

**ALAT PERINGATAN GEMPA BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8
DENGAN OUTPUT SUARA (SIRINE)**

Oleh :
Aji Setiawan, Rahmat Hidayat *)

ABSTRACT

The making of this earthquake detector aims to help us to identify an earthquake in a simple way through a sirine voice which it produces. In making this detector, springs, rubber PVC, iron pipe, aluminum pole, toa or speakers, batteries, modulo sound, and other necessary equipments are required. The working characteristic of this tool applies the principles of Hooke's law, vibration that occurs in a spring. Furthermore, it applies the principle of a closed electrical circuit. The next stage is the manufacturing of software that will be implanted into the ATmega8. After that, the earthquake detector is assembled. The final stage is the testing of the whole detector elements and the seismic scale calibration.

The performance testing toward the simple earthquake detector which produces voice output (siren) shows that this tool can detect seismic vibrations that is present in the soil by using a loaded spring work as an electronic switch. With sisine module, the detector will produce sound and light after the earthquake for 2 hours according to existing standards. After a calibration in a simulated earthquake of 4 richter scale, this detector can identify the earthquake with the frequency of 12 Hz.

Keywords: earthquake, Hooke's law, vibration

*) Pendidikan Teknologi Kejuruan/PascaSarjana UNY

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi. Kondisi geologis merupakan salah satu penyebabnya. Secara geologis, posisi Indonesia terletak pada dua barisan pegunungan mediteran dan sirkumpasifik. Dan juga Indonesia terletak pada lempeng litosfer, yaitu dimana lempeng India-Australia bertumbukan dengan lempeng Eurasia. Tempat pertemuan lempeng itu terus bergerak dan saling dorong-mendorong, dan ketika terjadi pelepasan di satu lokasi, maka yang lain akan menuju ke keseimbangan yang baru dan akan terus bergerak sehingga berpengaruh ke lempeng yang lain. Dengan letak geologis yang demikian, Indonesia merupakan kawasan yang memiliki potensi besar terjadinya gempa bumi.

Potensi terjadinya gempa bumi di Indonesia cukup besar. Hal ini menyebabkan beberapa wilayah Indonesia sering terjadi gempa bumi baik dalam skala besar ataupun kecil. Hal ini dikarenakan beberapa faktor. Faktor yang cukup dominan menyebabkan beberapa wilayah Indonesia sering terjadi gempa bumi, antara lain akibat aktifitas lempeng tektonik. Aktifitas itu adalah terjadinya tumbukan antara lempeng India-Australia dengan lempeng Eurasia. Selain itu, dipengaruhi juga oleh faktor banyaknya gunung-gunung berapi di Indonesia yang masih aktif.

Kawasan-kawasan yang rawan gempa bumi terletak di dekat batas-batas lempeng yaitu sepanjang pantai barat pulau Sumatra, di sepanjang pantai Selatan pulau Jawa, menerus hingga ke Nusa Tenggara dan Bali,

sebagian pulau Sulawesi, kepulauan Maluku, dan Papua. Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu kawasan Indonesia yang sangat rawan terjadi gempa. Hal ini disebabkan kawasan Yogyakarta dikelilingi oleh beberapa sumber gempa. Yaitu gempa tektonik laut, gempa tektonik darat dan juga gempa vulkanik akibat aktifnya gunung Merapi.

Pada tanggal 27 Mei 2006 adalah tanggal bersejarah bagi warga Yogyakarta. Gempa bumi 5,9 SR menggoncang seluruh wilayah Yogyakarta dan sekitarnya, yang berpusat di pantai selatan propinsi DIY kemudian merambat melalui patahan di sepanjang kali Opak, hingga menciptakan sebuah trauma yang sulit untuk dilupakan. Bahkan hingga terjadinya gempa bumi yang terakhir yaitu Sabtu, 21 Agustus 2010 di sore hari trauma masih terasa di masyarakat. Terlihat dari berhamburannya masyarakat yang berlari keluar rumah untuk menyelamatkan diri. Bahkan sampai-sampai tidak berani tidur di dalam rumah untuk sementara (terjadi di dusun Turi, Sidomulyo, Bambanglipuro, Bantul).

