

PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI GEMPA BUMI DAN PERINGATAN DINI BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Nora Simah Bengi¹, Syamsul², Nasri³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: norasimahbengi06@gmail.com, syamsul0466@gmail.com, nasrimt@gmail.com

Abstrak –Secara geografis Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Samudra Pasifik. Untuk menghindari terjadinya korban saat terjadi gempa bumi diperlukan suatu upaya peringatan dan sistem informasi manajemen untuk meminimalisasi korban. Perancangan ini menggunakan metode pengujian sensor pizoelektrik untuk mengetahui apakah sensor pizoelektrik dapat merespon dengan baik ke Arduino dan Esp32, maka dalam pengujian ini adanya sensor mendeteksi getaran vertikal dan getaran horizontal sehingga pembacaan getaran pada sensor pizoelektrik dengan tegangan 0,044, adc 9, skala 2mmi kadar gempa Siaga. Pembacaan sensor pizoelektrik tegangan 0,161, adc 33, skala 8mmi kadar gempa Waspada. Pembacaan sensor pizoelektrik tegangan 0,269, adc 55, skala 13mmi kadar gempa Darurat. Metode pengujian Lcd berupa tampilan karatek text Siaga, Waspada dan Kuat. Metode pengujian pengiriman via Telegram berupa informasi peringatan dini “Peringatan status gempa: Siaga”, Peringatan status gempa: Waspada”, dan “Peringatan status gempa: Darurat”.

Kata-kata kunci: *Pizoelektrik, Arduino, Esp32, Lcd, Telegram.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan beragam pulau yang membentang dari sabang sampai marauke dan memiliki ribuan pulau. Secara geografis Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Samudra Pasifik. Oleh karena itu Indonesia termasuk negara yang rawan terjadi gempa bumi. Berdasarkan jenis-jenis gempa dilihat pada proses terjadinya. Gempa vulkanik, gempa tektonik, gempa buatan, dan gempa runtuh. Semua jenis gempa tersebut menimbulkan getaran yang dapat dirasakan manusia. Bencana gempa bumi tidak dapat diramalkan waktu kejadiannya.

Teknologi pendeteksi gempa yang ada di Indonesia masih mengendalikan 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 gempa bumi sering terjadi di Indonesia dan terjadi dalam waktu yang sangat cepat.

Untuk menghindari terjadinya korban yang lebih besar diperlukan suatu upaya peringatan dini gempa bumi dan sistem informasi manajemen bencana untuk memberikan peluang melakukan penyelamatan diri sehingga korban bisa diminimalisasi. Untuk mendeteksi gempa bumi diperlukan teknologi yang sesuai. Salah satu teknologi yang sering dipakai dalam pembuatan sistem berbasis teknologi terbaru adalah system informasi peringatan gempa bumi berbasis internet of things (IoT) yang memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa berkerja realtime 24 jam. Untuk itu, penulis tertarik mengangkat tugas akhir yang berjudul: “Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi dan Peringatan Dini Berbasis Internet Of Things”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem

Sistem menurut Jaluanto Sunu Punjul Tyoso mengatakan dalam bukunya “sistem merupakan suatu kumpulan dari komponen-komponen yang membentuk suatu kesatuan untuk mencapai tujuan tertentu. Dapat berupa sistem fisik dan sosial, sistem fisik dan sosial adalah sistem yang abstrak dari konsep dan ide.

Sedangkan menurut Azhar Susanto menyatakan dalam bukunya bahwa sistem adalah kumpulan dari sub bagian apapun baik fisik maupun non fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan berkerja sama secara harmonis untuk mencapai suatu tujuan tertentu[1].

B. Getaran

Getaran adalah gerak bolak-balik atau gerak periodic disekitar titik tertentu secara periodic. Gerak periodik adalah suatu getaran atau Gerakan yang dilakukan benda secara bolak-balik melalui jalan tertentu yang kembali lagi ketiap kedudukan dan kecepatan setelah selang waktu tertentu[3].

C. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi. Gempa bumi tergolong menjadi 2, yaitu gempa vulkanik dan gempa tektonik[5].

1. Gempa Vulkanik

Gempa bumi vulkanik adalah jenis gempa yang terjadi karena adanya aktivitas magma pada gunung berapi, gempa tersebut biasa terjadi sebelum meletusnya gunung berapi.

2. Gempa Tektonik

Gempa tektonik adalah pergeseran pada lapisan lempeng baik di permukaan atau di dalam perut bumi. Berdasarkan lokasi pergeseran lempeng bumi yang didarat menyebabkan gempa bumi.

D. Skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*)

Skala Mercalli adalah satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Satuan ini diciptakan oleh seorang vulkanologis dari Italia yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902. Skala Mercalli terbagi menjadi 12 pecahan berdasarkan informasi dari orang-orang yang selamat dari gempa tersebut dan juga dengan melihat serta membandingkan tingkat kerusakan akibat gempa bumi tersebut. Tetapi skala Mercalli yang dimodifikasi, pada tahun 1931 oleh ahli seismologi Harry Wood dan Frank Neumann masih sering digunakan terutama apabila tidak terdapat peralatan seismometer yang dapat mengukur kekuatan gempa bumi di tempat kejadian.[5]

Mengonversi nilai percepatan tanah maksimum (PGA) ke skala Modified Mercalli Intensity untuk mendapatkan nilai intensitas gempa (MMI), untuk menunjukkan skala intensitas dengan menggunakan rumusan empiris Murphy & O'Brien pada persamaan 1.

$$MMI = 2,86 \log (PGA) + 1,24.....(1)$$

TABEL I
Pengelompokan Nilai Intensitas Gempa Berdasarkan Tingkat Kerusakan

Intensitas (MMI)	PGA (G)	Perceived Shaking	Potential Damage
I	<0.0017	Not felt	None
II-III	0.0017-0.014	Weak	None
IV	0.014-0.039	Light	None
V	0.039-0.092	Moderate	Very light
VI	0.092-0.18	Strong	Light
VII	0.18-0.34	Very strong	Moderate
VIII	0.34-0.65	Severe	Moderate to heavy
IX	0.65-1.24	Violent	Heavy
X+	>1.24	Extreame	Very heavy

E. Landasan Teori

1. Esp32

Esp32 merupakan sebuah mikrokontroler yang memiliki fungsi yang lebih lengkap dibandingkan dengan mikrokontrol lain seperti Arduino maupun ESP8266. Mikrokontrol ini memiliki lebih banyak pin input dan output yang dapat digunakan dan mempermudah untuk membuat sebuah sistem yang menggunakan banyak pin. Selain itu dilengkapi dengan wi-fi yang memiliki kecepatan lebih dan sebuah Bluetooth low energy dua mode, sehingga untuk membuat alat yang memerlukan adanya peran wi-fi dan Bluetooth tidak perlu menggunakan komponen tambahan

sehingga tidak memakai banyak ruang dan tentunya hemat biaya.

2. Sensor Piezoelektrik

Piezoelectric sensor adalah perangkat yang menggunakan efek piezoelektrik, untuk mengukur perubahan tekanan, percepatan, regangan atau kekuatan dengan mengubah mereka ke muatan listrik[2].

3. Sensor Mpu6050

Sensor MPU6050 adalah sensor mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data dari sensor accelerometer dan sensor gyroscope. Sensor ini juga dilengkapi oleh sensor suhu yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dikeadaan sekitar. Jalur dta yang digunakan pada sensor ini adalah jalur data I2C[4].

4. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan Kristal cair sebagai penampilan utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronika seperti televise, kalkulator, atau pun layar computer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2x16. LCD sangat berfungsi sebagai penampilan yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat[6].

F. Perangkat Lunak

Perangkat lunak atau biasa software merupakan bagian yang utama untuk mengambil data dari hasil pembacaan sensor kemudian diolah menjadi sebuah sistem yang terintegritasi. Penggunaan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut.

1. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open source. Dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. Hardware nya memiliki processor Atmel AVR dan softwarena memiliki Bahasa pemograman sendiri. Arduino mempunyai banyak jenis diantaranya Arduino Uno, Arduino Mega328P dan lainnya.

2. Internet Of Things

Internet of things sering disingkat IOT merupakan suatu konsep yang mempunyai kemampuan untuk mentransfer data dan memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus tanpa memerlukan interaksi manusia ke komputer. Metode yang digunakan dalam IOT adalah nirkabel atau pengendalian secara otomatis tanpa mengenal jarak[7].

3. Telegram

Telegram adalah sebuah sistem perpesanan yang berpusat pada keamanan kerahasiaan pribadi penggunaanya. Sedangkat Bot adalah program computer yang melakukan pekerjaan tertentu secara otomatis. Pada

aplikasi telegram terdapat fitur bot yang berarti kependekan dari robot. Untuk membuat pengguna harus memiliki akun yang sudah terdaftar di aplikasi telegram, kemudian pengguna melakukan permintaan kepada IDBotTelegram untuk mendapatkan username, token dan id chat user yang nantinya akan digunakan pada tahap pengkodean di Arduino uno.

