

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada bulan Oktober 2014 sampai dengan Juni 2015.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. *Personal Computer* (PC) untuk membuat dan *mendownload* program mikrokontroler, serta menampilkan grafik hasil alat dengan menggunakan Matlab.
2. Catu daya untuk memberikan tegangan masukan ke rangkaian.
3. *Handy talk* (HT) digunakan sebagai media transmisi.
4. Solder listrik untuk melelehkan timah agar komponen elektronika melekat pada PCB.
5. Penyedot timah untuk membuang timah pada PCB yang tidak terpakai.
6. Bor listrik untuk melubangi PCB sehingga dapat dipasang komponen elektronika.

7. Multimeter digital untuk mengukur arus (A), resistansi ( $\Omega$ ), tegangan AC dan DC dan untuk mengecek komponen elektronika.
8. Gergaji untuk memotong PCB.
9. K-125R untuk mendownload program ke mikrokontroler.
10. Speaker untuk sumber getaran sebagai alat uji sensor *accelerometer*.
11. *Signal Generator* untuk memberikan inputan frekuensi pada speaker.
12. Osiloskop untuk melihat gambar gelombang hasil getaran.
13. Konektor DB-9 pin *male* dan *female* digunakan untuk menghubungkan rangkaian sistem mikrokontroler dengan modul FSK.

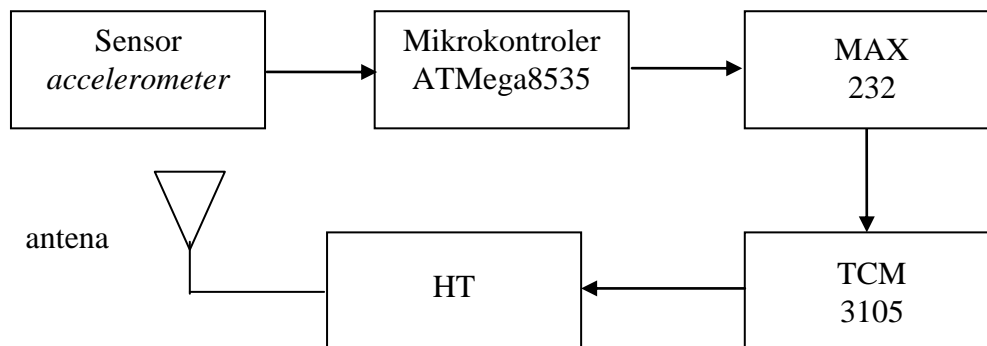
Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Papan *printed circuit board* (PCB) digunakan sebagai tempat memasang komponen yang digunakan.
2. Pelarut ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$ ) digunakan untuk melarutkan jalur pada PCB.
3. LED digunakan sebagai lampu indikator.
4. Resistor digunakan untuk memberi hambatan pada rangkaian.
5. Dioda digunakan untuk membatasi tegangan pada rangkaian.
6. Transistor digunakan sebagai penguat tegangan.
7. Kapasitor digunakan untuk menyimpan muatan listrik.
8. TCM3105 digunakan untuk memodulasi dan mendemodulasi sinyal.
9. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol dan pengendali utama rangkaian pengukuran getaran.
10. *Jumper* digunakan untuk menghubungkan antar komponen.
11. *Headset jack* digunakan untuk menghubungkan HT dengan modul FSK.
12. Sensor *accelerometer* MMA7361 digunakan untuk mendeteksi getaran.

