

Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis *Internet Of Things (Iot)*

Budi Usman¹⁾, Bernadhita H.S.U²⁾

^{1,2)} Program Studi Sistem Informasi, STMIK Pringsewu, Lampung
Jln. Wismarini No.09 Pringsewu, Lampung telp/fax (0729) 2240
budiusmanto@gmail.com, bernadhitaherindri@yahoo.com

Abstrak

Gempa bumi adalah adalah getaran atau getar getar yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa Bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak Bumi (lempeng Bumi). Frekuensi suatu wilayah, mengacu pada jenis dan ukuran gempa Bumi yang di alami selama periode waktu. Seiring dengan berkembangnya teknologi sistem pendeteksi gempa dini memberikan solusi untuk meminimalisir dampak dari peristiwa gempa bumi. Sensor accelerometer bisa digunakan untuk mengukur besaran amplitudo dari suatu getaran akibat gempa bumi yaitu dengan memasukkan sensor tersebut ke dalam suatu bola bandul, sehingga pergerakan pada setiap sisinya dapat diukur. Perubahan posisi tersebut selanjutnya diubah ke sinyal ADC yang kemudian dikonversi ke nilai amplitudo.

Bencana seperti gempa bumi selalu menimbulkan kerugian baik berupa materi, psikologi juga bisa menyebabkan terjadinya korban jiwa. Untuk menghindari terjadinya kerugian yang lebih besar diperlukan suatu upaya peringatan dini bencana dan sistem informasi untuk memberikan peluang melakukan penyelamatan diri sehingga kerugian bisa di minimalisasi. Semua bencana alam itu sulit diprediksi kapan terjadi walau kadang ada campur tangan dan akibat dari tangan manusia.

Sistem pendeteksi dan peringatan dini bencana-bencana alam yang terjadi di Indonesia berbasis Internet of Things dengan sensor accelerometer diharapkan dapat memberikan solusi dalam memberikan tindakan secara cepat dalam upaya penanggulangan bencana alam, khususnya gempa bumi sehingga dapat dilakukan upaya tindakan dan penanggulangan resiko akibat bencana alam secara cepat dan akurat.

Kata Kunci: *Pendeteksi Gempa, Accelerometer, Internet of Things (IoT).*

1. Pendahuluan

Indonesia terletak pada pertemuan lempeng tektonik aktif, jalur pegunungan aktif, dan kawasan beriklim tropik, sehingga menjadikan sebagian besar wilayahnya rawan terhadap bencana alam. Jumlah korban bencana tergolong sangat tinggi dibandingkan dengan negara-negara lain. Data terakhir menunjukkan adanya peningkatan, baik dalam hal jenis bencana, jumlah kerugian, dan jumlah korban jiwa. Karenanya, Indonesia dapat digolongkan sebagai daerah rentan bencana. Untuk itulah, penting bagi masyarakat Indonesia agar dapat melakukan tindakan pencegahan atau pengurangan risiko bencana.

Gempa bumi merupakan suatu fenomena alam yang salah satunya terjadi akibat pergeseran lempeng pada permukaan bumi, gempa bumi bersifat destruktif, sehingga pada setiap kejadiannya hampir selalu memberi kerugian materiil maupun imateriil.

Hal ini menjadi penting untuk dikembangkan, mengingat sebelumnya dari alat seismograf. Seismograf memiliki kelemahan yaitu jika getaran yang terlalu kuat membuat seismograf tidak mampu membuat catatan, karena tangkai alat pencatat bisa mengalami kerusakan. Pada proyek akhir ini sistem pemantauan gempa bumi menggunakan modul sensor accelerometer. Pada teknologi deteksi getaran gempa yang masih konvensional, sering ditemui kendala dalam pengumpulan data dari gempa bumi, serta adanya ketergantungan pada tenaga manusia dalam mengoperasikan alat konvensional tersebut. Salah satu masalah yang dihadapi di antaranya adalah mengetahui lebih awal akan terjadinya getaran gempa. Dengan adanya alat ini, dapat mempermudah dalam pengukuran data, serta memberikan suatu sistem deteksi getar gempa yang lebih efektif.