Gempa yang terjadi pada 27 Mei 2006 yaitu pagi hari sebelum orang-orang bangun untuk beraktifitas, ketika masyarakat masih dalam kondisi tidur, gempa bumi terjadi. Banyak bangunan roboh dan menimpa sebagian besar warga yang masih tidur. Sehingga terjadi banyak korban di sana. Untuk itu dibutuhkan suatu alat peringatan dini terjadinya gempa bumi. Karena dengan adanya alat tersebut, masyarakat di sekitar pusat gempa bumi bisa mengetahui lebih awal terjadinya gempa bumi.

Di era sekarang ini, sudah ada beberapa alat pendeteksi gempa bumi yang diciptakan oleh manusia termasuk pelajar dan mahasiswa. Namun, perlu disadari bahwa alat-alat tersebut dalam pembuatannya membutuhkan dana yang tidak sedikit bahkan terkadang membutuhkan waktu serta pengujian yang lama dan tidak semua orang bisa membuatnya karena memerlukan keahlian khusus. Dengan kata lain, pembuatannya cukup rumit. Oleh karena itu, diperlukan alat pendeteksi gempa bumi sederhana yang dapat dibuat oleh masyarakat secara mandiri dan dapat berfungsi secara efektif.

Alat Peringatan Gempa Sederhana Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Dengan Output Suara (Sirine) merupakan alat pendeteksi gempa bumi sederhana yang dibuat secara mandiri. Karena alat pendeteksi gempa bumi ini dibuat dari barang-barang sederhana yang tersedia di pasaran secara luas sehingga masyarakat dapat mendapatkannya dengan mudah. Dalam pembuatan alat ini cukup mudah karena alat ini menerapkan sistem rangkaian listrik tertutup. Artinya tidak menerapkan sistem rangkaian/instalasi listrik yang rumit.

Selain itu inti dari alat ini pun tidak sulit untuk dibuat dan dicari, karena hanya membutuhkan pegas yang bagus sehingga ketika terjadi getaran maka pegas itu akan bergerak dan menyalakan sakelar sirine yang telah diatur pada rangkainya listriknya. Dengan demikian, masyarakat dapat membuat alat pendeteksi dan peringatan gempa bumi ini dengan mandiri dan alat ini bisa menjadi alternatif.

1. Gempa Bumi

a. Pengertian Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kata gempa bumi juga digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut. Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Gempabumi>)

b. Tipe Gempa Bumi

1) Gempa Bumi Vulkanik

Gempa bumi ini terjadi akibat adanya aktivitas magma, yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus. Apabila keaktifannya semakin tinggi maka akan menyebabkan timbulnya ledakan yang juga akan menimbulkan terjadinya gempabumi. Gempa bumi tersebut hanya terasa di sekitar gunung api tersebut.

2) Gempa Bumi Tektonik

Gempa bumi ini disebabkan oleh adanya aktivitas tektonik, yaitu pergeseran lempeng lempeng tektonik secara mendadak yang mempunyai kekuatan dari yang sangat kecil hingga yang sangat besar. Gempabumi ini banyak menimbulkan kerusakan atau

bencana alam di bumi, getaran gempa bumi yang kuat mampu menjalar keseluruh bagian bumi.

2. Karakteristik *Early Earthquake Warning System*

a. Prinsip Rangkaian Listrik

Listrik merupakan ilmu yang mempelajari tentang muatan-muatan listrik. Berdasarkan keadaan muatannya, listrik dibagi kedalam dua cabang yaitu listrik dinamis dan listrik statis. Listrik dinamis adalah cabang dari studi listrik yang mempelajari tentang muatan-muatan listrik bergerak sehingga menyebabkan munculnya arus. Sedangkan listrik statis adalah cabang dari studi listrik yang mempelajari tentang muatan-muatan listrik yang diam (Marten, 2006:346-347). Berdasarkan uraian atau pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa munculnya arus listrik karena adanya muatan-muatan listrik yang bergerak.

