

PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI GEMPA MENGGUNAKAN SENSOR GETAR

DESIGN OF EARTHQUAKE SENSOR SYSTEM USING VIBRACE SENSOR

Alif Ghifari¹, Muhammad Ary Murti², Ramdhan Nugraha³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹alifghifari230596@gmail.com ²ary.murti@gmail.com ³ramdhan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Wilayah Indonesia merupakan daerah rawan gempa dengan macam-macam gempa seperti gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Gempa tidak dapat di prediksi kejadiannya. Hal tersebut menyebabkan gempa dapat terjadi secara tiba-tiba pada daerah yang terkena dari dampak getaran gempa yang dirasakan. Banyak korban jiwa yang tidak dapat menyelamatkan diri karena terjebak disuatu tempat atau minimnya pemberitahuan akan informasi gempa yang terjadi pada lokasi tersebut. Dimana teknologi pendeteksi gempa masih menggunakan tenaga manusia atau tenaga konvensional sebagai operator. Hal yang penting dalam bencana gempa adalah kecepatan informasi yang diterima oleh masyarakat dari sistem pendeteksi gempa, mengingat bencana gempa terjadi dengan sangat cepat.

Pada Tugas Akhir kali ini akan dilakukan perancangan dan implementasi alat pendeteksi gempa bumi berbasis sensor getar. Dimana hasil pembacaan sensor dari alat akan dibandingkan dengan pembacaan dari skala MMI. Dimana getaran yang terjadi di sekitar area tersebut akan diteruskan ke jaringan satelit. Rancangan sistem ini tersusun atas sensor getar, sensor accelerometer dan mikrokontroler *Arduino Uno*. Sensor getar digunakan untuk mengetahui berapa besar getaran yang terjadi pada area di sekitar yang memiliki keluaran ADC dan diubah kedalam tegangan. Parameter dari pemantauan pergerakan atau getaran dimasukkan kedalam data perhitungan. Sistem ini akan menentukan jenis kekuatan gempa sesuai kekuatan yang dibaca oleh sensor 801S. Setelah dilakukan pengujian dan analisis didapatkan nilai akurasi dari sensor 801S diatas 90% dengan nilai error yang kecil. Selisih nilai sensor dengan Multimeter hampir mendekati.

Kata Kunci : sensor getar 801s, Skala Richter, Skala MMI, Gempa.

Abstract

Indonesian region is an earthquake-prone area with types of earthquakes such as tectonic earthquakes and volcanic earthquakes. The earthquake cannot be predicted. This causes an earthquake to occur suddenly in the area affected by the impact of the earthquake. Many victims who cannot save themselves because they are trapped in a place or lack of notification of the earthquake information. Where earthquake detection technology still uses human power as an operator. The most important thing in the earthquake disaster is the speed of information received by the community from the earthquake detection system, considering that the earthquake disaster occurred very quickly.

This Final Project will design and implement earthquake detection devices based on vibration and accelerometer sensors. Where the sensor readings from the device will be compared with readings from the scale of the MMI or the Richter Scale. Where the vibrations that occur around the area will be forwarded to the satellite network. The design of this system is composed of vibration sensors, accelerometer sensors and Arduino Uno microcontrollers. Vibration sensor is used to find out how much vibration occurs in the area around which has an ADC output and is converted into voltage.

Parameters of monitoring the movement / vibration are included in the calculation data. This system will determine the type of earthquake strength according to the power read by the 801S sensor. After testing and analysis, the accuracy value of the 801S sensor is above 90% with a small error value. The difference in the value of the sensor with the Multimeter is almost close.

Keywords: *Vibration sensor 801S, Richter scale, MMI scale, Earthquake.*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi semakin pesat membuat banyak pihak berkompetisi untuk mengembangkan teknologi yang berguna untuk kehidupan manusia saat ini dan mendatang. Indonesia merupakan dengan beragam pulau yang membentang dari Sabang sampai Merauke dan memiliki ribuan pulau. Indonesia juga terletak di tiga lempeng aktif di dunia yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia. Hal tersebut menyebabkan Indonesia adalah negara yang rawan akan keadaan seismik.

