

## RANCANG BANGUN SISTEM ALARM GEMPA BUMI BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATmega 16 MENGGUNAKAN SENSOR PIEZOELEKTRIK

**Muhammad Nurul Rahman, Meqorry Yusfi**  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang  
Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163  
*e-mail : rhm\_01@yahoo.co.id*

### ABSTRAK

Telah dirancang sistem alarm gempa bumi berbasis mikrokontroler AVR Atmega 16 dengan menggunakan sensor piezoelektrik. Sistem terdiri dari otomatisasi yang berfungsi mengaktifkan Mp3 player untuk mengaktifkan alarm saat getaran terdeteksi. Alarm akan terus aktif selama getaran ada dan non aktif 5 menit setelah getaran tidak terdeteksi lagi. Pengujian alarm gempa dilakukan dengan menjatuhkan beban 100 g, 200 g dan 300 g. Jarak jatuh ke sensor dan ketinggian jatuh beban adalah 10 cm, 20 cm dan 30 cm. Acuan yang digunakan untuk menandakan terjadinya getaran gempa bumi adalah 2 MMI (*Modified Mercally Intensity*). Hasil pengujian sistem menunjukkan alarm aktif jika tegangan keluaran sensor  $\geq 1$  volt dan sensor masih cukup peka dalam mendeteksi getaran sampai jarak 200 cm untuk ketinggian jatuh beban 30 cm. Nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) antara jarak dan tegangan keluaran sensor dalam masing-masing percobaan adalah  $\geq 0,9$ . Alat ini mampu mendeteksi gempa dari 2 - 12MMI.

Kata-kunci: sistem alarm gempa, sensor piezoelektrik, MMI, mikrokontroler Atmega16

### ABSTRACT

*An earthquake alarm system based on AVR Atmega 16 microcontroller using vibrating piezoelectric sensor has been designed. This system consists of automatization to activate mp3 player and alarm when vibration is detected. Alarm will continue to active as long vibration is detected and will turn off 5 minutes after vibration is no longer detected. Simulation of an earthquake is conducted by dropping load of 100 g, 200 g, and 300 g. Distance of sensor position to load falling and height were 10 cm, 20 cm, and 30 cm. The reference that used to indicate that the vibration of earthquake happen is 2 MMI (Modified Mercally Intensity). The results show that alarm will be activated if output voltage  $\geq 1$  volt, and sensor is sensitive enough in detecting vibration until distance of 200 cm for load falling height of 30 cm. Value of correlation coefficient between distance and sensor output voltage for every test is higher than 0.9. This device can detect earthquake from 2 MMI to 12 MMI.*

*Keyword: Earthquake alarm system, piezoelectric sensor, MMI, microcontroller Atmega 16*

## I. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah getaran dalam bumi yang terjadi sebagai akibat dari terlepasnya energi yang terkumpul secara tiba-tiba dalam batuan yang mengalami deformasi (Noor, 2006). Indonesia termasuk dalam negara yang sering dilanda bencana gempa bumi. Berbagai usaha bisa dilakukan untuk meminimalisir dampak gempa bumi, seperti sosialisasi penyelamatan gempa, pembuatan bangunan tahan gempa dan perancangan alarm gempa bumi. Alarm gempa bumi sebaiknya ada di rumah dan kantor, sehingga dapat memberikan peringatan bila terjadi gempa dan menginstruksikan langkah-langkah yang harus dilakukan.