G. Dasar Perhitungan

Untuk menentukan validitas dari alat yang di buat pada penelitian ini maka digunakan persamaan 2 yang dibuat oleh Rizki.P.Prastio seperti yang diketahui.

$$V_{in} \times V_{ref} / 1023 = A_{dc} \dots \dots \dots (2)$$

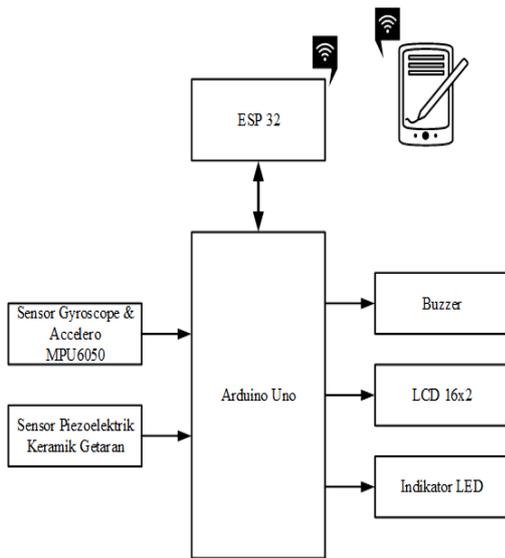
$A_{dc}/4$ = hasil dari skala gempa.

Rumus di atas untuk mendapatkan hasil konversi dari analog menjadi digital untuk mengetahui nilai dari skala gempa.

III. METODOLOGI

A. Fungsional dan Struktur Alat/System

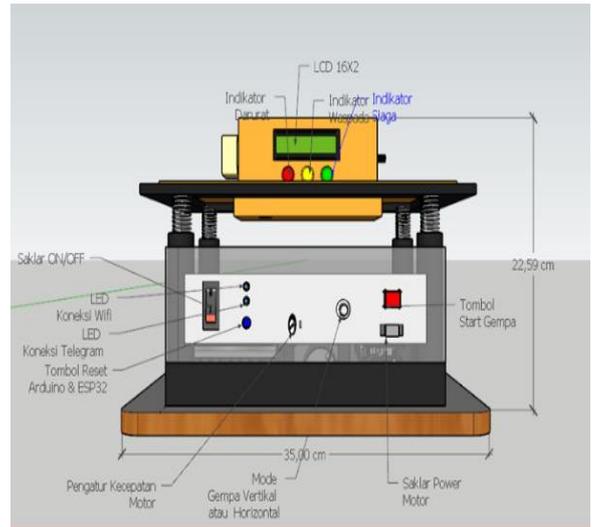
Dalam pembuatan prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis internet of things ini terdiri atas beberapa komponen diantaranya Arduino, NodeMCU ESP32, LCD 2X16, Buzzer, Sensor getar piezoelektrik, Sensor gyroscope mpu6050, laptop dan handphone.



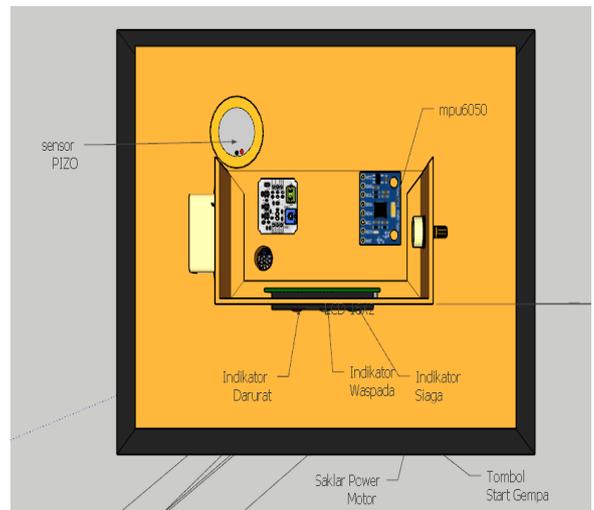
Gbr 1. Blok Diagram perancangan alat.

