

Realisasi Sistem Akuisisi Data Spektrum Getaran Pada Accelerometer MMA7361 Menggunakan Micro SD Dan Komputer

Siti Kholifah, Arif Surtono, Gurum Ahmad Pauzi

*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung 35145
Email: sitiolf27@gmail.com, gurum4in@yahoo.com*

Diterima (15 April 2015), direvisi (25 April 2015)

Abstract . *It has been designed and realized the acquisition data system of vibration spectrum with MMA7361 accelerometer sensor using micro SD and computer. The voltage data from sensors due of vibration source processed by the microcontroller and the result would be display to LCD, saved in micro SD and sent to computer by using USB port with 10 ms of delay. The processing and communication data was regulated by microcontroller program using C language program. The frequency analysis process using FFT Matlab program with a sampling frequency of 100 Hz. The response of MMA7361 accelerometer sensor is less sensitive for low-frequency vibrations below 12,5 Hz. Vibration measurement results obtained average voltage sensor before the filter in the direction of the x-axis of 1,65 volts-1,70 volts, the y-axis at 1,4 volts-1,5 volts, the z-axis at 2,1 volts-2,2 volts.*

Keywords: *Accelerometer MMA7361, microcontroller, vibration*

Abstrak. Telah dirancang dan dibuat realisasi sistem akuisisi data spektrum getaran pada accelerometer MMA7361 menggunakan micro SD dan komputer. Data tegangan dari sensor akibat getaran diolah oleh mikrokontroler yang hasilnya ditampilkan oleh LCD, disimpan dalam micro SD dan dikirim ke komputer menggunakan port USB dengan delay 10 ms. Proses pengolahan dan komunikasi data diatur oleh program pada mikrokontroler dengan pemrograman bahasa C. Proses analisis frekuensi menggunakan pemrograman FFT dengan frekuensi sampling sebesar 100 Hz. Respon sensor accelerometer MMA7361 kurang sensitif terhadap getaran frekuensi yang rendah dibawah 12,5 Hz. Hasil pengukuran getaran diperoleh tegangan sensor rata-rata sebelum difilter pada arah sumbu x sebesar 1,65 volt-1,70 volt, sumbu y sebesar 1,4 volt-1,5 volt, sumbu z sebesar 2,1 volt-2,2 volt.

Kata Kunci: *Accelerometer MMA7361, getaran, mikrokontroler*

PENDAHULUAN

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan (Giancoli, 2001). Gaya yang menyebabkan getaran dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber, misalnya kontak/benturan antar komponen

yang bergerak/berputar, putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass*), *misalignment* atau kerusakan bantalan. Gelombang yang dihasilkan akibat getaran membentuk suatu karakter getaran seperti

frekuensi, amplitudo, perpindahan, kecepatan dan percepatan (Yulkifli, 2011).

Pengukuran getaran telah banyak dilakukan menggunakan sensor *accelerometer* antara lain pemantauan getaran pada struktur bangunan yang dilakukan Rakhmadi dan Panggih (2013), pemantauan getaran pada jembatan (Udianto dkk, 2013) dan analisis getaran yang terjadi pada mesin sepeda motor akibat oli tidak standar (Sunarko, 2010) dimana diperoleh nilai frekuensi getaran mesin pada oli tidak standar lebih besar dari pada oli standar.

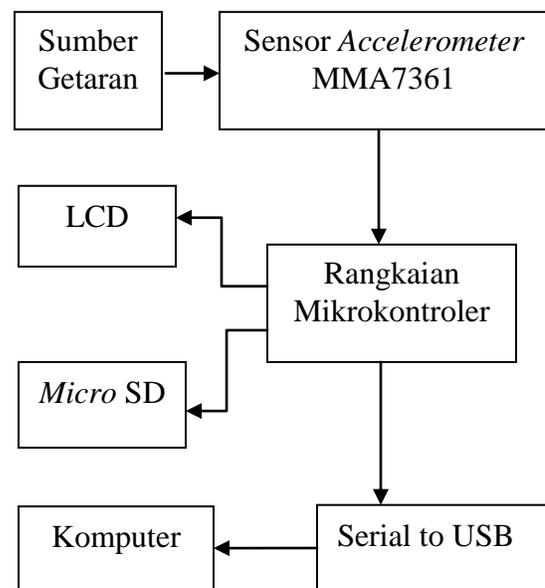
Kelebihan sensor *accelerometer*, yaitu tegangan keluaran sensor bersifat analog sehingga mudah untuk dimodifikasi secara langsung, mempunyai ukuran kecil dan ringan dapat digunakan pada posisi dengan ruang yang sangat terbatas. Selain itu, MMA7361 juga mempunyai tegangan statik (DC) yang menunjukkan tegangan keluaran sensor pada kondisi diam (Wahyudi dkk, 2009). Untuk mengetahui respon dari sensor *accelerometer* MMA7361 akibat getaran, sensor diletakkan di membran *speaker* yang terhubung dengan *signal generator* dan mesin sepeda motor. Data hasil dari alat penelitian ini disimpan dalam memori *Micro Secure Digital (Micro SD)* melalui jalur komunikasi *Serial Peripheral Interface (SPI)* pada mikrokontroler ATmega32 dan dilakukan sistem akuisisi data pada komputer melalui port USB. *Micro SD* digunakan sebagai pilihan dalam penyimpanan data selain komputer, hal ini untuk mengantisipasi gangguan saat penyimpanan data pada komputer.