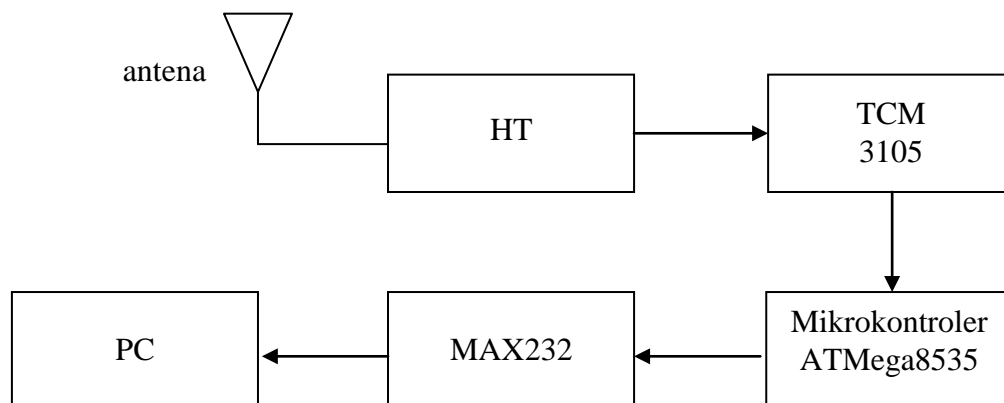
### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 1. Perancangan Perangkat Keras

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sensor *accelerometer*, rangkaian mikrokontroler ATmega8535, rangkaian FSK modulator dan rangkaian FSK demodulator. Diagram blok rancangan pengirim dan penerima telemetry dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Rangkaian pengiriman data



Gambar 3.2. Rangkaian penerima data

Penelitian ini adalah bentuk aplikasi dari sistem telemetry yang merupakan pemantauan atau *monitoring* keadaan fisis dari jarak jauh. Sensor yang digunakan

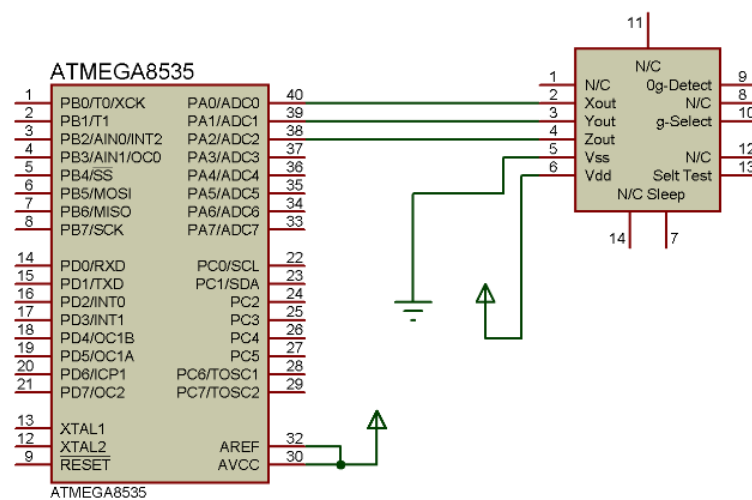
adalah sebuah sensor *accelerometer*, sensor ini digunakan untuk merubah besaran fisis yang berupa getaran menjadi besaran elektris. *Output* dari sensor ini berupa sinyal analog, kemudian dengan ADC internal yang terdapat di mikrokontroler ATmega8535, sinyal analog tersebut diubah menjadi sinyal digital, karena mikrokontroler hanya akan memproses sinyal dalam bentuk digital. Pada mikrokontroler ATmega8535 ini, sinyal paralel diubah menjadi serial. Sinyal keluaran ini tidak dapat langsung dihubungkan ke pemancar FM, dalam hal ini HT, karena HT hanya menerima sinyal analog. Oleh karena itu dibutuhkan rangkaian FSK modulator, yang berperan untuk memodulasi sinyal dengan metode FSK dan mengkonversi bit-bit digital menjadi sinyal analog. FSK modulator ini menggunakan IC TCM3105. Keluaran dari rangkaian inilah yang akan masuk ke HT, untuk dikirimkan informasinya ke pesawat penerima. *Output* dari HT penerima adalah sinyal analog, yang tidak langsung diolah dengan PC. Oleh karena itu digunakan rangkaian FSK demodulator, untuk mendapatkan kembali sinyal level tegangan TTL keluaran dari mikrokontroler ATmega8535. Kemudian sinyal masuk ke MAX-232 untuk mendapatkan level tegangan RS-232, sehingga dapat diteruskan ke PC.

#### **a. Perancangan Sensor**

Sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah sensor *accelerometer*, sensor inilah yang berfungsi sebagai sumber informasi dalam sistem akuisisi. Sensor *accelerometer* digunakan untuk mendeteksi dan mengukur getaran.