Dalam sistem pemantauan gempa bumi diperlukan suatu sistem sensor yang memiliki persebaran tinggi, dan memiliki kemudahan dalam proses instalasi. Sensor accelerometer ini memiliki elemen keunggulan diatas, sehingga proses instalasi sensor mudah, dan dapat diaplikasikan pada suatu daerah rawan terjadigempa bumi.

Untuk penerapan sistem peringatan dini bencana alam diperlukan teknologi yang sesuai. Salah satu teknologi yang sering dipakai dalam pembuatan sistem berbasis teknologi terbaru adalah system informasi peringatan bencana berbasis *Internet of Thing (IoT)* yang memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa bekerja otomatis, bekerja *realtime* 24 jam, yang nantinya data-data yang masuk dapat digunakan untukantisipasi bencana di daerah-daerah lainnya dan juga bisa diintegrasikan dengan alat input output untuk dilakukan tindakan secara otomatis, sehingga penanganan maupun pninggulangan bencana dapat diantisipasi secepat mungkin.

Gempa bumi sulit diprediksi kapan terjadi. untuk itu perlu suatu alat untuk memonitoring kejadian gempa apalagi biasanya gempa sering berulang dan kerena sulit diprediksi kapan terjadi maka alangkah baiknya ada alat yang dapat memantau atau memonitoring secara *real time*.

Berdasarkan latar belakang di atas, dengan membuat *rancang bangun alat pengukur gempa berbasis Internet of Things (IoT)*, diharapkan dapat memberikan solusi dalam memberikan tindakan secara cepat dan akurat yang nantinya juga dapat diintegrasikan dengan sistem lainnya seperti konsep *smart city* sebagai *input-an* sistem tersebut untuk dilakukan penanganan maupun tindakan lebih lanjut, sehingga resiko kerugian dapat ditekan seminimal mungkin

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis merumuskan permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun pendeteksi getaran gempa dengan sensor *acceleremoter*
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor getaran gempa dengan mikrokontroler arduino dan meneruskannya ke internet secara *realtime*.

Tujuan penelitian secara umum adalah untuk menemukan gambaran secara deskriptif tentang perancangan infrastruktur yang perlu dibangun untuk merancang suatu alat berupa system pendeteksi dan peringatan dini bencana alam di Indonesia berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Tujuan dari penelitian ini secara khusus, yaitu:

1. Untuk membuat perancangan dan implementasi pemanfaatan teknologi sistem pendeteksi dan peringatan dini bencana gempa secara *realtime* di Indonesia.
2. Sebagai sarana informasi yang datanya dapat diakses melalui akses internet secara *real time*
3. Sebagai upaya terobosan teknologi baru dalam upaya penanggulangan bencana gempa bumi secara cepat dan akurat.

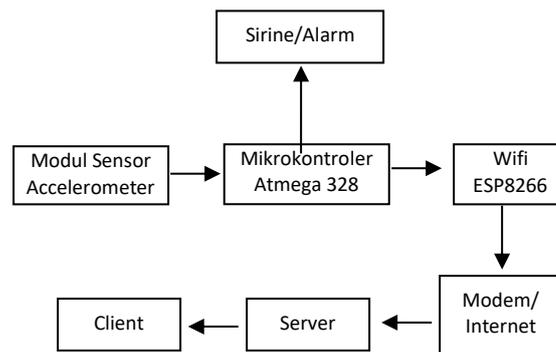
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

1. Dihasilkannya suatu prototype system pendeteksi bencana gempa berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan modul sensor accelerometer.
2. Sebagai upaya peringatan dini, jika terjadi bencana gempa yang ada di Indonesia
3. Memberikan kontribusi dan gagasan berupa pengetahuan, pengembangan untuk menciptakan sistem monitoring/ dashboard yang datanya dapat diakses secara realtime oleh masyarakat untuk memonitoring kondisi yang terjadi di suatu daerah.
4. Dapat memberikan pengembangan bagi dosen untuk implementasi teori-teori yang didapat dengan mengimpelemen- tasikannya ke dalam suatu produk industry.