METODE PENELITIAN

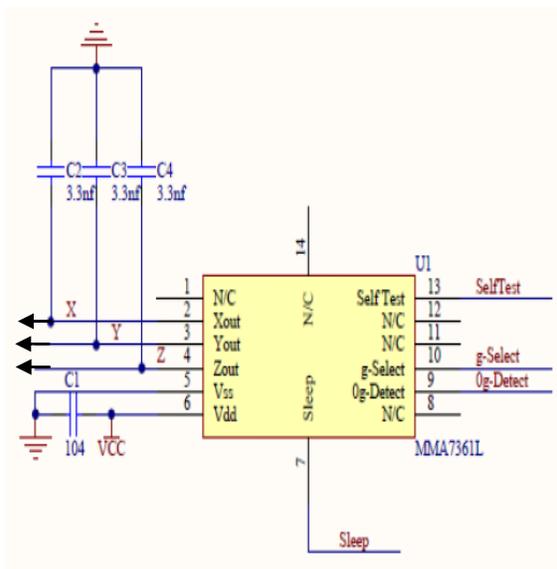
Gambar 1 merupakan skema perancangan perangkat keras, dimana sebuah besaran fisis berupa getaran yang bisa dideteksi oleh sensor *accelerometer*. Selanjutnya, sinyal keluaran dari sensor akibat getaran mesin sepeda motor diubah menjadi sinyal digital oleh ADC yang terdapat pada mikrokontroler ATmega32. 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.

Rangkaian Sensor *Accelerometer*

Gambar 2 merupakan rangkaian *accelerometer* MMA7361 yang 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.



Gambar 1. Skema perancangan perangkat keras.



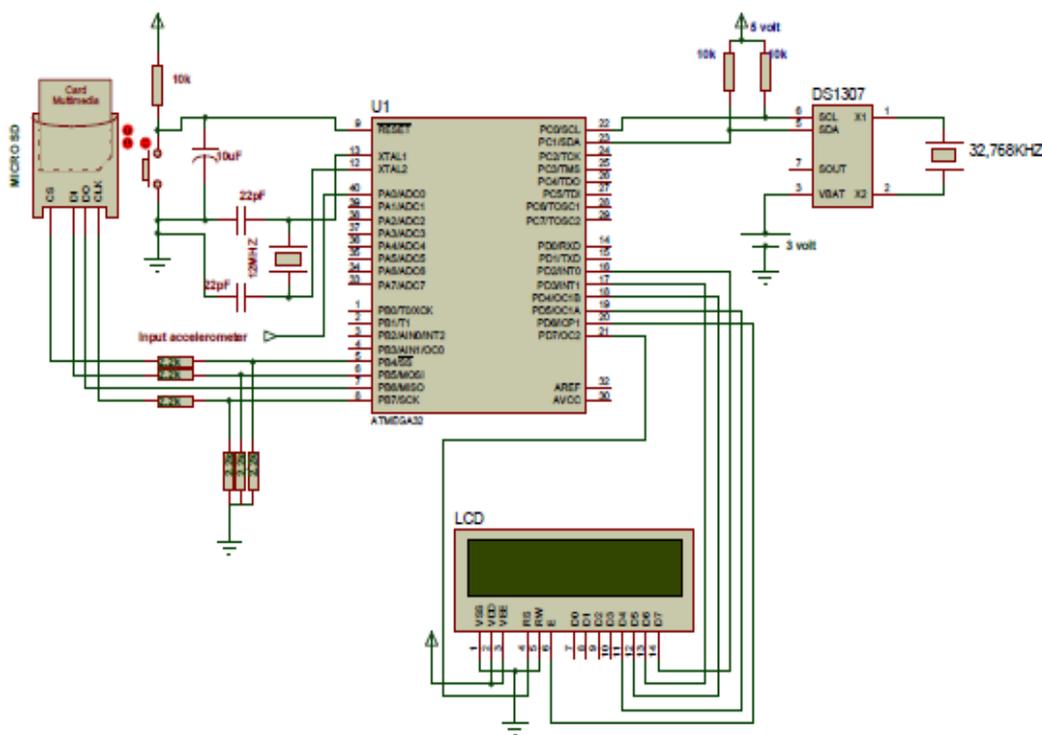
Gambar 2. Rangkaian sensor *accelerometer* MMA7361.