Berdasarkan jenis-jenis gempa dilihat dari proses terjadinya. Gempa vulkanik, gempa tektonik, gempa buatan, dan gempa runtuh. Semua jenis gempa tersebut menimbulkan getaran yang dapat dirasakan manusia. Bencana gempabumi tidak dapat diramalkan waktu kejadiannya. Hal ini disebabkan gempa dapat terjadi secara tiba-tiba pada zona gempabumi. Banyak korban jiwa yang tidak bisa menyelamatkan diri dikarenakan terjebak di suatu tempat karena minimnya sarana pemberitahuan akan informasi datangnya gempa.

Teknologi pendeteksi gempa yang ada di Indonesia masih mengandalkan tenaga manusia sebagai operator dan ditemukan berbagai kendala dalam pengumpulan data dari gempa yang terjadi. Hal yang penting untuk dikembangkan adalah kecepatan pengiriman informasi dari sistem pendeteksi gempa, mengingat bencana gempabumi sering terjadi di Indonesia dan terjadi dalam waktu yang sangat cepat.

Dengan adanya proyek ini, diharapkan dapat warga disekitar wilayah bencana dapat mengevakuasi. Dalam sistem pemantauan gempa bumi diperlukan sensor yang memiliki respon yang cepat serta memiliki kemudahan dalam proses instalasi. Sensor getar ini memiliki elemen keunggulan diatas, sehingga proses instalasi sensor mudah, dan dapat diaplikasikan pada suatu tempat yang rawan akan gempabumi.

2. Dasar Teori

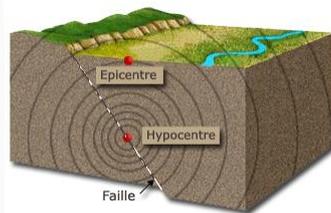
Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan suatu energi di dalam bumi yang terjadi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi[1]. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng tektonik maupun lempeng vulkanik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi.

2.1. Tipe Gempa Bumi

Terdapat dua tipe gempa bumi yang ada di dunia yaitu gempa tektonik dan gempa vulkanik. Gempa Vulkanik merupakan jenis gempa yang disebabkan oleh aktivitas magma yang ada di perut bumi. Biasanya sebelum gunung berapi meletus terdapat getaran gempa yang dirasakan di sekitaran kawasan gunung berapi. Getaran tersebut yang dimaksud dengan Gempa Vulkanik. Sedangkan Gempa Tektonik adalah pergeseran pada lapisan lempeng baik di permukaan atau di dalam perut bumi. Berdasarkan lokasi pergeseran lempeng bumi ada yang didarat menyebabkan gempa bumi dan ada yang dilaut menyebabkan tsunami[3]. Adapula parameter dari gempa bumi yaitu :

2.2. Episentrum

Episentrum (*epicenter*) merupakan hasil proyeksi dari hiposenter ke permukaan bumi, atau dapat disebut juga sebagai titik di permukaan bumi yang didapat dengan tarik garis melalui focus tegak lurus pada permukaan bumi. Tempat di permukaan bumi yang letaknya berdekatan dengan hipocentrum. Pada daerah ini umumnya merupakan wilayah yang paling besar merasakan getaran dari gempa bumi. Daerah sekitar epicentrum akan mengalami kerusakan hebat dari gempabumi yang dirasakan yang biasa disebut makroseisme.



Gambar 2-1. Lokasi dari Episentrum dan Hiposentrum[1]

2.3. Hiposentrum

Hiposentrum (*hypocentre*) adalah pusat gempabumi, yaitu tempat terjadinya perubahan lapisan batuan atau dislokasi di dalam bumi sehingga menimbulkan gempabumi[3]. Jenis-jenis gempabumi berdasarkan kedalaman hipocentrumnya, yaitu :

1. Gempa bumi jenis dangkal (normal), dengan pusat < 70km.
2. Gempa bumi sedang (intermediet), dengan pusat gempa 70 – 300 km.
3. Gempa bumi dalam , dengan pusat gempa > 300 km.