Dalam pembuatan alat ini diterapkan rangkaian listrik tertutup. Artinya, rangkaian yang jalannya muatan listrik dari satu titik berkeliling dan akhirnya kembali ketitik tersebut (Marthen, 2006:347). Hal ini dikarenakan sebagai salah satu syarat agar arus listrik dapat mengalir sehingga dapat menghidupkan lampu dan alarm peringatan. Dalam rangkaian listrik ini, terdapat saklar otomatis yang akan menghubungkan rangkaian tersebut karena adanya

goncangan yang diakibatkan oleh gempa bumi. Dengan demikian, ketika saklar terhubung maka arus listrik dapat mengalir dan menghidupkan lampu serta membunyikan alarm peringatan.

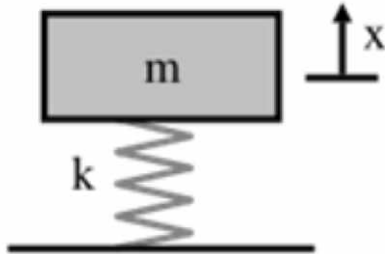
b. Prinsip Getaran/Hukum Hooke

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan. Kesetimbangan di sini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran mempunyai **amplitudo** (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama.

Jenis getaran yaitu getaran bebas terjadi bila sistem mekanis dimulai dengan gaya awal, lalu dibiarkan bergetar secara bebas. Getaran paksa terjadi bila gaya bolak-balik atau gerakan diterapkan pada sistem mekanis. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Getaran>)

Dalam pembuatan ini lebih focus membahas tentang getaran bebas. Karena system yang akan kami buat akan menggunakan pegas, dan pegas merupakan benda yang dapat bergetar secara bebas.

Kelanjutan dari system ini akan dibuat sebuah peringatan gempa bumi dini dengan sekala gempa bumi tertentu.



Gambar 1. Model massa-pegas sederhana

B. TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti adalah: (1) Mengetahui desain dari *Early Earthquake Warning System* sebagai alat pendeteksi gempa bumi dini sederhana dengan output suara (sirine). (2) Mengetahui cara kerja dari *Early Earthquake Warning System* sebagai alat pendeteksi gempa bumi dini sederhana dengan output suara (sirine). (3) Mengetahui unjuk kerja *Early Earthquake Warning System* sebagai alat pendeteksi gempa bumi dini sederhana dengan output suara (sirine).

C. METODE

1. Perancangan Desain Alat

Alat ini merupakan alat peringatan gempa bumi dini yang sederhana karena dibuat dari barang-barang yang cukup sederhana. Dalam pembuatannya membutuhkan pegas, karet paralon, pipa besi, tiang aluminium, toa atau speaker, Accu, modulo bunyi dan lain-lain. Karakteristik kerja dari alat ini adalah menerapkan prinsip hukum *Hooke*, getaran yang terjadi pada suatu pegas. Selain itu, menerapkan prinsip rangkaian listrik tertutup.