Pin no 10 digunakan untuk menentukan besar sensitivitas, yang di set dengan sensitivitas 1,5 g atau 800 mV setiap perubahan 1 g, karena untuk mendeteksi

getaran diperlukan sensitivitas besar. Pemasangan kapasitor sebesar 0.1 μF pada catu daya sensor bertujuan untuk meredam *noise* yang diakibatkan oleh rangkaian lainnya, sedangkan pemasangan kapasitor 3.3 nF pada pin keluaran sensor bertujuan untuk meminimalkan *clock noise* (agar keluaran lebih stabil) (Iswardy, 2008).

Rangkaian Keseluruhan

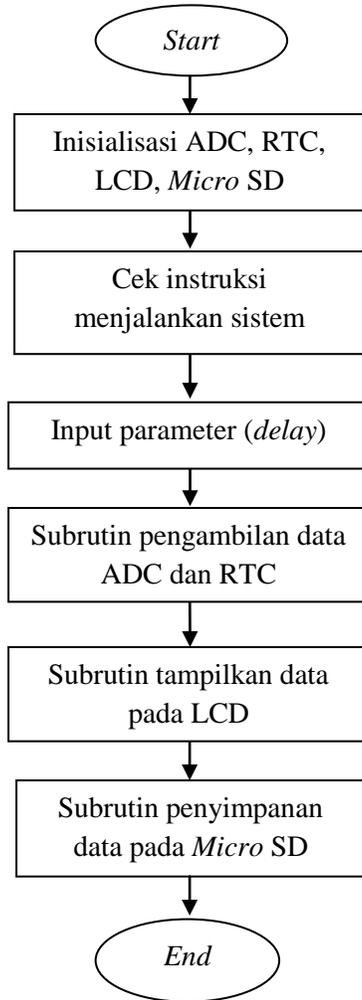
Gambar 3 adalah rangkaian keseluruhan yang digunakan dalam penelitian ini. Fungsi utama mikrokontroler ATmega32 dalam penelitian ini adalah sebagai pengkonversi data dari ADC ke tegangan. Sensor dihubungkan ke port A0, A1, A2. Port B pin 4-7 untuk *micro SD* dihubungkan secara *Serial Peripheral Interface* (SPI), port C untuk RTC, dimana pin 1 sebagai SDA dan pin 0 sebagai SCL. Port D untuk tampilan ke LCD.



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan.

Perancangan perangkat lunak untuk penyimpanan data

Perangkat lunak berfungsi untuk memberikan instruksi dan menjalankan mikrokontroler. Diagram alir untuk penyimpanan data ke *micro* SD ditunjukkan pada **Gambar 4**.

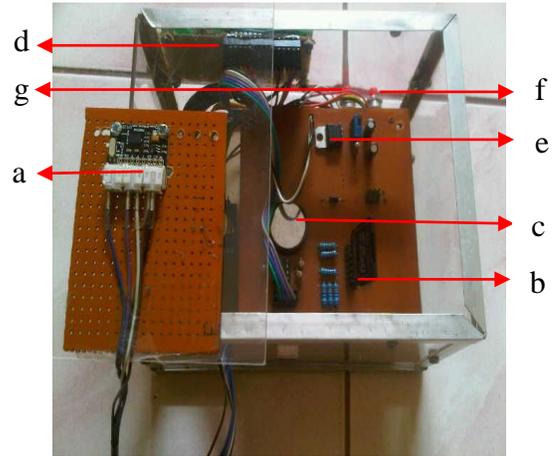


Gambar 4. Flow chart pada MicroSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Gambar 5 merupakan perangkat keras secara keseluruhan dalam penelitian ini.