Tegangan keluaran sensor *accelerometer* (mV/g) menunjukkan percepatan dari benda yang melekat padanya, dengan g adalah gravitasi bumi. *Accelerometer* tipe

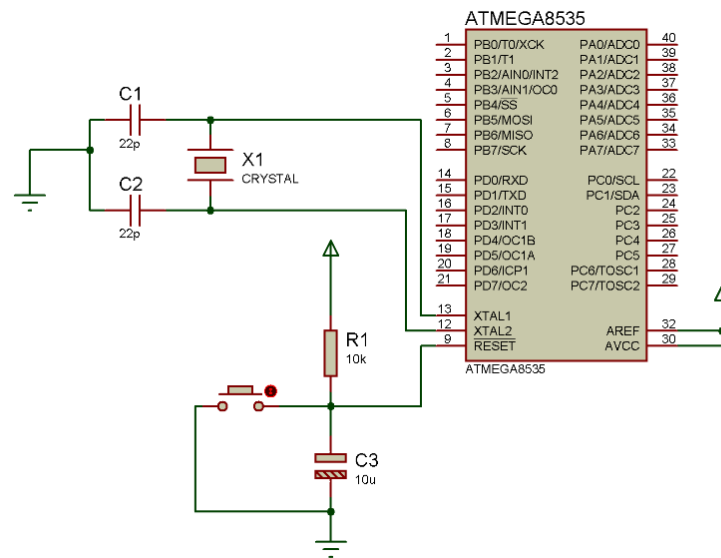
MMA7361 dapat digunakan untuk mengukur percepatan pada tiga sumbu pengukuran, yaitu terhadap sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Keluaran dari sensor ini sudah dapat langsung masuk ke mikrokontroler tanpa melalui rangkaian pengkondisi sinyal. Sumbu X dari sensor dihubungkan ke pin 0 pada port A mikrokontroler, sedangkan pin 1 terhubung dengan sumbu Y dan sumbu Z di pin 2. Rangkaian sensor ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Rangkaian Sensor *Accelerometer* MMA7361

#### b. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATMEGA8535

Mikrokontroler ATMEGA8535 dalam penelitian ini digunakan untuk menerima data dari sensor, yang berupa sinyal analog kemudian mengubahnya menjadi data digital, memfilter data secara digital, dan melakukan komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer. Adapun rangkaian sistem minimum mikrokontroler Atmega8535 terdapat pada Gambar 3.4.