2. Pembuatan Alat

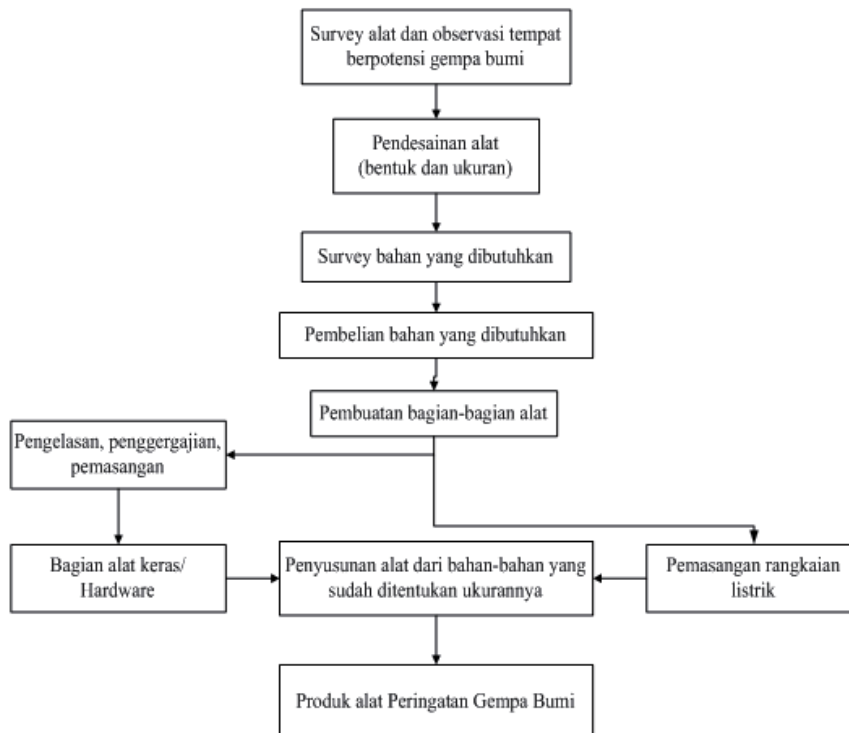
Dalam pembuatan alat ini diperlukan bahan yang tahan terhadap berbagai kondisi lembab karena alat ini akan di tempatkan di luar ruangan atau *out door*. Pembuatan alat ini dilakukan dalam beberapa tahap atau proses yaitu;

Metode pelaksanaan alat ini diperlukan dilakukan dalam beberapa tahap atau proses, antara lain:

a. Desain Perangkat Keras

Pembuatan rangkaian mikrokontroler ATmega8 melalui beberapa tahap yakni (1) desain layout PCB sistem minimum rangkaian ATmega8 dibantu menggunakan software Eagle 4.11, (2) memfotokopi xerox hasil desain layout PCB dengan menggunakan kertas glosi, (3) menyablon hasil fotokopi xerox layout PCB ke papan PCB dengan menggunakan setrika, (4) mencelupkan papan PCB ke dalam aquades dan melepaskan layout fotokopi xerox dari papan PCB, (5) melarutkan hasil sablonan menggunakan larutan Ferri Chlorid, (6) mengebor lubang untuk kaki-kaki komponen, dan (7) memasang komponen dan menyoldirnya.

Pembuatan Desain Sensor Deteksi Gempa meliputi (1) pemasangan aluminium foil pada sisi samping dan bawah pipa sebagai konduktor penghubung, (2) pemasangan pegas dan beban pada pipa, dan (3) penyolderan aluminium foil dan beban



Gambar . 2 Alur Pembuatan Alat

dengan kabel untuk konektor antarmuka ke mikrokontroler.

Pembuatan Desain Mekanika Alat meliputi (1) pemotongan/ penggergajian pipa besi sebagai tiang penyangga alat, (2) pengelasan pipa untuk tempat sirine dan toa dibagian atas tiang, serta di bagian bawah tiang sebagai kaki penyangga tiang, dan (3) pemasangan sirine dan toa beserta pengkabelannya dibagian atas tiang pipa besi yang telah dibuat.

b. Desain Perangkat Lunak

Perancangan dari tiap-tiap bagian yang ada dari perangkat lunak (*software*) meliputi :

- 1) Membuat program utama dari **alat deteksi gempa** berbasis ATmega8 menggunakan CodeVision AVR dengan bahasa pemrograman C.
- 2) Mensimulasikan program tersebut dengan konsep rangkaian menggunakan software Proteus.
- 3) Memasukan program ke dalam IC ATmega8 menggunakan software ISP Flash Programmer.