Gambar 5. a. Sensor *accelerometer* MMA7361.
 b. Rangkaian *micro* SD.
 c. Rangkaian RTC. d. LCD.
 e. Catu daya (3,3 volt).
 f. Tombol *star*.
 g. Tombol *stop*.

Alat pengukur getaran ini, dibuat dengan frekuensi sampling (f_s) sebesar 100 Hz, maka frekuensi maksimal (f_{max}) yang dapat diukur dengan alat ini yaitu 50 Hz, sedangkan *delay* untuk pengiriman data ke komputer maupun ke *micro* SD, yaitu 0,01 detik. Alat didesain dengan ukuran 16 x 8 x 12 cm yang dilengkapi dengan dua tombol yaitu *star* dan *stop*. Tombol *star* berfungsi agar waktu memulai perekaman data pada *micro* SD dan komputer menjadi serempak, sedangkan tombol *stop* digunakan untuk menghentikan perekaman data, baik di *micro* SD maupun komputer. Program yang digunakan untuk pengaturan tombol *star* dan *stop*, yaitu:

```

ulang1:
    while(PIND.2!=0)
    {
};
while (1)
    while(PIND.3==0)
        goto ulang1;
    
```

Port D 2 berfungsi sebagai tombol *star*, ketika logika tidak sama dengan nol (0) maka perekaman data tidak akan dimulai. Port D 3 sebagai tombol *stop*, ketika berlogika nol maka eksekusi akan dihentikan.

Konversi data ADC ke tegangan di mikrokontroler menggunakan potongan program sebagai berikut.

```
sb_x=read_adc(0);
sb_y=read_adc(1);
sb_z=read_adc(2);
data_x=sb_x*5/1023;
data_y=sb_y*5/1023;
data_z=sb_z*5/1023;
```

Sementara, *list* program yang digunakan untuk proses tampilan ke LCD dan penyimpanan data pada *micro SD*, yaitu:

```
ftoa(tegangan_sbx,3,buf1);
lcd_gotoxy(2,0);
lcd_puts(buf1);
ftoa(tegangan_sby,3,buf2);
lcd_gotoxy(10,0);
lcd_puts(buf2);
ftoa(tegangan_sbz,3,buf3);
lcd_gotoxy(2,1);
if(x>=1) // Tulis ke microSD
    x=0;
    data();
    isi_file();
delay_ms(10)
```

Perintah *isi file* didalam program *micro SD* untuk menulis data waktu, tanggal dan nilai tegangan pada arah sumbu x, y, z. Penyimpanan data dilakukan setiap 0,01 detik. Hasil penyimpanan data di *micro SD* dapat dilihat pada **Gambar 6**.

WAKTU	TANGGAL	X(V)	Y(V)	Z(V)
12:22:51	28/10/14	1.618	1.329	2.063
12:22:51	28/10/14	1.657	1.422	2.077
12:22:52	28/10/14	1.598	1.344	2.077
12:22:52	28/10/14	1.491	1.359	2.048
12:22:52	28/10/14	1.554	1.549	2.014
12:22:52	28/10/14	1.740	1.310	2.126
12:22:52	28/10/14	1.618	1.354	2.053
12:22:52	28/10/14	1.681	1.388	2.033
12:22:52	28/10/14	1.603	1.281	2.058
12:22:52	28/10/14	1.466	1.476	2.102
12:22:52	28/10/14	1.549	1.369	2.067
12:22:52	28/10/14	1.598	1.369	2.053
12:22:52	28/10/14	1.637	1.500	1.950
12:22:52	28/10/14	1.681	1.369	2.058
12:22:52	28/10/14	1.647	1.344	2.048
12:22:52	28/10/14	1.540	1.486	2.028
12:22:52	28/10/14	1.628	1.349	2.126
12:22:52	28/10/14	1.662	1.442	2.092
12:22:52	28/10/14	1.676	1.334	2.014
12:22:52	28/10/14	1.637	1.515	2.151
12:22:52	28/10/14	1.608	1.442	2.077
12:22:52	28/10/14	1.701	1.369	2.028
12:22:52	28/10/14	1.657	1.320	2.004
12:22:52	28/10/14	1.432	1.442	2.116
12:22:52	28/10/14	1.608	1.344	2.072
12:22:52	28/10/14	1.657	1.310	2.033
12:22:52	28/10/14	1.584	1.344	2.092
12:22:52	28/10/14	1.632	1.232	2.082
12:22:52	28/10/14	1.676	1.315	2.038
12:22:53	28/10/14	1.471	1.403	2.053
12:22:53	28/10/14	1.691	1.369	2.141
12:22:53	28/10/14	1.598	1.403	2.116
12:22:53	28/10/14	1.569	1.466	2.028
12:23:53	28/10/14	1.618	1.398	2.048
12:23:53	28/10/14	1.584	1.422	2.077
12:23:53	28/10/14	1.486	1.188	2.116