2. Metode Penelitian

2.1 Gambaran Umum Sistem

Arduino web server adalah gabungan antara arduino dan ethernet shield. Arduino berkomunikasi dengan ethernet shield menggunakan bus SPI. Komunikasi SPI ini diatur oleh library SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI pada arduino uno menggunakan pin digital 11, 12 dan 13. Konfigurasi bus SPI pada arduino untuk berkomunikasi dengan ethernet shield. Arduino Web Server bertindak sebagai sebuah embedded web server, yang kemudian diberikan perintah untuk mengontrol kondisi-kondisi yang terjadi dan dikirimkan ke server di internet.



Gambar 1. Blog Diagram Modul Sistem Pendeteksi Gempa

Pada blok diagram alat perancangan alat pendeteksi bencana di atas, terdapat diagram untuk modul system pendeteksi bencana yang nantinya diletakkan pada daerah-daerah rawan bencana. Setiap modul system pendeteksi bencana sensor yang terpasang disesuaikan dengan kondisi daerahnya, untuk daerah rawan bencana gempa. Sensor accelerometer akan membaca posisi pergerakan bandul, jika bandul bergerak sedikit saja, maka sensor akan membaca perubahan kemiringan sensor tersebut, sehingga dapat dihitung pergerakan/perpindahan posisi bandul. Selanjutnya data pembacaan sensor dikirim ke micro controller dan kemudian diolah

dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan. Setelah data diolah, instruksi berikutnya yaitu mengirim data-data tersebut ke micro controller mega328 dan selanjutnya data dikirim ke sever melalui modul wifi ESP8266 yang diteruskan ke modem, server dan ditampilkan ke computer client jika diminta. Pada pihak-pihak yang diberikan wewenang untuk memantau kondisi daerah tersebut, dapat melakukan peringatan atau warning, melalui sirine/alarm dengan memberikan perintah balik dari client ke server yang selanjutnya diteruskan ke mikrokontroler. Pada sistem ini data-data yang disimpan secara *realtime* juga dapat dihubungkan dengan system lainnya, seperti pada *e-government* dalam *smart city* untuk informasi dan tindakan cepat masyarakat maupun pihak-pihak yang berkepentingan.

2.2 Perancangan Sistem

Langkah awal dalam perancangan sistem adalah analisis dan penentuan kebutuhan sistem. Pada langkah ini ditentukan kebutuhan apa saja yang harus dipenuhi oleh sistem. Secara garis besar, perangkat lunak yang dirancang adalah perintah-perintah dalam bahasa C++ yang tersimpan dalam controller. Sistem ini diharapkan dapat melakukan monitoring, melakukan identifikasi sesuai dengan kondisi-kondisi yang terjadi, mengirimkan data-data bencana secara cepat dan akurat ke server di internet. Hal-hal yang dapat dilakukan pada system yang dibuat, antara lain meliputi:

1. Melakukan monitoring data-data kondisi lingkungan yang terpasang sensor gempa secara realtime
2. Sistem secara otomatis membunyikan alarm/sirine jika terjadi bencana gempa
3. Melakukan updating informasi secara realtime ke server internet melalui situs thingspeak.com sebagai input pada system lainnya, dalam smart city sehingga dapat dilakukan tindakan secepat mungkin.