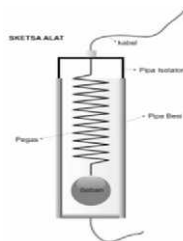
c. Penentuan Skala Kegempaan

Penentuan skala disini dimaksudkan untuk menguji tingkat skala kegempaan alat ini yang dapat dideteksi, Penentuan dari skala kegempaan ini antara lain meliputi:

- 1) Menjalankan alat dan menguji guncangan yang ada, dan dilihat hasil nilai frekuensi guncangan pada LCD
- 2) Menentukan tingkat skala guncangan yang ada dengan memasukkan nilai pada program utama yang telah dibuat menggunakan CodeVision AVR.
- 3) Memasukan hasil compile program yang telah ditentukan skala kegempaan program ke dalam IC ATmega8 menggunakan software ISP Flash Programmer.

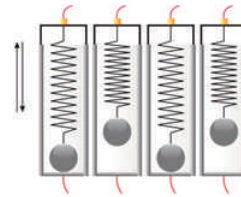
d. Gambaran Fisik Alat

Sebuah sistem sederhana dengan menggunakan teori hukum hooke. Pegas yang peka terhadap guncangan. Beban sebagai pemicu/ penyetabil getaran.



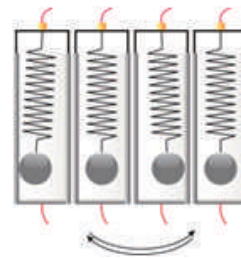
Gambar 3. Pendeteksi Gempa

Ketika terjadi guncangan dengan arah vertical maka beban akan bergerak naik turun. Kemudian menyentuh alas pipa besi sehingga mengakibatkan adanya hubungan arus listrik pada sirine. Sehingga sirine akan berbunyi.



Gambar 4 . Ketika terjadi guncangan vertikal

Ketika terjadi guncangan dengan arah horisontal, maka beban akan berayun dengan arah horizontal sesuai cepatnya getaran. Maka beban akan menyentuh dinding pipa besi/konduktor. Sehingga akan terjadi hubungan arus listrik pada sirine. Kemudian sirine akan berbunyi.



Gambar 5 . Ketika terjadi guncangan horisontal

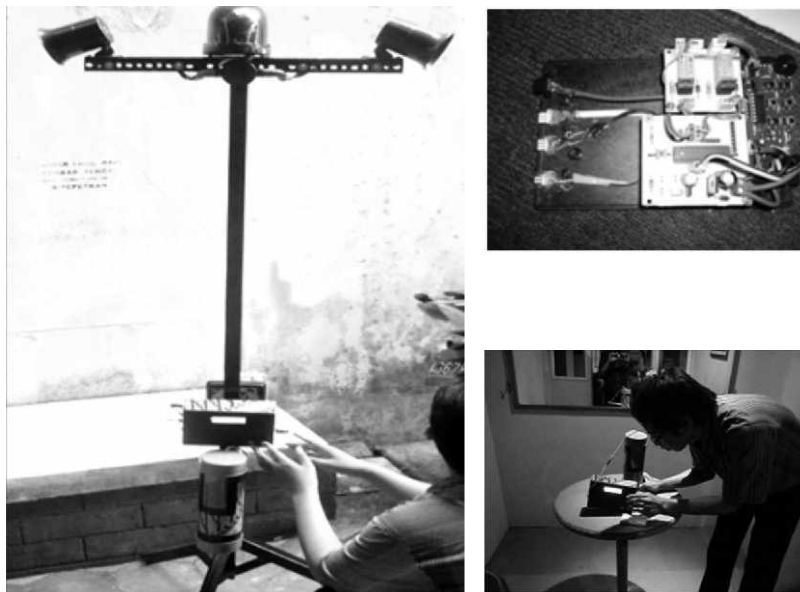
D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Coba

Uji coba dilakukan sebanyak 2 kali dengan mensimulasikan di taman pintar Yogyakarta. Dalam hal ini yang dilihat adalah status gempa, baterai, dan frekuensi saat kalibrasi dengan rumah simulasi gempa taman pintar.