Gambar 6. Hasil penyimpanan *micro SD*.

Pengujian Sensor Terhadap Kemiringan

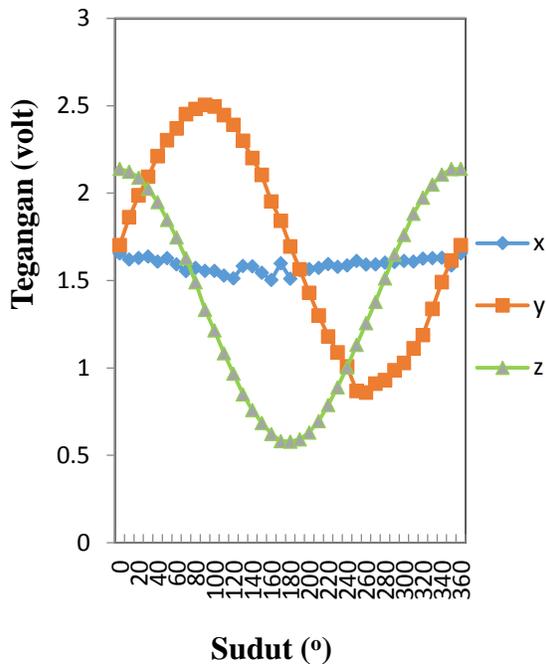
Pengujian respon sensor terhadap perubahan kemiringan menggunakan bujur sangkar dari 0⁰ sampai 360⁰ dengan kelipatan 10⁰, ditunjukkan pada **Gambar 7**.

Hasil grafik yang diperoleh terlihat bahwa untuk tegangan arah sumbu y dan z berbentuk seperti sinyal sinusoidal.



Gambar 7. Pengujian sensor terhadap perubahan kemiringan.

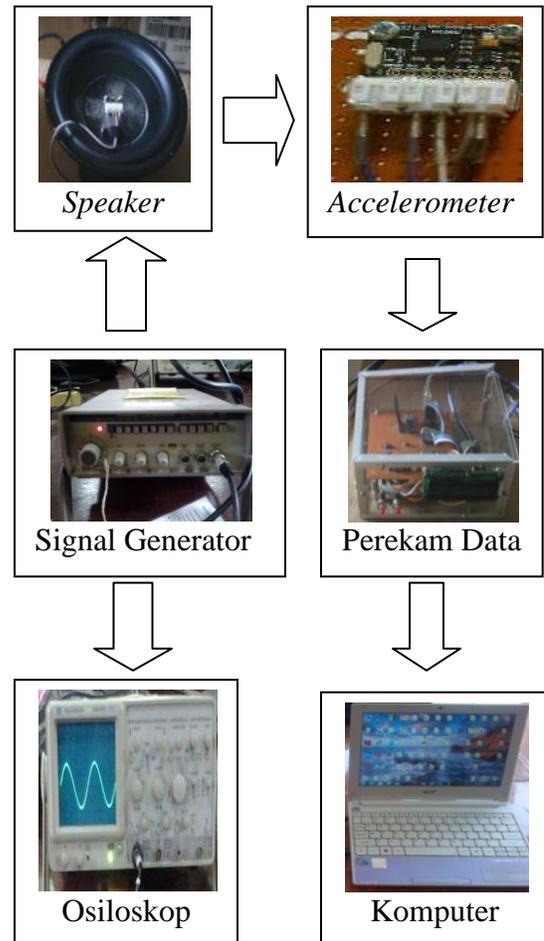
Sedangkan untuk arah sumbu x mendekati linear, yang ditunjukkan pada **Gambar 8**. Tegangan pada sumbu x tidak mengalami perubahan yang signifikan karena sumbu x tegak lurus dengan mediumnya dilihat dari cara pengambilan data pada **Gambar 7**.