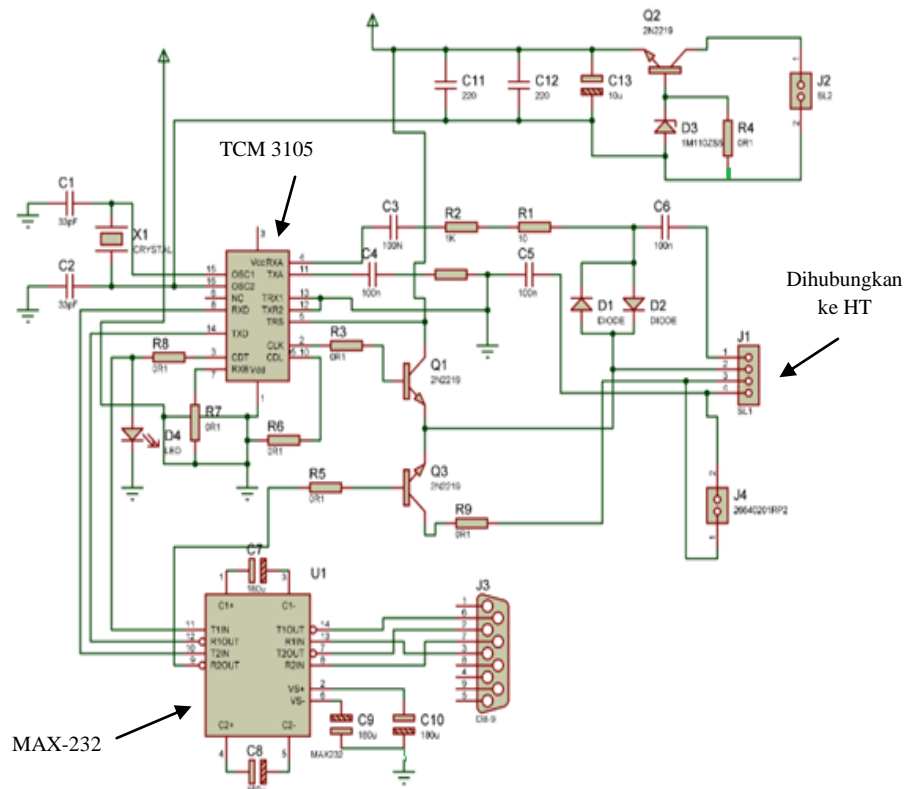


Gambar 3.4. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATMega8535

Sistem minimum mikrokontroler ATMega8535 terdiri dari kristal dengan frekuensi detak sebesar 12 MHz dan kapasitor sebesar 22 pF yang dihubungkan dengan pin XTAL1 dan XTAL2 dari mikrokontroler sebagai sumber clock. Tombol reset berfungsi untuk mereset program yang sudah tertanam dalam IC tersebut. Pin reset tidak langsung dihubungkan dengan tegangan masukan 5 V, namun ditambah dengan resistor dan kapasitor. Port A (pin 33 hingga pin 40) digunakan sebagai jalur input data yang berasal dari sensor.

### c. Perancangan Rangkaian FSK Modulator Demodulator

Dalam penelitian ini modulasi digital yang dipakai adalah sistem FSK dengan menggunakan rangkaian terintegrasi tipe TCM3105. Adapun rangkaian FSK modulator demodulator dengan IC TCM3105 terdapat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian FSK modulator demodulator dengan IC TCM3105

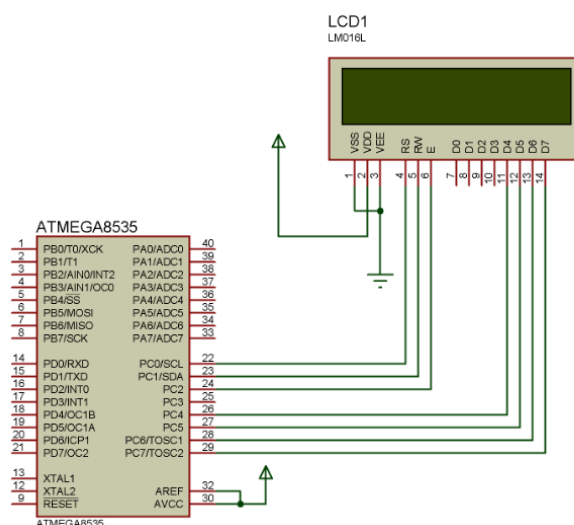
Tegangan 5 volt masuk melalui VDD pin 1 IC TCM3105. TRS (pin 5) mendapat sinyal not CLK dari CLK (pin 2) yang dibalik oleh transistor T1, sehingga menjadi standar Bell 202. CDT (pin 3) adalah output carrier detect disambungkan dengan lampu LED ke GND melalui resistor 220-680 ohm, untuk indikator ada sinyal yang diterima. RXA (pin 4) masukan sinyal audio dari radio, dibatasi tegangannya oleh dioda.

RXB (pin 7) dapat diatur tegangannya dengan trimpot 50k untuk menyetel tegangan bias RXD. RXD (pin 8) keluaran data serial standar TTL, untuk dihubungkan dengan RXD komputer melalui *logic translator* IC MAX232. CDL (pin 10) ditahan tegangannya dengan resistor 50k untuk menyetel *carrier detect level* untuk menentukan sensitivitas masukan di RXA. TXA (pin 11) merupakan

output audio yang akan dipancarkan melalui HT. Pada HT Uniden GMR3040-2CKHS dipasang *microphone input*. TXR1 dan TXR2 (pin 12 dan 13) digroundkan berarti memilih *baud rate* 1200 bit/sec. TXD (pin 14) dihubungkan dengan output serial data melalui *logic translator* max 232. OSC1 dan OSC2 langsung dihubungkan dengan kristal 4.4336 MHz.