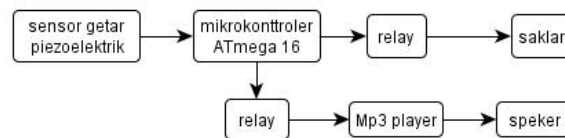
Alarm dapat dibuat untuk mendeteksi adanya gempa menggunakan sensor sebagai pendeteksi getaran. Novianta (2012) telah membuat alat untuk mendeteksi sinyal getaran dalam arah vertikal maupun arah horizontal menggunakan pegas yang terpasang di permukaan sensor piezoelektrik. Pengujian dilakukan dengan menjatuhkan suatu benda dengan beban yang tetap tetapi bervariasi pada jarak jatuh ke sensor. Pelaratan tersebut cukup peka dalam mendeteksi getaran dari jarak 10 cm sampai dengan 100 cm. Afriani (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan sensor efek Hall UGN3503 sebagai detektor gempa dengan keluaran berupa bunyi alarm yang dapat bekerja dengan baik. Musta'an (2011) melakukan penelitian menggunakan sensor posisi Faraday untuk pendeteksi dini gempa. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gempa dan memberikan peringatan alarm saat terjadi gempa. Sistem ini dapat berkerja dengan baik yang ditunjukkan dengan nilai linieritas rangkaian dalam mendeteksi sinyal

getaran sebesar  $=0,935$ . Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penulis merancang bangun alat pendeteksi gempa menggunakan sensor piezoelektrik yang dilengkapi dengan perekam suara untuk memberikan instruksi-instruksi penyelamatan dini. Perangkat yang digunakan untuk memberi intruksi-intruksi penyelamatan adalah Mp3 *player* mini. Perangkat ini digunakan karena memiliki ukuran yang kecil dan memiliki slot memori mikro sebagai media penyimpanan file perekaman suara.

**II. METODE**

**2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem Otomasi**

Prinsip kerja sistem alarm gempa bumi dirancang agar apabila terjadi getaran gempa maka audio akan diaktifkan. Audio akan terus aktif selama getaran ada dan non aktif 5 menit setelah getaran tidak terdeteksi lagi. Besarnya getaran ambang alat aktif diprogram berdasarkan data karakterisasi sensor. Saat getaran gempa bumi sudah mencapai batas yang telah ditentukan, mikrokontroller mengirimkan sinyal ke *relay* untuk mematikan kontak (*relay* berada pada kondisi *off*). Berdasarkan prinsip kerja tersebut, diagram blok sistem alarm gempa bumi dirancang seperti pada Gambar 1.

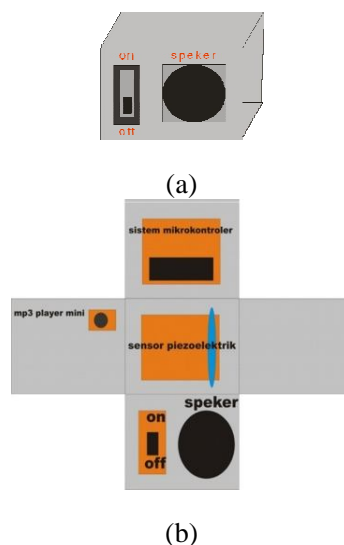


Gambar 1. Diagram blok rangkaian

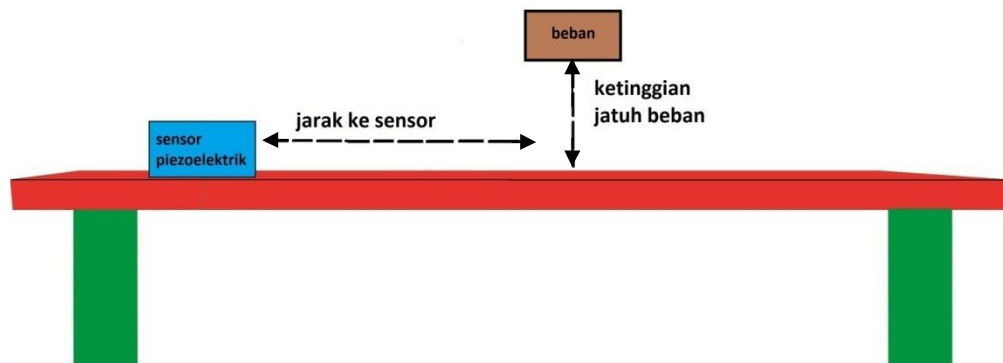
Pada Gambar 1 dapat dilihat sensor mendeteksi adanya getaran kemudian informasi dari sensor diolah pada mikrokontroler ATmega 16. Aktifnya *relay* diatur sesuai dengan pemrograman yang ditanamkan pada mikrokontroler ATmega16. Bila *relay* aktif maka saklar akan on dan Mp3 player akan aktif.