2.4. Jenis Getaran gempa

Dilihat dari jenis getarnya terjadinya suatu gempa dapat di amati oleh gejala yang ada di hiposentrum yang merambat ke permukaan bumi dengan dua macam gelombang, yaitu :

1. Gelombang Primer (Longitudinal), dengan kecepatan rambat 7.5 – 14 km/detik. Gerakannya searah dengan sumber getaran[2].
2. Gelombang Sekunder (transversal) dengan kecepatan rambat 3.5 – 7 km/detik. Gerakannya tegak lurus terhadap sumber getaran dan bersifat merusak[2].

2.5. Sensor

Merupakan transduser yang berfungsi untuk menolah variasi dari suatu nilai berupa cahaya, gerak atau panas menjadi tegangan serta arus listrik. Transduser sendiri memiliki arti yaitu mengubah. Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan mengubah suatu energi kedalam bentuk energi yang lain. Energi yang diolah bertujuan

untuk menunjang dari pada kinerja piranti yang menggunakan sensor itu sendiri. Sensor sendiri digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Dalam tugas akhir ini sensor yang digunakan ialah sensor getar 801S.

2.6. Sensor getar

Sensor getar adalah suatu alat yang mempunyai fungsi untuk mendeteksi getaran dan akan diubah kedalam sinyal listrik. Sensor getar 801S memiliki sensitivitas yang sangat tinggi terhadap getaran yang ada. Sensor getar 801S mempunyai 2 jenis output yaitu, output analog dan juga output digital. Sensitivitas pada output digital dapat di atur dengan potensiometer yang ada pada sensor. Sensor ini dapat membaca suatu nilai output analog berupa ADC untuk mendapatkan nilai dari suatu kondisi getaran yang terjadi di sekitar. Untuk mengetahui bentuk fisik dari sensor getar 801S dapat di lihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2 Sensor getar 801S

2.7. Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller.

Pada penelitian ini digunakan arduino uno. Arduino uno adalah piranti mikrokontroler menggunakan Atmega328, merupakan penerus Arduino Duemilanove. Arduino Uno memiliki 14 pin input/output digital (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset [5].

3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Sistem

Berikut merupakan desain sistem dari rancang bangun alat:

