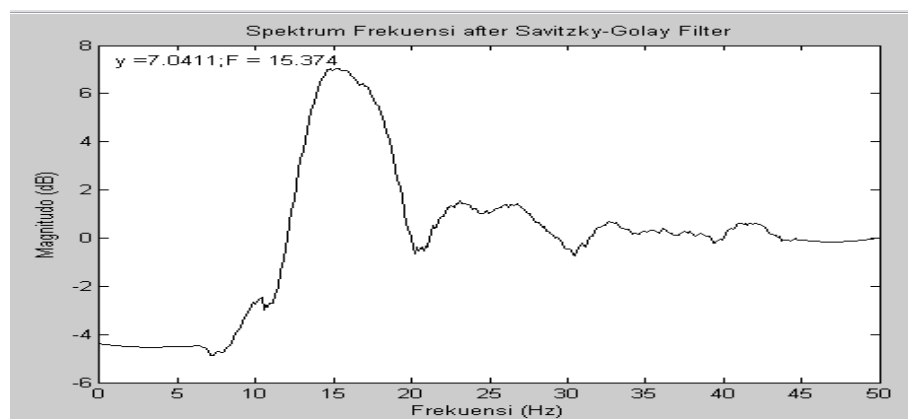
Setelah diperoleh data, data tersebut dibuat grafik hubungan antara amplitudo terhadap waktu seperti terlihat pada Gambar 3.14, kemudian sinyal hasil getaran mesin sepeda motor tersebut terlebih dahulu di *filter* menggunakan HPF ( $f_c = 12,5$  Hz) sebelum diolah menggunakan FFT, hasil dari HPF dapat dilihat seperti pada Gambar 3.15. Sedangkan untuk hasil dari perubahan domain waktu ke domain frekuensi dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) setelah di lakukan *savitzky-golay smoothing filters* terlihat pada Gambar 3.16.



**Gambar 3.14.** Grafik hasil alat uji penurunan kualitas peluma pada mesin sepeda motor.

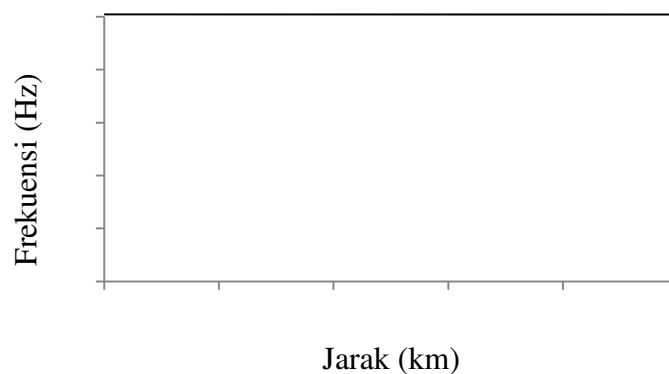


**Gambar 3.15.** Grafik hasil HPF ( $F_c=12,5$  Hz) pada alat uji penurunan kualitas peluma pada mesin sepeda motor.



**Gambar 3.16.** Grafik hasil *savitzky-golay smoothing filters* dari sinyal getaran sepeda motor dengan metode FFT.

Data-data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dapat juga dibuat grafik hubungan antara jarak tempuh kendaraan motor dengan frekuensi, seperti pada Gambar 3.17.



**Gambar 3.17.** Grafik hubungan antara jarak dengan frekuensi.