**2.2 Perancangan Bentuk Fisik Alat**

Bentuk fisik alat alarm gempa dapat dilihat pada Gambar 2. Alat ini dirancang agar mudah ditempatkan dipermukaan dinding atau dipermukaan lantai. Karakterisasi sensor piezoelektrik dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran terhadap variasi jarak, ketinggian dan massa beban. Pengujian ini dilakukan di atas papan kayu dengan ketebalan 1,5 cm dan panjang 210 cm. Sensor getar piezoelektrik diletakkan di ujung papan kayu. Skema pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Desain rancangan alarm gempa bumi  
(a)Tampak luar, (b) tampak dalam



Gambar 3 Skema pengujian sensor posisi dari sensor tidak mengalami penggeseran selama pengujian sensor.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Perancangan sistem alarm gempa dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengujian catu daya, karakterisasi sensor piezoelektrik, pengujian sistem minimum, pengujian program dan pengujian alat secara keseluruhan.

#### 3.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

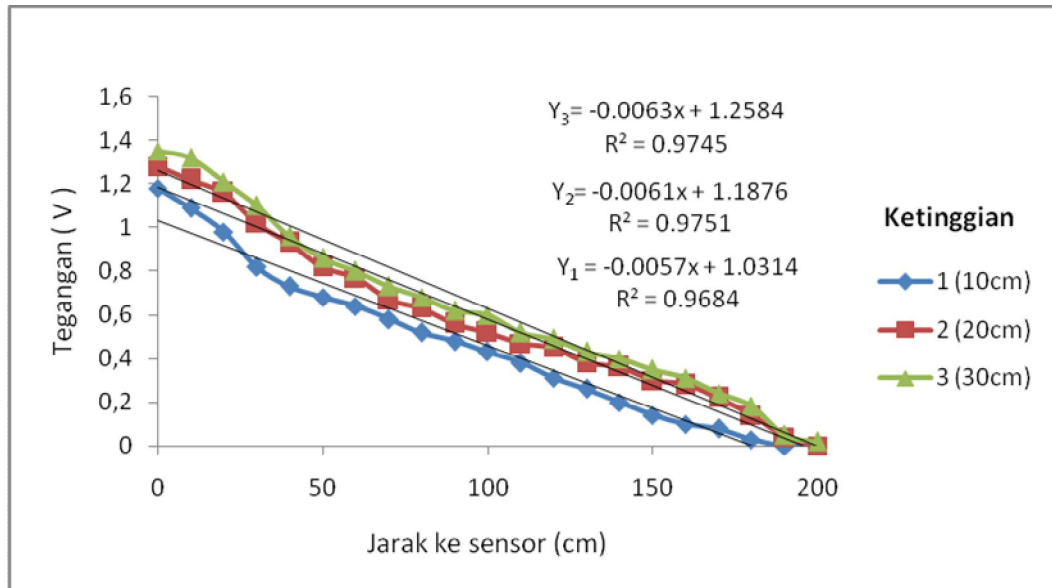
Catudaya digunakan sebagai sumber tegangan pada sistem alarm gempa. Nilai tegangan keluaran yang dibutuhkan dari catudaya sebesar 5V. Untuk mendapatkan nilai tersebut, maka digunakan IC regulator LM7805. Jenis IC LM78XX digunakan untuk mendapatkan tegangan yang stabil sebagai tegangan masukan pada mikrokontroler. Setelah catu daya dirangkai kemudian keluaran catudaya diuji beberapa kali dan hasilnya adalah seperti yang terlihat pada Tabel 1. Nilai tegangan keluaran dari catudaya sudah memenuhi dari nilai tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan mikrokontroler AVR Atmega 16 sebesar 4,5-5,5 V.