#### d. Perancangan 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 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian LCD

## 2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler dan PC.



#### **a. Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler ATmega8535**

Program sistem akuisisi data dibuat dengan perangkat lunak CodeVision AVR. Pertama-tama CPU mikrokontroler memerintahkan ADC untuk mencuplik isyarat analog dari kedelapan saluran masukan, dengan cara menginisiasi port serial kemudian membaca data ADC. Data yang terbaca disimpan di RAM Internal mikrokontroler ATmega8535 dikirim ke modulator demodulator FSK. Data yang didownloadkan ke mikrokontroler adalah file dalam format heksa (\*.hex) yang di program dengan CV AVR.

#### **b. Perancangan Perangkat Lunak Hyperterminal**

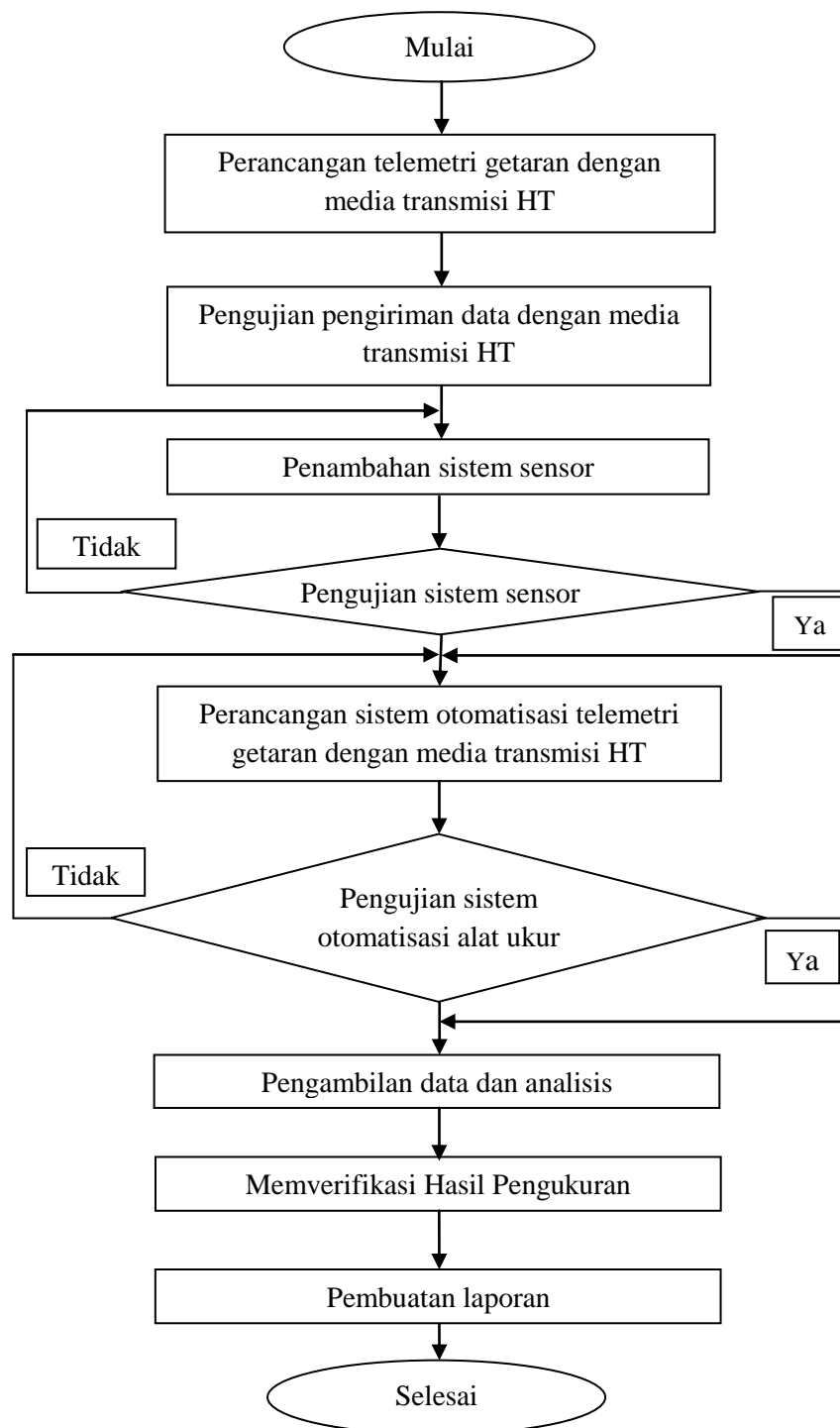
Perangkat lunak ini berisi instruksi-instruksi untuk pengaturan port serial PC dan pembuatan tampilan hasil pembacaan data dari sensor *accelerometer* MMA7361. Interfacing pada PC dilakukan pada program hyperterminal untuk melihat tegangan keluaran sensor.