B. Fabrikasi

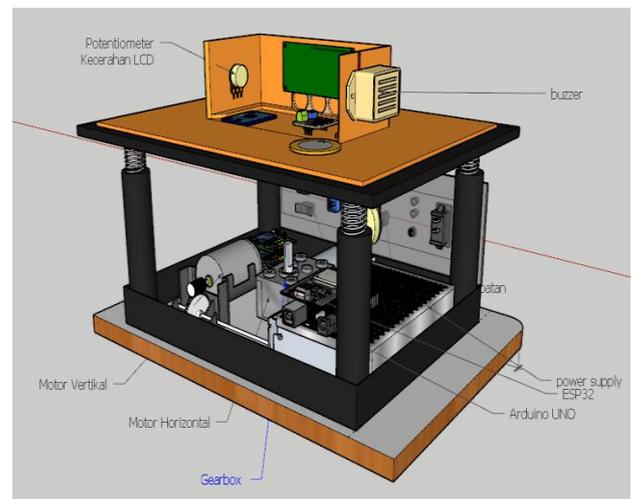
Bentuk perancangan alat prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis internet of things dapat dilihat pada (Gambar) di bawah ini:



Gbr 2. Bentuk Depan Pada Alat Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi.

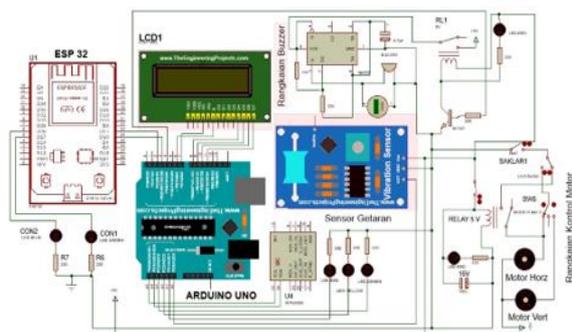


Gbr 3. Bentuk Atas Alat Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi.



Gbr 4. Bentuk Belakang Pada Alat Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi.

1. Perancangan Komponen



Gbr 5. Rangkaian alat.

C. Metode Pengujian Alat

Pengujian alat dimaksud untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sesuai apa yang telah dirancang. Proses pengujian ini meliputi alat yang telah dirancang.

Pengujian sistem secara keseluruhan meliputi 2 bagian sebagai berikut:

1. Pengujian alat prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis IoT dilakukan dengan cara menggetarkan alat secara manual dengan getaran vertikal.
2. Pengujian alat prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis IoT dilakukan dengan cara menggetarkan alat secara manual dengan getaran horizontal.

D. Metode Analisa

Pengujian ini untuk mengetahui apakah sistem ini dapat berjalan dengan baik pada saat di simulasikan untuk melakukan pendeteksi terhadap getaran pada bangunan apabila terjadi gempa bumi. Pengujian dilakukan untuk menganalisa dari pembuatan prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis internet of things, alat ini berkerja berdasarkan perintah yang telah di program melalui Arduino. Pada sistem ini memiliki kondisi yaitu dalam keadaan status normal, status siaga, status waspada dan status darurat kemudian mengirimkan sebuah pemberitahuan peringatan dini melalui bort telegram kepada pengguna handphone melalui jarak jauh maupun dekat yang sudah terdeteksi oleh ESP32.

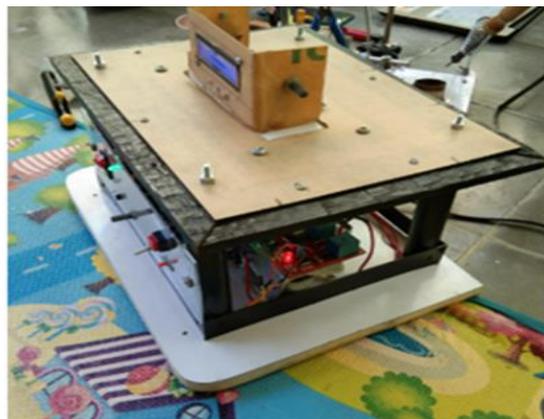
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Hasil pengujian dan Analisa ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keberhasilan alat pendeteksi gempa bumi serta untuk memastikan bahwa

alat pendeteksi gempa bumi yang telah dibuat dapat berkerja sesuai fungsi dan perencanaan.

B. Alat Pendeteksi Gempa Bumi



Gbr 6. Gambar Alat.

Untuk pengambilan data pada penelitian ini yang harus dilakukan adalah:

1. Hidupkan Alat lalu tunggu beberapa saat sampai terhubung ke wifi atau hotspot android.
2. Tekan Tombol 1 untuk aktifkan sumber (kasih tegangan) pada motor dan alarm.
3. Tekan tombol 2 pilih mode 1,2, dan 3 (1. Getaran Vertikal ke atas, 2. Getaran Horizontal kebawah, dan 3 posisi tengah mati off).
4. Tombol 3 start motor untuk menggerak getaran gempa jadi kalau dilepas tombol motor tidak menyala.
5. Tombol 4 Potensio mengatur kecepatan motor.
6. Ketika getaran gempa terdeteksi maka lcd akan menampilkan skala dari getaran gempa bumi dan notifikasi akan melalui bort telegram.

C. Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis IoT yang telah dirancang dapat diperoleh dari hasil pembacaan sensor pizelektrik yaitu sensor yang dapat mendeteksi getaran gempa yang diberikan sehingga lcd dan telegram akan menampilkan kondisinya. Adapun getaran gempa yang terdeteksi terbagi dua. Getaran gempa vertikal dan Getaran gempa Horizontal sebagai berikut:

1. Getaran Gempa Vertikal

Getaran gempa vertikal memiliki masing-masing kadar gempa seperti pada Tabel 2 sampai tabel 4.

TABEL II
Getaran Gempa Vertikal dengan Kadar Gempa Siaga.

Kadar Gempa Siaga (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
2	8	0,039		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =2 MMI (Mercalli) Status : Siaga
4	16	0,078		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =4 MMI (Mercalli) Status : Siaga
3	12	0,058		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =3 MMI (Mercalli) Status : Siaga
2	8	0,039		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =2 MMI (Mercalli) Status : Ringan
5	20	0,097		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =5 MMI (Mercalli) Status : Siaga

TABEL III
Getaran Gempa Vertikal dengan Kadar Gempa Waspada.

Kadar Gempa Waspada (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
8	32	0,156		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =8 MMI (Mercalli) Status : Waspada
7	28	0,136		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =7 MMI (Mercalli) Status : Waspada
6	24	0,117		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =6 MMI (Mercalli) Status : Waspada
9	36	0,175		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =7 MMI (Mercalli) Status : Sedang
8	32	0,156		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =8 MMI (Mercalli) Status : Waspada

TABEL IV
Getaran Gempa Vertikal dengan Kadar Gempa Darurat.

Kadar Gempa Darurat (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
12	48	0,234		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =13 MMI (Mercalli) Status : Kuat
10	40	0,195		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =14 MMI (Mercalli) Status : Kuat
11	44	0,215		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =13 MMI (Mercalli) Status : Kuat
12	48	0,234		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =12 MMI (Mercalli) Status : Darurat
10	40	0,195		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =17 MMI (Mercalli) Status : Kuat

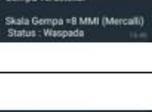
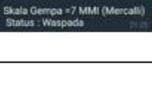
2. Getaran Gempa Horizontal

Getaran gempa horizontal memiliki masing-masing kadar gempa seperti pada Tabel V, Tabel VI, dan Tabel VII.

TABEL V
Getaran Gempa Horizontal dengan Kadar Gempa Siaga.

Kadar Gempa Siaga (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
5	20	0,097		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =5 MMI (Mercalli) Status : Siaga
3	12	0,058		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =3 MMI (Mercalli) Status : Siaga
4	16	0,078		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =4 MMI (Mercalli) Status : Siaga
2	8	0,039		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =2 MMI (Mercalli) Status : Siaga
3	12	0,058		Gempa Terdeteksi Skala Gempa =3 MMI (Mercalli) Status : Siaga

TABEL VI
Getaran Gempa Horizontal dengan Kadar Gempa Waspada.

Kadar Gempa Waspada (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
6	24	0,117		
9	36	0,175		
6	24	0,117		
8	32	0,156		
7	28	0,136		

TABEL VII
Getaran Gempa Horizontal dengan Kadar Gempa Darurat.

Kadar Gempa Darurat (MMI)	Sensor Pizo		Tampilan LCD	Tampilan Telegram
	ADC (SPS)	Tegangan (Volt)		
10	40	0,195		
12	48	0,234		
10	40	0,195		
11	44	0,215		
12	48	0,234		

D. Analisa Data

Analisa dari pembuatan prototype sistem pendeteksi gempa bumi dan peringatan dini berbasis internet of things, berdasarkan data pengujian yang telah didapatkan, alat ini bekerja berdasarkan perintah yang telah diprogram melalui Arduino uno terdeteksi dengan sensor mpu dan sensor pizelektrik, kemudian akan dibaca oleh ESP32 untuk mengirimkan notifikasi telegram. Pada sistem ini terdapat 4 kondisi yaitu dalam keadaan Normal, Siaga, Waspada, dan Darurat.