Tabel 1. Tegangan keluaran catudaya 5V

Pengujian Ke-	Tegangan Keluaran
1	4,89 V
2	4,89 V
3	4,89 V
4	4,89 V
5	4,89 V

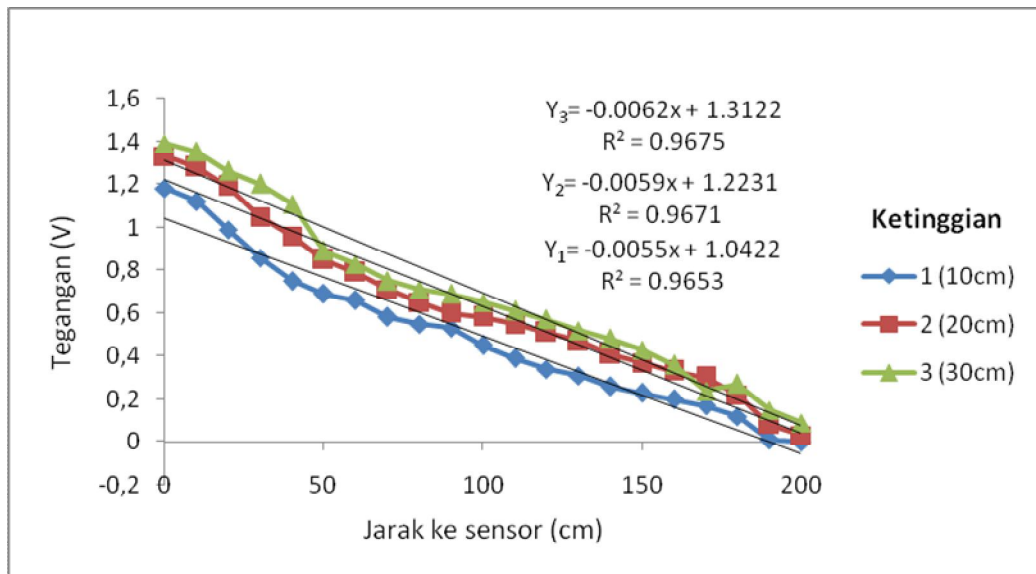
#### 3.2 Karakterisasi Sensor getar Piezoelektrik

Piezoelektrik dikarakterisasi dengan beban jatuh (100 g, 200 g dan 300g) dan ketinggian jatuh beban ( 10 cm, 20 cm dan 30 cm ). Grafik tegangan terhadap jarak ke sensor untuk setiap ketinggian ditampilkan pada Gambar 4 sampai 6. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa saat ketinggian jatuh bertambah maka tegangan keluaran sensor semakin besar dan saat jarak jatuh ke sensor semakin dekat maka tegangan keluaran sensor bertambah besar. Tegangan dan jarak ke sensor memiliki hubungan yang cukup linier untuk ketinggian dengan koefisien korelasi mendekati 1.



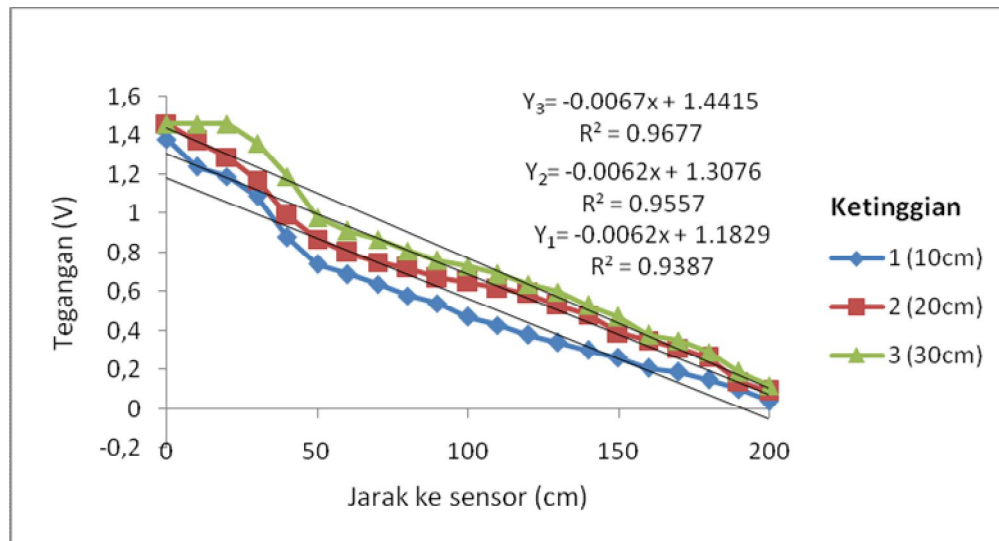
Gambar 4. Grafik tegangan sensor piezoelektrik terhadap jarak untuk tiga ketinggian dengan massa beban 100 g