#### **c. Perancangan Perangkat Lunak Matlab**

Pada penelitian ini data keluaran sensor diolah dengan menggunakan matlab berdasarkan program *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk melihat sinyal keluaran dalam bentuk grafik dan mencari frekuensi dominannya.

### **3.4 Diagram Alir Penelitian**

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir prosedur kerja pada Gambar 3.7.



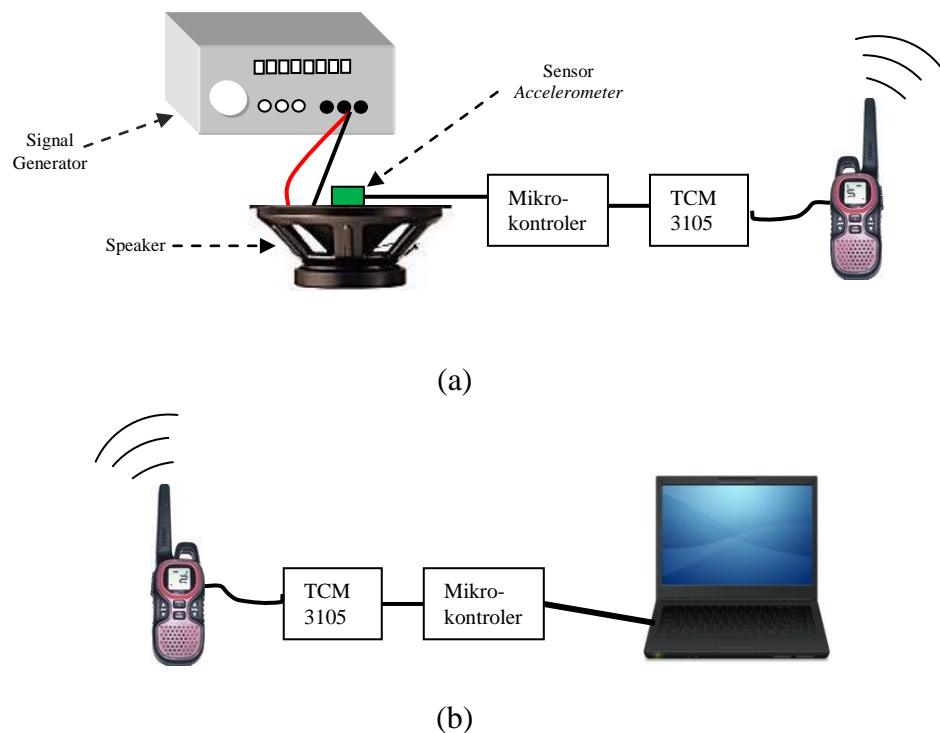
Gambar 3.7. Diagram Alir Prosedur Kerja

### 3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dibagi menjadi pengujian getaran dari sensor dan pengujian jarak transmisi HT pengirim ke HT penerima.