Pada tabel mengenai pembacaan sensor piezoelektrik dapat diberikan kondisi apabila sensor dalam keadaan digetarkan secara vertikal dan horizontal maka terjadi keadaan gempa siaga, waspada, dan darurat dan informasi ini akan dikirimkan melalui Telegram. Dalam pembacaan sensor piezoelektrik masing-masing dilakukan 5 kali uji coba yang terbaca diserial monitor apakah sesuai dengan range yang diprogram tersebut.

Pengujian getaran vertikal dan getaran horizontal yaitu dalam kondisi Siaga di pembacaan sensor adanya nilai Tegangan = 0,039, Nilai Adc = 8, Skala 2MMI. dan nilai Tegangan = 0,078, nilai Adc = 16, Skala 4MMI. dan nilai Tegangan = 0,058, nilai Adc = 12, Skala 3MMI. dan nilai Tegangan = 0,039, nilai Adc = 8, Skala 2MMI. dan nilai Tegangan = 0,097, nilai Adc = 20, Skala 5MMI. Kedua yaitu dalam kondisi Waspada di pembacaan sensor adanya nilai Tegangan = 0,156, nilai Adc = 32, Skala 8MMI. dan nilai Tegangan = 0,136, nilai Adc = 28, Skala 7MMI. dan nilai Tegangan = 0,117, nilai Adc = 24, Skala 6MMI. dan nilai Tegangan = 0,175, nilai Adc = 36, Skala 9MMI. dan nilai Tegangan = 0,156, nilai Adc = 32, Skala 8MMI. Ketiga yaitu dalam kondisi Darurat di pembacaan sensor adanya nilai Tegangan = 0,234, nilai Adc = 48, Skala 12MMI. dan nilai Tegangan = 0,195, nilai Adc = 40, Skala 10MMI. dan nilai Tegangan = 0,215, nilai Adc = 44, Skala 11MMI. dan nilai Tegangan = 0,234, nilai Adc = 48, Skala 12MMI. dan nilai Tegangan = 0,195, nilai Adc = 40, Skala 10MMI.

V. KESIMPULAN

1. Sistem alat ini digunakan untuk mendeteksi gempa secara jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi IoT dengan 3 kondisi Siaga, Waspada dan Darurat.
2. Dalam pengujian getaran gempa vertikal dan getaran horizontal kita mendapatkan hasil getaran gempa dengan nilai Tegangan = 0,039, Nilai Adc = 8, Skala 2MMI, Status Siaga. Nilai Tegangan = 0,156, nilai Adc = 32, Skala 8MMI, Status Waspada. nilai Tegangan = 0,195, nilai Adc = 40, Skala 10MMI, Status Darurat.
3. Dalam pengiriman informasi peringatan dini via IDBot Telegram yang terdeteksi menggunakan ESP32. Apabila adanya getaran maka akan dikirim melalui IDBot Telegram

pemberitahuan “Peringatan Status Gempa Siaga”, “Peringatan Status Gempa Waspada”, “Peringatan Status Gempa Darurat”.

REFERENSI

- [1] Ghifari, A., Murti, M. A., & Nugrah, R. (2018). **Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getar**. eProceedings of Engineering, 5(3).
- [2] Effendi, R., Kania, R., & Muhammad, M. (2021). **Rancang Bangun Pendeteksi Getaran Gempa Berbasis Mikrokontroler IOT Arduino**. Journal of Innovation And Future Technology (IFTECH), 3(2), 41-55.
- [3] Susanti, e., Lihin, S., Zefi, S., & Halimatussa'diyah, R. A. (2019). **Internet Of Thing Untuk Deteksi Dini Gempa Bumi**. Informatika, 5(1).
- [4] Ramadhan, D. F., & Royhan, M. (2017). **Simulasi Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getaran Berbasis Arduino Uno**. Ejournal. Akademitelkom. Ac. Id.
- [5] <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skalammi.bmkg>
- [6] Ishomyl, M. (2020). **Implementasi Wireless Sensor Network Pada Simulasi Peringatan Gempa Bumi Menggunakan Sensor SW-420**. Jurnal Jaringan Telekomunikasi (Journal of Telecommunication Networks), 10(1), 38-44.
- [7] Tisnadinata, M. A., Suwastika, N. A., & Yasirandi, R. (2019). **Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi Multi Node Sensor Berbasis Fuzzy Dan Komunikasi IoT**. Indonesia Journal on Computing (Indo-JC), 4(2), 67-80.