2.3 Langkah Kerja Penelitian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa langkah kerja yang dilakukan untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan, yaitu :

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu “Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis Internet of Things (IoT)”
2. Perancangan Alat
Membuat rancangan sistem untuk mengukur nilai simpangan pada sensor accelerometer, jika terjadi gempa
3. Perancangan Program
Menginstal perintah-perintah pada controller disesuaikan dengan kondisi-kondisi lingkungan yang terjadi.
4. Pengujian Alat
Pengujian ini dilakukan untuk memastikan alat yang digunakan dan dirakit telah memenuhi kriteria yang diinginkan.
5. Analisa
Tahap akhir dari langkah kerja penelitian adalah melakukan analisa terhadap alat yang telah dibuat apakah hasilnya bisa sesuai dengan yang diharapkan.

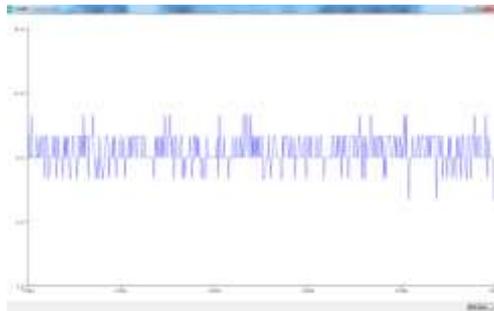
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Seismograf Digital

Pada prinsipnya sensor pengukur gempa ini dibuat dengan menggunakan sebuah bandul besi dengan massa M yang didalamnya terdapat sensor 6-axis Gyroscope Acceleration untuk mengukur besarnya simpangan pada setiap sisinya, jika terjadi gempa. Gambar 1 menunjukkan tampilan sensor pendeteksi dan pengukur gempa, dan Gambar 2 Tampilan Output sensor pengukur gempa.

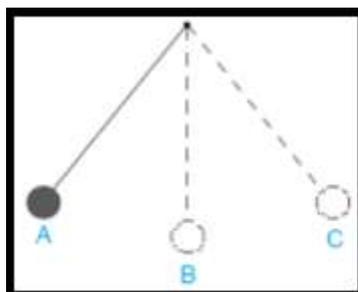


Gambar 2. Tampilan Output Pengukur Gempa/Seismograf



Gambar 3. Tampilan Output Pengukur Gempa/Seismograf

Pada sistem di atas controller arduino mendeteksi getaran, jika terjadi guncangan pada system. Data yang dibaca oleh sensor berupa sinyal ADC dengan nilai berkisar 0-1024, nilai tersebut dikonversi ke dalam sebuah grafik. Sistem tersebut terdiri atas sensor 6dof Mpu 6500 Sensor 6-axis Gyroscope Acceleration sebagai alat ukur besarnya perubahan simpangan pada bandul. Simpangan yang terjadi pada bandul tersebutlah yang digunakan untuk mengukur besarnya getaran gempa dalam bentuk besarnya simpangan bandul. Data tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik berupa periode bandul dan besarnya amplitude simpangan jika terjadi getaran. Sehingga berlaku rumus gerak harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak-balik benda melalui suatu titik keseimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu konstan, seperti diilustrasikan pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Gerak Harmonik Sederhana

Simpangan pada bandul di titik A, kemudian bandul akan bergerak menuju titik B, C, B, kemudian kembali ke titik A disebut satu getaran. Simpangan tidak pernah melebihi titik A dan titik C. Kedudukan batu setiap saat berubah-ubah. Dengan demikian simpangannya pun berubah pula. Pada saat bandul berada di titik A atau C, simpangannya merupakan simpangan maksimum, sedangkan pada saat bandul berada di titik kesetimbangan yaitu titik B, simpangannya minimum yaitu sama dengan nol. Amplitudo didefinisikan sebagai simpangan getaran paling besar. Pada kegiatan ini amplitudo getaran yaitu BA atau BC.