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa saat ketinggian jatuh bertambah maka tegangan keluaran sensor semakin besar dan saat jarak jatuh ke sensor semakin dekat maka tegangan keluaran sensor bertambah besar. Tegangan dan jarak ke sensor memiliki hubungan yang cukup linier untuk ketinggian dengan koefisien korelasi mendekati 1.



Gambar 5. Grafik tegangan sensor piezoelektrik terhadap jarak untuk tiga ketinggian dengan massa beban 200 g

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa saat ketinggian jatuh bertambah maka tegangan keluaran sensor semakin besar dan saat jarak jatuh ke sensor semakin dekat maka tegangan keluaran sensor bertambah besar. Tegangan dan jarak ke sensor memiliki hubungan yang cukup linier untuk ketinggian dengan koefisien korelasi mendekati 1. Hasil uji sensor ini sudah baik karna sudah sesuai dengan prinsip Energi potensial ( $E_p$ ).



Gambar 6. Grafik tegangan sensor piezoelektrik terhadap jarak untuk tiga ketinggian dengan massa beban 300 g

Pada Gambar 4, 5 dan 6 dapat dilihat bahwa saat jarak 0 cm, nilai tegangan keluaran dari sensor piezoelektrik mencapai tegangan tertinggi yang lebih besar dari 1V. Pada suatu sistem minimum mikrokontroler agar suatu tegangan masukan pada mikrokontroler tersebut dapat dibaca *low* pada mikrokontroler, maka tegangan masukan dari sensor haruslah  $\leq 1V$ . Dapat dilihat keluaran dari sensor piezoelektrik sudah memenuhi tegangan *high* dan *low*. Berdasarkan hasil pengujian sensor lengkap dapat diketahui bahwa sistem rangkaian masih cukup peka dalam mendeteksi getaran dari jarak 0 cm sampai dengan 200 cm. Hal ini ditunjukkan dengan nilai linieritas rangkaian dalam mendeteksi sinyal getaran lebih besar dari 0,90.

### 3.3 Pengujian Program

Pengujian program dilakukan untuk melihat apakah program berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Tahap pertama pengujian adalah melihat pengaruh keluaran sensor terhadap sistem *relay*. Hasil pengujian menunjukkan, saat tegangan keluaran dari sensor bernilai *high* maka *relay* pemutar Mp3 diaktifkan dan sistem listrik dinonaktifkan. Kemudian saat tegangan keluaran dari sensor bernilai *low*, maka akan mematikan *relay* pemutar Mp3 dan mengaktifkan sistem *relay* listrik. Pengujian ini dilakukan dengan multimeter yang dihubungkan ke *ground* dan *port* tegangan keluaran pada sensor. Hasil tegangan keluaran dari sensor ke mikrokontroler yang dapat membuat *relay* aktif dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa tegangan keluaran dari sensor harus  $\geq 1$  volt untuk dapat mengaktifkan *relay*. Sedangkan untuk keluaran sensor yang  $\leq 1$  volt tidak dapat mengaktifkan *relay*.