#### a. Pengujian Getaran

Pengujian sistem dilakukan dengan cara meletakkan sensor *accelerometer* pada permukaan speaker. Speaker diberikan frekuensi bervariasi dari 0,5 Hz – 20 Hz, dengan interval 0,5 Hz, masing-masing frekuensi diambil data dalam waktu 15 detik. Selanjutnya diukur nilai tegangan keluaran dari sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z pada sensor tersebut. Gambar 3.8 menunjukkan pengujian getaran.



Gambar 3.8 Pengujian getaran (a) sistem pengirim (b) sistem penerima

Berikut adalah data yang akan diambil dari penelitian ini seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data sensor *accelerometer*

No.	Waktu (s)	Sumbu X (V)	Sumbu Y (V)	Sumbu Z (V)
1	0,1			
2	0,2			
3	0,3			
4	0,4			
5	0,5			
6	0,6			
7	0,7			
8	0,8			
9	0,9			
10	1			
...	...			
...	...			
6000	600			

#### b. Pengujian Jarak Pengiriman

Jarak pengiriman diuji dengan cara melakukan komunikasi antara HT pengirim dan HT penerima dengan jarak tertentu. Kemudian dilihat apakah sinyal yang diterima baik atau tidak. Berikut ini adalah tabel pengambilan data dari penelitian ini seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengujian Jarak Pengiriman

No.	Jarak (m)	Hasil Transmisi
1	10	
2	50	
3	100	
4	250	
5	400	
6	700	
7	800	
8	900	
9	1000	

### c. Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler

Pengujian sistem minimum mikrokontroler dilihat dengan membandingkan nilai tegangan keluaran multimeter dengan tegangan yang ditampilkan oleh PC seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perbandingan nilai keluaran tegangan pada PC dan pada multimeter

No	Sudut	Tegangan pada Multimeter (v)			Tegangan pada Terminal (v)			Deviasi (v)		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0°									
2	10°									
3	20°									
4	30°									
5	40°									
6	50°									
7	60°									
8	70°									
9	80°									
10	90°									
11	100°									
12	110°									
13	120°									
14	130°									
15	140°									
16	150°									
17	160°									
18	170°									
19	180°									
		Rata - rata								

### d. Pengujian mikrokontroler *master* dan mikrokontroler *slave*

Pengujian sistem minimum mikrokontroler *master* dan mikrokontroler *slave* dilihat dengan membandingkan nilai tegangan keluaran LCD dengan tegangan yang ditampilkan oleh PC seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 4.4 Perbandingan nilai keluaran tegangan pada *master* dan *slave*

No	Sudut	Tegangan pada <i>Master</i> (V)			Tegangan pada <i>Slave</i> (V)			Deviasi (V)		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0°									
2	10°									
3	20°									
4	30°									
5	40°									
6	50°									
7	60°									
8	70°									
9	80°									
10	90°									
11	100°									
12	110°									
13	120°									
14	130°									
15	140°									
16	150°									
17	160°									
18	170°									
19	180°									
Rata - rata										

### 3.6 Metode Analisis

Data tegangan yang telah berhasil masuk ke PC akan disimpan dalam bentuk \*.txt. Dengan menggunakan matlab, data tersebut dibuat grafik hubungan antara amplitudo terhadap waktu, kemudian sinyal hasil getaran sensor tersebut terlebih dahulu difilter menggunakan *High Pass Filter* (HPF) sebelum diolah menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT), hasil dari HPF merupakan sinyal yang lebih halus dan sudah diseleksi deraunya dengan frekuensi *cut-off* 0,5 Hz. Program yang digunakan untuk mengolah data adalah sebagai berikut.

```
%=====Memanggil data=====
filename='sumbu-x.txt';           % disesuaikan dengan nama file
data=load(filename);
t=data(:,1);
x=data(:,2)

%=====Perancangan High pass filter=====
Fs=30;
f=Fs/2;
n=10;
fc=0.5;                           % Frek cut-off
w1=(fc)/f;
b,a]=butter (n,w1,'high');
y=filter(b,a,x);

%===== FFT =====
N=length(x)
X=fft(y);
magX=abs(X);
FX=0:(N/2)-1;
fx=(FX*Fs)/N;
Pwr1=magX(1:N/2);
```