Gambar 8. Grafik respon sensor terhadap kemiringan.

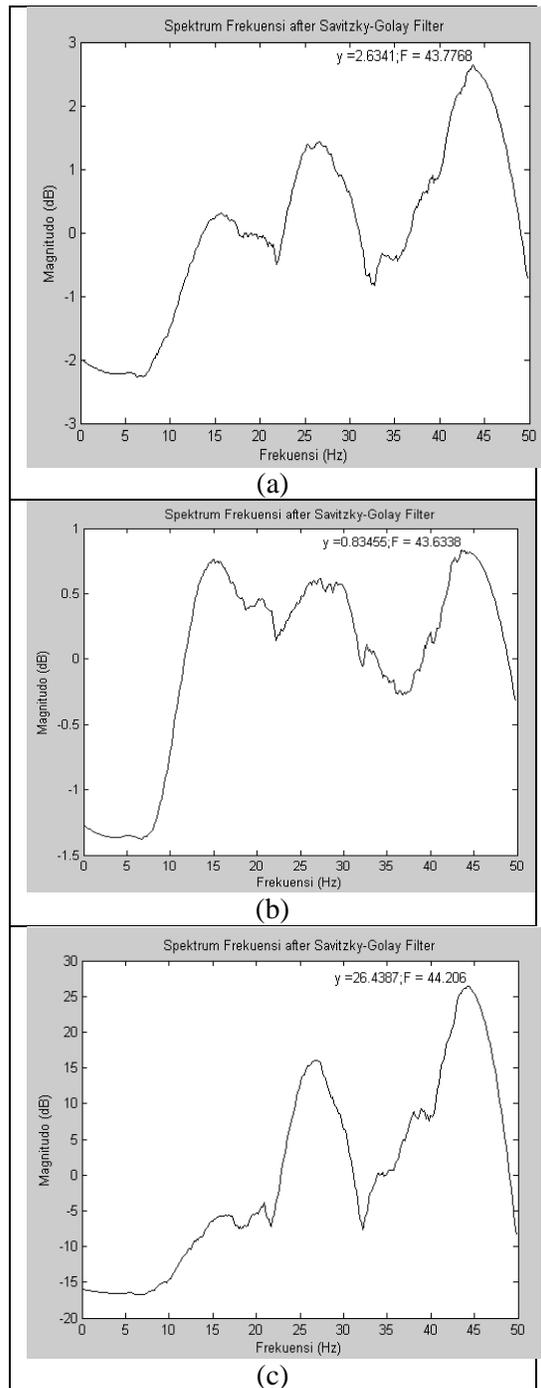
Pengujian Sensor Terhadap Getaran

Speaker digunakan sebagai sumber getaran pada pengujian sensor terhadap getaran, dimana sensor diletakkan pada *speaker*, kemudian data dari keluaran sensor akan dikirim ke komputer. Agar *speaker* dapat menghasilkan getaran, maka *speaker* harus dihubungkan ke *signal generator*. Sebelum *signal generator* dihubungkan ke *speaker* terlebih dahulu dilihat apakah sinyal dari *signal generator* memiliki nilai frekuensi yang besarnya sesuai dengan inputannya dengan menggunakan osiloskop, yang ditunjukkan pada **Gambar 9**.



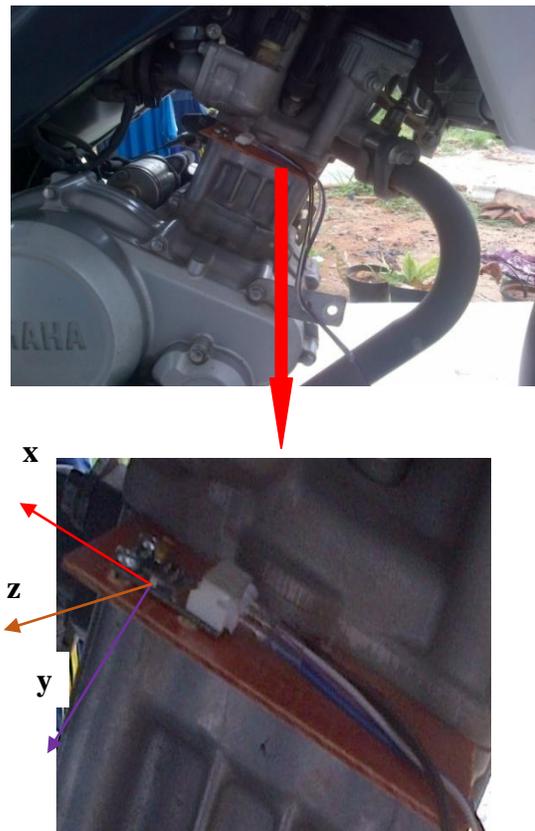
Gambar 9. Diagram blok pengujian sensor terhadap getaran.