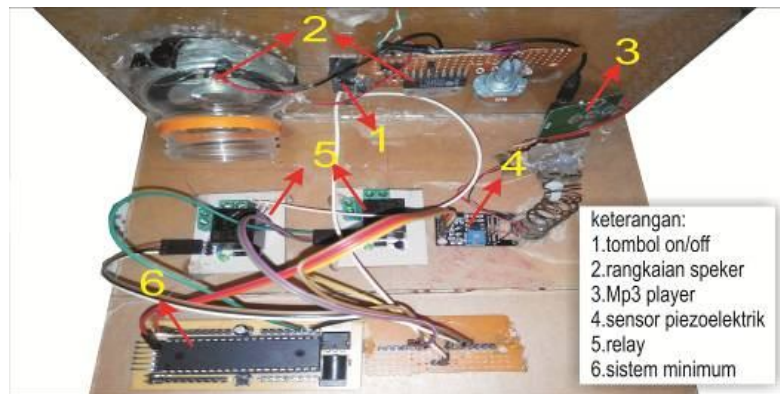
Tabel 2. Hasil pengujian pengaruh tegangan terhadap *relay*

No	Tegangan sensor (volt)	Kondisi relay
1	0,78	Tidak aktif
2	0,85	Tidak aktif
3	0,97	Tidak aktif
4	1,04	Aktif
5	1,15	Aktif

### 3.4 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian program keseluruhan dilakukan untuk melihat apakah alat secara keseluruhan sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Alat ini dirancang dengan efektifitas

penggunaan yang mudah dan praktis. Gambar alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 7. Bentuk alat berupa balok dengan dimensi panjang 20 cm, tinggi 10 cm dan lebar 20 cm. Terdapat sistem minimum, *relay*, speaker, sensor tombol on/off dan Mp3 player di dalamnya. Piezoelektrik diletakkan pada pegas supaya sensitif terhadap getaran gempa. Alat ini diprogram agar setiap terjadi gempa dapat mengaktifkan rekaman suara dan menonaktifkan listrik. Acuan supaya sebuah getaran sudah dianggap sebagai gempa adalah 2 MMI sudah dinyatakan getaran gempa. Nilai 2 MMI menyatakan bahwa apabila benda-benda ringan yang digantung bergoyang.

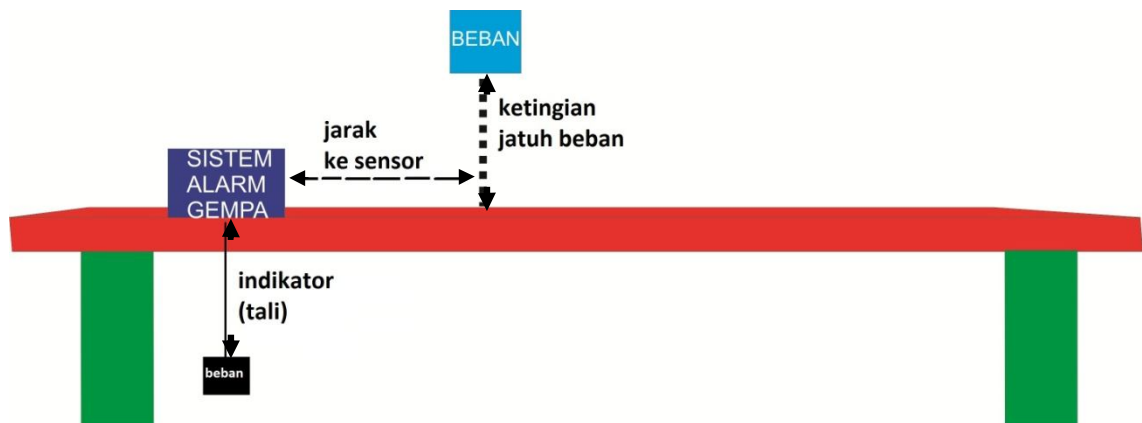


(a)



(b)