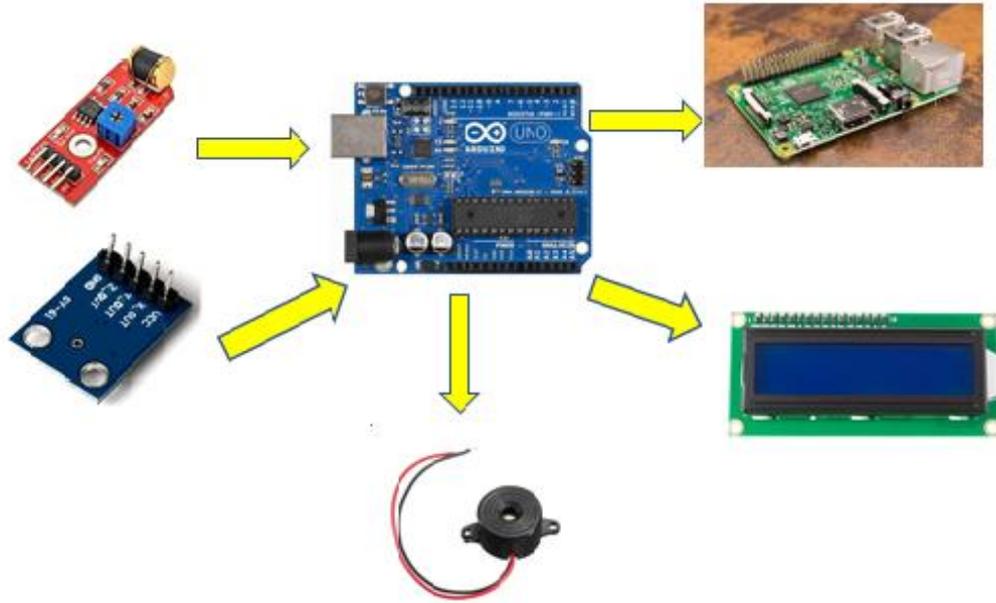


Gambar 3-1. Desain Sistem

Dapat dilihat dari gambar III-1 , bahwa input dari pembacaan sensor adalah getaran gempa yang di deteksi oleh sensor getar. Setelah sensor getar mendeteksi adanya getaran dilanjutkan dengan sensor accelerometer untuk mengukur besaran getaran apakah getaran yang didapat termasuk dalam kategori gempa atau tidak dan akan diteruskan ke mikrokontroler. Mikrokontroler sebagai pusat utama untuk mengatur sistem. Setelah dari mikrokontroler data akan dikeluarkan ke indikator berupa Buzzer dan LCD. Apabila terdapat getaran berupa gempa maka buzzer akan berbunyi dan LCD akan memberi tahu bahwa akan terjadi gempa.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan untuk implementasi sistem pendeteksi getaran ini maka dirancang suatu sitem perangkat keras. Percangan perangkat keras ditunjukkan pada gambar 3-2 dibawah ini.



Gambar 3-2. Gambar desain Perangkat Keras

3.3. Spesifikasi Komponen

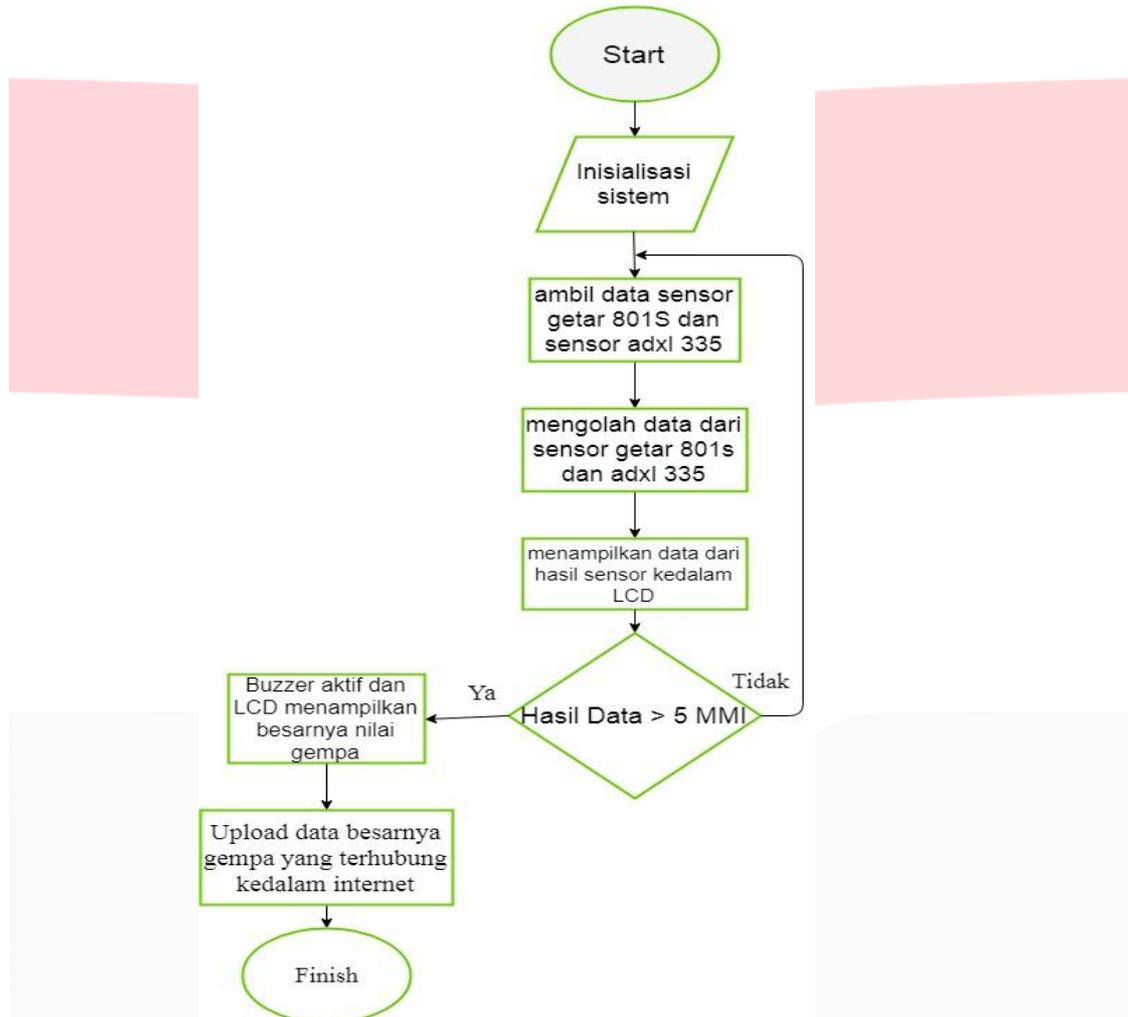
Berikut merupakan tabel mengenai spesifikasi komponen yang digunakan pada rancang bangun sistem pemotongan otomatis:

Table 2-1. Spesifikasi Komponen

No	Nama	Spesifikasi	Jumlah
1	Adxl 335 accelerometer	Teg 1.8v-3.6v	1
2	Sensor getar 801s	DC 5 V, chip LM393,801s	1
3	Arduino	Arduino Uno, operating voltage 5V, atmega328, clock speed 16 MHz.	1
4	Buzzer		1
5	LCD		1

3.4. Perancangan Perangkat Lunak

Berikut merupakan desain perangkat lunak dari alat pada penelitian ini:



Gambar 3-3. Gambar desain Perangkat lunak

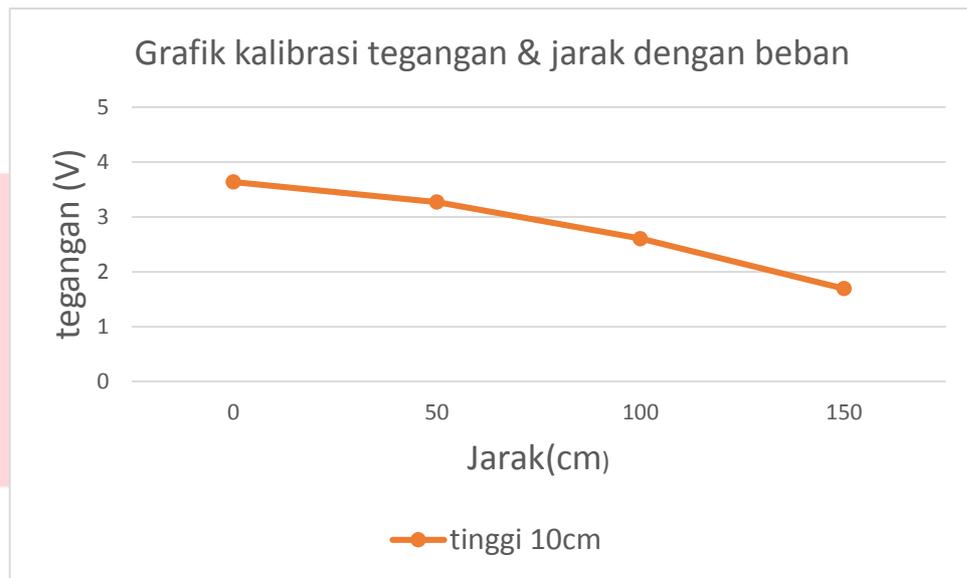
4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian sensor getar

Berdasarkan pengujian sensor yang telah dilakukan dengan pengujian beban jatuh 100 g dengan ketinggian jatuh beban 10 cm hasilnya berupa semakin tinggi beban yang diberikan dan semakin tinggi jatuh bebannya, semakin besar pula hasil dari pembacaan sensor getar 801S.