Tabel 1. Hasil pengukuran frekuensi gempa skala minimal 4 richter.

No	Status Gempa	Baterai	Frekuensi
1	NORMAL	87 %	6
2	GEMPA	86 %	23
3	GEMPA	86 %	18



Gambar 6. Uji coba dan kalibrasi

2. Pembahasan

Bedasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada alat ini diperoleh kesimpulan bahwa rangkaian dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Pada hasil pengukuran beberapa bagian sistem terdapat beberapa perbedaan hasil pengukuran dari apa yang telah diperoleh dari teori ataupun *datasheet* komponen. Tetapi perbedaan tersebut tidak menyebabkan terganggunya kinerja alat. Perbedaan hasil tersebut terjadi dikarenakan ada

beberapa factor diantaranya nilai komponen yang tidak selalu tepat sesuai labelnya, toleransi nilai komponen dari pabrik, kesalahan pengukuran dan kondisi alat ukur yang tidak baik.

a. Analisis rangkaian catu daya

Penggunaan catu daya yang ada pada alat ini yaitu menggunakan baterai aki yang digunakan yaitu sebesar 12 Volt. Tegangan yang keluar kemudian akan searahkan dengan satu buah diode, agar jika terjadi kesalahan dalam pemasangan baterai,

maka tidak akan terjadi konslating secara langsung yang akan merusak alat. Kemudian dari diode penyearan akan dilewatkan kapasitor 1000 μ F/16V setelah itu dilewatkan dengan IC regulator 7805 sehingga terjadi penurunan tegangan menjadi 5 Volt DC. Tegangan sebesar 5 Volt inilah yang digunakan menjadi catudaya system yang ada di alat ini baik berupa driver *relay* sirine, mikrokontroler, dan sensor.

Ketika pada saat pembebanan terjadi pada relay yang akan mengaktifkan suara dan lampu sirine, maka akan terjadi tegangan yang *relative* turun. Penurunan nilai tegangan tersebut tidak mempengaruhi kinerja sistem. Hal-hal yang mempengaruhi penurunan nilai tegangan ini diantaranya adalah:

- 1) Adanya efek pembebanan
- 2) Adanya toleransi komponen
- 3) Kesalahan pengukuran

b. Analisis kecepatan pendeteksi getaran gempa pada sensor

Dari data pengukuran yang dideteksi alat, saat terjadi getaran akan menyala kondisi status gempa jika level getaran diatas 1 maka system ATmega8 yang sebelumnya telah terprogram akan mendeteksi interups data sensor yang terdeteksi kemudian akan mengeksekusinya. Eksekusi keadaan status normal menjadi gempa akan dicek dengan level frekuensi getaran sebesar diatas 12 dengan interval

waktu perdetik yang cukup diasumsikan status gempa minimal 4 richter.

c. Analisis pendeteksian status baterai.

Sistem pendeteksian baterai pada alat ini diperlukan suatu rangkaian pembagi tegangan, ini dikarenakan tegangan yang boleh masuk pada mikrokontroler adalah maksimal 5,5 Volt. Dengan tegangan aki sebesar 12 volt, maka diperlukan suatu rangkaian penurun tegangan yang nantinya pada program yang telah ditanamkan ke ATmega8 akan dikonversikan kembali kestatus tegangan baterai yang sesungguhnya dengan menggunakan suatu rumus berikut.

$$\text{Status baterai (\%)} = \frac{\text{read_adc}(2)}{10.24};$$

Keterangan:

read_adc(2) : adalah suatu perintah untuk membaca data adc. dengan nilai 2 adalah no port ADC yang akan dibaca yaitu Port ADC2.