Gambar 7. Gambar alat secara keseluruhan  
 Tampak dalam, (b) Tampak luar



Gambar 8. Gambar pengujian alat

Skema pengujian alat yang dilakukan dapat pada Gambar 8. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan di atas papan kayu dengan ketebalan 1,5 cm, panjang 150 cm. Dalam pengujian alat secara keseluruhan ini digunakan bantuan sebuah beban dengan massa 100 g yang digantung dengan tali yang memiliki panjang 45 cm. Beban yang digantung tepat di bawah alat ini berguna sebagai media yang akan diamati apakah bergoyang atau tidak saat pengujian dilakukan. Massa beban dan ketinggian beban divariasikan. Lamanya *delay* alarm aktif dan listrik dimatikan selama 5 menit. Pengujian dilakukan dengan menjatuhkan beban dengan variasi massa (100 g, 200 g dan 300 g) dan variasi ketinggian jatuh beban (10 cm, 20 cm dan 30 cm). Hasil pengujian dan pengamatan dapat pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel 3. Pengujian alat terhadap ketinggian jatuh beban 10cm

No	Jarak (cm)	Massa Beban					
		100 g		200 g		300 g	
		kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali
1	30	Tidak aktif	Tidak bergoyang	Tidak aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang
2	20	Tidak aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
3	10	aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
4	0	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa relay aktif pada jarak 0 cm - 10 cm dari sensor dan tali terlihat bergoyang untuk jarak di atas 10 cm relay tidak aktif dan tali tidak terlihat bergoyang pada massa 100 g. Untuk massa beban 200 g, dan 300 g relay aktif dan tali terlihat bergoyang untuk jarak 20 dan 30 cm.

Tabel 4. Pengujian alat terhadap ketinggian jatuh beban 20 cm

No	Jarak (cm)	Massa Beban					
		100 g		200 g		300 g	
		kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali
1	40	Tidak aktif	Tidak bergoyang	Tidak aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang
2	30	Tidak aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
3	20	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
4	10	aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
5	0	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada massa beban 100 g, baru pada jarak ke alat 20 cm alarm aktif dan tali terlihat bergoyang. Untuk massa beban 200 g, pada jarak ke alat 30 cm baru alarm aktif dan tali tergoayang. Untuk massa beban 300 g, pada jarak ke alat 40 cm baru alarm aktif dan tali tergoayang.

Tabel 5. Pengujian alat terhadap ketinggian jatuh beban 30 cm

No	Jarak (cm)	Massa Beban					
		100 g		200 g		300 g	
		kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali	kondisi relay	keadaan tali
1	30	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
2	20	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
3	10	aktif	Tidak bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang
4	0	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang	aktif	bergoyang

Dari pada Tabel 3 sampai 5 dapat dilihat bahwa bila semakin berat massa maka akan semakin jauh jarak titik jatuh ke alat yang dapat dideteksi.

#### IV. KESIMPULAN

Rancang bangun sistem alarm gempa bumi berbasis mikrokontroler AVR Atmega 16 menggunakan sensor getar piezoelektrik yang meliputi 2 sistem yaitu otomatisasi pengaktifan yang Mp3 dan otomatisasi mematikan listrik berhasil dilakukan dan berjalan sesuai dengan

yang diinginkan. Hasil pengujian sistem sensor menunjukkan bahwa sensitivitas sensor sudah baik yang dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi rata-rata  $= 0,93$ . Mp3 player yang digunakan pada sistem pemutar audio mampu bekerja dengan baik dan arus akan mati bila tegangan  $\geq 1$  volt. Alat ini dapat aktif dari 2 MMI sampai 12 MMI. Pengujian dilakukan dengan variasi ketinggian jatuh 10, 20 dan 30 cm terhadap massa beban 100, 200 dan 300 g.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriani F., 2010, Design Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535, *Skripsi*, FMIPA, UNP.
- Musta'an M.K., 2011, Sensor Posisi Faraday Untuk Pendeteksi Dini Gempa Pada Gedung , *Skripsi*, F. Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- Noor, Djauhari, 2006. *Geologi Lingkungan*, Gaha Ilmu, Yogyakarta.
- Novianta M.A., 2012, *Sistem Deteksi Dini Gempa Dengan Piezo Elektrik Berbasis Mikrokontroler At89c51*, Simposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012, E-97, Jurusan Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.