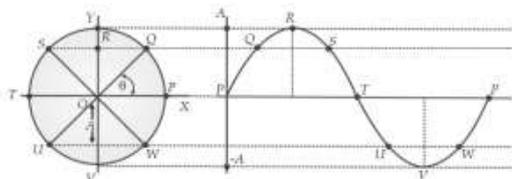
Benda dapat bergerak dari titik A ke titik C melewati titik B disebabkan batu mempunyai berat dan ditarik oleh gaya gravitasi Bumi. Gaya gravitasi Bumi ini bekerja pada batu di setiap posisi berarah ke bawah. Dengan demikian, dalam pergerakannya benda akan mengalami hambatan dari gaya gravitasi ini. Hambatan ini akhirnya akan mampu menghentikan getaran bandul sehingga bandul berada dalam titik kesetimbangan di titik B.

3.2 Persamaan Getaran Harmonik

Persamaan getaran harmonik diperoleh dengan memproyeksikan gerak melingkar terhadap sumbu untuk titik yang bergerak beraturan.

a. Simpangan Getaran Harmonik

Simpangan getaran harmonik sederhana dapat dianggap sebagai proyeksi partikel yang bergerak melingkar beraturan pada diameter lingkaran. Gambar di bawah melukiskan sebuah partikel yang bergerak melingkar beraturan dengan kecepatan sudut ω dan jari-jari A. Anggap mula-mula partikel berada di titik P.



Gambar 5. Proyeksi Gerak Harmonik Sederhana

Proyeksi gerak melingkar beraturan terhadap sumbu Y merupakan getaran harmonik sederhana. Perhatikan gambar di atas. Setelah selang waktu t partikel berada di titik Q dan sudut yang ditempuh adalah $\theta = \omega t = \frac{2\pi t}{T}$. Proyeksi titik Q terhadap diameter lingkaran (sumbu Y) adalah titik Qy. Jika garis OQy kita sebut y yang merupakan simpangan gerak harmonik sederhana, maka kita peroleh persamaan sebagai berikut.

$$Y = A \sin \theta = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi t}{T}$$

Besar sudut dalam fungsi sinus (θ) disebut sudut fase. Jika partikel mula-mula berada pada posisi sudut θ_0 , maka persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Y = A \sin \theta = A \sin(\omega t + \theta_0) = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \theta_0\right)$$

Beda fase dalam getaran harmonik dinyatakan dengan nilai mulai dari nol sampai dengan satu. Bilangan bulat dalam beda fase dapat dihilangkan, misalnya beda fase $2\frac{1}{4}$ ditulis sebagai beda fase $\frac{1}{4}$.

b. Kecepatan Getaran Harmonik

Kecepatan benda yang bergerak harmonik sederhana dapat diperoleh dari turunan pertama persamaan simpangan.

$$v_y = \omega A \cos(\omega t + \theta_0)$$

Mengingat nilai maksimum dari fungsi cosinus adalah satu, maka kecepatan maksimum (v_{maks}) gerak harmonik sederhana adalah sebagai berikut: $v_{maks} = \omega A$

4. Simpulan

Sistem ini diharapkan dapat melakukan monitoring dan control kerja sistem meliputi:

1. Sistem dapat mendeteksi dan mengukur besarnya gempa.
2. Dibutuhkan beberapa langkah lagi untuk menyempurnakan hasil penelitian, sehingga prototype system yang dihasilkan terintegrasi dan terhubung dengan internet.

Daftar Pustaka

- [1] Lembaran Negara Republik Indonesia nomor 66. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. *Anonim*. Jakarta. Tahun 2007.
- [2] Artanto. Aplikasi Mikrokontroler ATmega8535 dan ATmega16. Yogyakarta : ANDI. Tahun 2012.
- [3] Poerwadarminta.W.J.S. *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka. Tahun 2006.
- [4] Kamadhis. Eka-Cita Bersatu dalam Dharma. Yogyakarta : Buletin Kamadhis UGM Nomor.XXVII/September/2007. Tahun 2017