10.24 : adalah nilai 10 bit ADC pada ATmega8 yaitu 1024, yang kemudian akan dibagi dengan angka 100 yang dimaksudkan agar nilai konversi akan sesuai.

d. Analisis program

Pembuatan program yang akan ditanamkan pada ATmega8 dibuat dengan bahasa pemrograman C yang dijalankan pada *software* CAVR ini dapat berjalan sesuai dengan yang algoritma yang telah dibuat. Program dapat menjalankan semua perintah sesuai dengan konsep algoritma yang ada yaitu secara *realtime* akan mendeteksi getaran-getaran yang timbul akibat gempa serta dapat mendeteksi kapasitas baterai aki yang ada pada catu daya alat ini.

CodeVisionAVR dengan pemrograman dengan bahasa C yang telah berhasil mendeteksi setiap getaran yang dihasilkan pada sistem sensor, tampilan pada LCD, dan *push button* sebagai tombol pengatur menu.

3. Unjuk kerja “Alat Peringatan Gempa Sederhana Dengan *Output* Suara (*Sirine*)” telah dapat mendeteksi getaran gempa yang ada didalam tanah dengan menggunakan kerja pegas berbeban sebagai saklar elektronik. Dengan modul sirine akan mengeluarkan output berupa suara dan lampu yang akan bekerja saat terjadi gempa selama 2 jam sesuai standar yang ada. Deteksi frekuensi getaran gempa yang ada setelah dilakukan kalibrasi di simulasi perumahan gempa Taman Pintar Yogyakarta dengan kekuatan gempa 4 skala richter.

E. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat Peringatan Gempa Sederhana Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Dengan *Output* Suara (*Sirine*) dapat dibangun dengan perangkat keras (*hardware*) sistem minimum ATmega8 sebagai *input/output*, maupun *timer*. satu buah *push button* yang digunakan sebagai tombol reset data. Mekanik sensor yang dirancang dengan system pegas berbeban sebagai saklar elektronik. System *driver* modul sirine menggunakan model relay SPDT, dan penggunaan catu daya dengan model aki yang dapat dideteksi status keadaan baterainya.
2. *Perangkat lunak (software)* yang digunakan dalam sistem ini adalah dibuat dengan menggunakan *compiler*

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002 : *DM74LS14 Hex Inverter with Schmitt Trigger Inputs*. Diakses dari www.fairchildsemi.com. Pada 25 maret 2008
- Anonim. 2009: Getaran. Diakses dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Getaran>. pada tanggal 25 Agustus 2009.
- Delta-Electronic, 2002: *Hand Out dan Struktur Memori* . Diakses dari www.delta-electronic.com. Pada 21 maret 2008.
- Halliday dan Risnick. 1998. *Fisika Jilid I (Terjemahan oleh Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, ITB)*. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2006. *Fisika SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Subagyo, Hari dan Agus Taranggoro. 2007. *Sains Fisika I SMA/MA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yayasan Total Sarana Edukasi. 2009. *Kamus Komputer dan Teknologi Informasi*. Diakses dari <http://www.total.or.id/info.php?kk=stand-alone>. Pada 22 April 2009.

BIODATA PENELITI

- | | |
|--------------------|--|
| a. Nama Lengkap | : Aji Setiawan, S.Pd. |
| b. Prodi/Jurusan | : Pendidikan Teknologi Kejuruan/PascaSarjana UNY |
| c. Lembaga | : Universitas Negeri Yogyakarta |
| d. Alamat Rumah | : Boto, Patalan, Jetis, Bantul, DIY |
| e. E-mail | : ajisetiawan.pasca@yahoo.co.id |
| f. No HP | : 08170438034 |
| g. Bidang Keahlian | : Teknik Elektronika |
| | |
| a. Nama Lengkap | : Rahmat Hidayat, S.Pd. |
| b. Prodi/Jurusan | : Pendidikan Teknologi Kejuruan/PascaSarjana UNY |
| c. Lembaga | : Universitas Negeri Yogyakarta |
| d. Alamat Rumah | : Karangmalang, Yogyakarta |
| e. E-mail | : hidayat19389@yahoo.co.id |
| f. No HP | : 085727437663 |
| g. Bidang Keahlian | : Teknik Elektronika |