Diperoleh bahwa respon sensor *accelerometer* MMA7361 kurang sensitif terhadap getaran frekuensi yang rendah dibawah 12,5 Hz, oleh sebab itu sinyal asli getaran sebelum dianalisis menggunakan FFT dilakukan filter HPF dengan frekuensi *cut-off* sebesar 12,5 Hz. Kemudian, pada pengujian sensor terhadap getaran yang berasal dari *speaker* yang dimiliki frekuensi 40 Hz, didapat nilai frekuensi yang tidak sesuai dengan frekuensi *speaker*, yaitu untuk arah sumbu x sebesar 43,78 Hz, sumbu y 43,63 Hz dan sumbu z 44,21 Hz yang ditunjukkan pada **Gambar 10**.



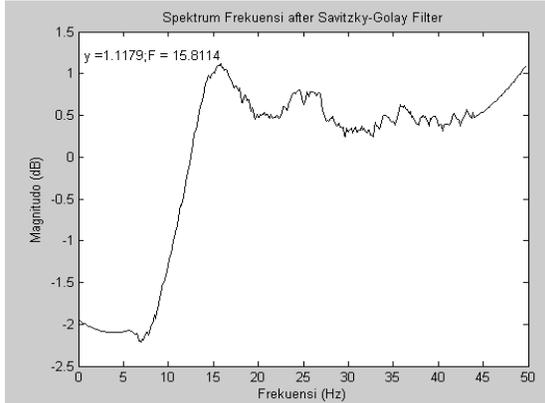
Gambar 10. Hasil pengolahan FFT dari getaran *speaker* yang memiliki frekuensi sebesar 20 Hz (a) pada arah sumbu x (b) pada arah sumbu y (c) pada arah sumbu z di *accalorometer* MMA7361.

Kemudian, pengujian sensor terhadap getaran dari mesin sepeda motor dengan nilai RPM sebesar 1000 RPM. Posisi *accelerometer* MMA7361 diletakkan tepat pada mesin seperti pada **Gambar 11**, dan hasil frekuensi dominan yang di peroleh pada arah sumbu x, y, dan z adalah 15,81 Hz, 16,50 Hz, dan 15,69 Hz, yang ditunjukkan pada **Gambar 12**.

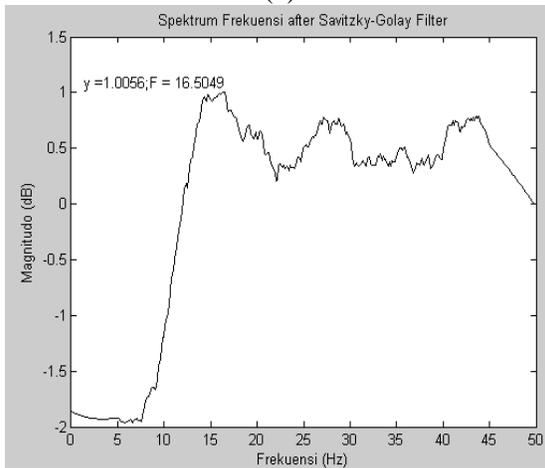


Gambar 11. Posisi pemasangan sensor pada mesin sepeda motor.

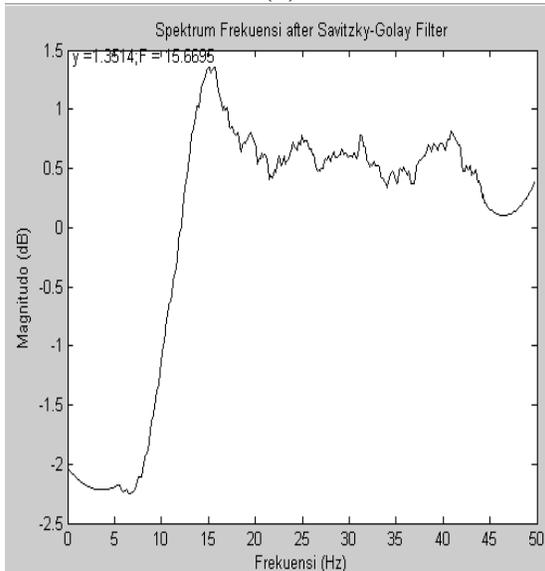
Getaran yang terjadi di mesin sepeda motor bisa terjadi karena getaran mekanik dari sepeda motor itu sendiri, maka posisi sensor *accelerometer* MMA7361 diletakkan tepat pada mesin yang berdekatan dengan busi, seperti pada **Gambar 11** sehingga diasumsikan getaran tersebut dipengaruhi oleh kecepatan putar motor.