Gambar 4-1. Skema pengujian sensor dengan jarak dan ketinggian.



Gambar 4-2. Grafik kalibrasi tegangan dan jarak.

Pada gambar IV-2 dapat dilihat bahwa apabila semakin dekat antara beban yang jatuh dengan letak sensor maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Begitu pula sebaliknya, apabila semakin jauh jatuh beban terhadap sensor maka semakin kecil tegangan yang dihasilkan nilai pembacaan sensor getar 801S.

4.2 Pengujian Sensor dengan skala MMI

Pada pengujian sensor dengan skala MMI dengan di ambil percobaan sebanyak 5 kali. Dimulai dari skala 1 MMI sampai dengan 12 MMI. Dilakukan di meja yang berukuran 230 cm dengan ketebalan 1 cm dan lebar 15 cm. Jarak pengujian dimulai dari 220 cm untuk skala MMI 1 dan 0 cm untuk skala pembacaan MMI 1. Nilai yang dihasilkan berupa tegangan ADC dan Nilai Tegangan yang terbaca oleh sensor. Dimana adanya proses inisialisasi getaran sampai dititik puncak, lalu turun secara perlahan sampai getaran menghilang. Proses pencatatan yang dilakukan hanya menuliskan nilai tertinggi[8]. Pada proses pengambilan data ini tidak dapat dikonversi hasil pembacaan skala MMI ke Skala Richter dari sensor getar 801S .

Tabel IV-1. Rata-rata perhitungan skala MMI

Skala MMI	Nilai ADC	Nilai Tegangan (V)
1	11	0.07
2	34	0.17
3	97	0.48
4	228	1.11
5	438	2.19
6	546	2.68
7	626	3.06
8	730	3.57
9	806	3.94

10	926	4.53
11	1002	4.90
12	1022	4.97

4.3 Pengujian alat keseluruhan

Pengujian program secara keseluruhan dilakukan untuk melihat apakah alat secara keseluruhan sudah berjalan sesuai dengan yang di inginkan atau tidak. Alat ini dirancang dengan efektifitas penggunaan yang mudah dan praktis.

Gambar alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar IV-4.

Alat Uji :

1. Power Bank
2. LCD 16 x 2
3. Arduino Uno
4. Sensor Getar 801s
5. Kabel jumper
6. Buzzer
7. Sensor acceerometer adxl 335

Cara pengujian :

Sistem yang di uji kali ini dilakukan dengan menabrakan beban sebesar 1kg, 2kg, 3kg ke dalam sebuah box dengan ukuran (30 x 30 x 60 cm) dengan jarak beban yang di tabrak ke box kayu dengan jarak sebesar 0 cm , 15 cm , dan 25 cm. Dapat dilihat hasilnya apakah buzzer dan tampilan LCD dari pembacaan terhadap skala MMI. Hasil dari pengujian sensor gabungan dapat dilihat di tabel IV-15 sampai IV- dan dapat dibandingkan dengan tabel IV-20 untuk pembacaan skala MMI yang nantinya perbandingan skala MMI yang dibaca oleh sensor getar akan dibandingkan dan digabungkan dengan pembacaan Skala Richter yang dibaca oleh sensor Accelerometer adxl 335.