(a)



(b)



(c)

Gambar 12. Grafik hasil pengolahan FFT (a) sumbu x (b) sumbu y (c) sumbu z.

Besarnya frekuensi getaran pada mesin sepeda motor dipengaruhi oleh besarnya kecepatan motor (RPM), yang dirumuskan sebagai berikut.

$$Frekuensi(Hz) = \frac{kecepatanmotor (RPM)}{60} \quad (1)$$

Pada kecepatan putar motor 1000 RPM memiliki frekuensi getar sebesar 16,67 Hz, dari pengujian diperoleh frekuensi sebesar 15,69 Hz sampai 16,50 Hz atau kecepatan putar motor rata-rata adalah 965,7 RPM. Oleh sebab itu, selisih nilai kecepatan putar motor dari referensi dengan hasil yang diperoleh sebesar 34,3 RPM. Ketidaksesuaian nilai frekuensi hasil rekaman alat terhadap besarnya frekuensi yang diberikan ke *speaker* dan kecepatan putar motor yang digunakan dengan kecepatan putar motor yang dihasilkan disebabkan karena respon sensor *accelerometer* MMA7361 terhadap getaran memiliki sinyal keluaran yang tidak stabil dan faktor pengiriman data ke komputer yang kurang sempurna dalam pemisahan *string left*, *mid*, dan *right* untuk penyimpanan data dalam bentuk txt.

Munculnya frekuensi getaran lain selain frekuensi dominan pada pengujian mesin sepeda motor disebabkan oleh getaran dari komponen mesin yang lain, karena getaran mesin dipengaruhi oleh komponen mesin yang mempunyai sifat bahan elastis, besarnya kecepatan putaran mesin (RPM), *bearing* yang sudah mengalami kerenggangan, pemakaian pelumas yang sudah mengalami kerusakan, dan setang seher (*connecting rod*) yang sudah mengalami kerusakan (keausan).

Pengujian sensor terhadap getaran dari *speaker* maupun mesin sepeda motor dilakukan pengambilan data selama 30 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: dalam keadaan diam (statis) sensor *accelerometer* MMA7361 memiliki keluaran nilai tegangan sebesar (Vdd/2), Alat ini dapat mengukur getaran dengan frekuensi 12,5 Hz-50 Hz. Selain itu tegangan keluaran dari sensor antara 0,541 volt-2,506 volt.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi ke-5 Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Iswardy, Edwar. 2008. Rancang Bangun Prototipe Perangkat Pemantauan Aktivitas Fisik Tubuh Nirkabel Berbasis Komputer. (*Skripsi*). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Rakhmadi, Indra dan Panggih B. 2013. Purwarupa Sistem Pemantau Getaran pada Bangunan Bertingkat Dua Menggunakan Sensor *Accelerometer* MMA7361. *Jurnal IJEIS*. Vol. 3. No. 2.
- Sunarko, Benny Kresno. 2010. Analisa Getaran Pada Mesin Sepeda Motor Berbasis Labview. (*Skripsi*). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Udianto, Ungguh., Panggih Basuki, dan Suparwoto. 2013. Purwarupa Sistem Pemantau Getaran Jembatan Menggunakan Sensor *Accelerometer*. *Jurnal IJEIS*. Vol. 3. No. 2.
- Wahyudi., Adhi S., Sasongko P.H., dan Wahyu W. 2009. Penentuan Faktor Kalibrasi *Accelerometer* MMA7260Q pada Ketiga Sumbu. *Jurnal Teknik Elektro*. Jilid 11. No. 1.
- Yulkifli., Hufri., dan M. Djamal. 2011. Desain Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis *Fluxgate*. *Jurnal J.Oto.Ktrl.Inst.* Vol. 3.