Tabel IV-2. Perbandingan SR dengan skala MMI

Tabel kondisi				
No	Magnitude(SR)	Deskripsi	Skala MMI	efek gempa bumi
1	Dibawah 2	<i>Micro</i>	I	tidak terasa
2	2.0-2.9 SR	<i>Minor</i>	I-II	tidak terasa,direkam alat
3	3.0-3.9 SR	<i>Minor</i>	III-IV	sering Sering terasa, tetapi tidak merusak bangunan
4	4.0-4.9 SR	Ringan	IV-V	Terasa sekali getarannya di dalam ruangan
5	5.0-5.9 SR	Sedang	VI-VII	Menyebabkan kerusakan pada bangunan yang lemah.
6	6.0-6.9 SR	Kuat	VIII-X	Menyebabkan kerusakan dalam range area 160 Km.
7	7.0-7.9 SR	<i>Major</i>	X Atau lebih besar	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada area yang luas.
8	8.0-8.9 SR	<i>Great</i>	X Atau lebih besar	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius dalam radius seratus kilometer wilayah gempa
9	9.0-9.9 SR	<i>Great</i>	X Atau lebih besar	Menyebabkan kehancuran dalam radius ribuan kilometer.

Dapat dilihat dari perbandingan tabel pengujian alat dengan tabel IV-5. Diketahui hasil dari pembacaan kedua sensor tersebut dapat membedakan suatu nilai getaran, apabila semakin jauh posisi dari alatnya maka akan berpengaruh terhadap kekuatan gempa yang di kenainya. Dari pengujian diatas dapat diambil kesimpulan jika adanya suatu tabrakan atau tumbukan dan terjadi sebuah getaran, getaran tersebut belum tentu getaran tersebut termasuk kedalam gempa.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pendeteksi gempa dapat berjalan sesuai dengan fungsi dengan percobaan serta perancangan sistem dan dapat memberikan peringatan dini ketika gempa berlangsung.
2. Akurasi dari pengujian sensor 801S sudah sangat baik. Terbukti dengan hasil akurasi diatas 90% serta nilai error yang sangat kecil.
3. Nilai yang terdapat pada sensor accelerometer berupa skala SR dapat menjadi acuan dari sensor getar 801S untuk menentukan besarnya gempa dengan pembacaan skala MMI.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Sebaiknya sensor getar memakai jenis sensor yang lain untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat.
2. Sebaiknya sensor getar menggunakan rekayasa mekanik agar getaran dari sumber getaran terasa kedalam pembacaan nilai sensor yang akurat.
3. Sebaiknya untuk mencari hasil besaran dari skala richter atau MMI berasal dari pembacaan grafik sensor seismometer dari BMKG
4. Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam penentuan besar dari gempa dan letak terjadinya gempa, disarankan jumlah percobaan lebih dari 1 buah node.

Daftar Pustaka

- [1] Muhammad Andang Novianta, "SISTEM DETEKSI DINI GEMPA DENGAN PIEZO ELEKTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51" , 2012
- [2] Deni Almanda, Erwin Dermawan, "ANALISIS DESAIN OPTIMUM MODEL PIEZOELEKTRIK PVDF UNTUK SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK AIR HUJAN BERSKALA MINI" , 2015
- [3] Muhammad Nurul Rahman , Meqorry Yusfi , "RANCANGAN BANGUN SISTEM ALARM GEMPA BUMI BERBASIS MIKROKONTROLLER AVR ATmega 16 MENGGUNAKAN SENSOR PIEZOELEKTRIK" , 2015
- [4] Syahan Mehrazarin, Bin Tang, Ken Leyba, dkk , "A Macbook Based Earthquake Early Warning System" , 2016
- [5] Andyansah Mulia, " MONITORING PENGUKURAN GETARAN GEMPA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER 8535" , 2015
- [6] Budi Setiyono, Iwan Setiawan, Tri Bagus Susilo, "Hasil Uji Kalibrasi Sensor Accelerometer ADXL 335" , 2009
- [7] Muhamat Saifudin, Lilik Anifah, "RANCANG BANGUN SISTEM WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK SENSOR GETARAN BERBASIS ARDUINO" , 2017
- [8] R.Deni Rahman, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SENSOR GETAR PENDETEKSI GETARA PADA SEISMOMETER PORTABLE" , 2011
- [9] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2016). "Skala Intensitas Gempabumi BMKG".