

PENERAPAN KOMUNIKASI LORA UNTUK SISTEM PERINGATAN DINI GEMPA DENGAN SENSOR ACCELEROMETER BERBASIS NODEMCU ESP8266

Khoiron Kasiro Siregar¹, Mikael Fabian Tarigan², Muhammad Rusdi, S.T., M.T.³
Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
khoironsiegar@students.polmed.ac.id¹, mikaelfabian@gmail.com², mrusdi@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Gempa Bumi adalah bencana alam yang disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) dan letusan gunung berapi. Untuk mendeteksi kemiringan yang dihasilkan oleh getaran gempa bumi maka dibuatlah sebuah alat atau sistem peringatan dini gempa bumi sehingga dapat meminimalisir dampak dari peristiwa gempa bumi. Alat yang dibuat akan diletakkan di lokasi yang tidak memiliki koneksi jaringan internet. Komponen-komponen yang digunakan yaitu mikrokontroler Nodemcu ESP 8266, Sensor Accelerometer ADXL345, LoRa Ra01, Buzzer, LCD 20x4, Aplikasi *Blynk*. Sistem kerja alat yang akan dibuat terbagi menjadi dua bagian besar yaitu Transmitter dan Receiver. Pada bagian Transmitter sensor Accelerometer ADXL345 akan mendeteksi kemiringan yang disebabkan gempa bumi, kemudian informasi akan diproses oleh Nodemcu dan akan dikirimkan menggunakan jaringan LoRa ke bagian Receiver. Pada LoRa bagian Receiver akan menerima informasi dari Transmitter kemudian diproses oleh Nodemcu dan informasi akan dihubungkan ke hotspot kemudian ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. Dengan selesainya alat ini dapat dikatakan sensor Accelerometer dapat mendeteksi gempa pada kemiringan sudut 10° sehingga dibawah dari sudut tersebut dikatakan aman. Jarak pengiriman data oleh LoRa pada luar ruangan mencapai 150 meter sedangkan dalam ruangan mencapai 80 meter. Rata-rata delay dalam penampilan notifikasi pada smartphone melalui *Blynk* adalah 1,52 detik untuk Node 1 dan delay 1,72 detik untuk node ke 2. Sehingga diharapkan dampak dari gempa bumi dapat diminimalisir sebelum menimbulkan kerugian material maupun korban jiwa.

Kata Kunci : Gempa Bumi, Sensor Accelerometer ADXL345, LoRa Ra01, NodeMCU

PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang dapat disebabkan oleh buatan/akibat kegiatan manusia maupun akibat peristiwa alam. Bencana merupakan suatu kejadian alam yang tidak dapat diprediksi waktu terjadinya. Begitu pula dengan bencana gempa bumi tidak dapat dihindari, namun dampaknya dapat dikurangi melalui upaya mitigasi bencana. Kawasan pemukiman yang tidak memiliki koneksi jaringan internet dan berdekatan dengan sumber terjadinya gempa bumi merupakan kawasan yang sangat rawan, oleh karena itu perlu dilakukan upaya langkah-langkah strategis untuk mengurangi atau memperkecil dampak kerugian atau kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh bencana. Dalam meminimalisir hal tersebut, diperlukan sistem peringatan dini gempa bumi sehingga dapat mengurangi kerugian material maupun korban jiwa akibat gempa.

Dalam sistem peringatan dini gempa bumi ini diperlukan sensor yang mempunyai respon yang cepat serta memiliki kemudahan dalam proses instalasi. Sensor yang dapat mendeteksi getaran yang disebabkan oleh gempa bumi. Salah satu sensor yang digunakan yaitu sensor Accelerometer ADXL345. Sensor Accelerometer ADXL345 memiliki beberapa keunggulan, yaitu sangat mudah dalam mendeteksi kemiringan akibat getaran gempa bumi. Sehingga proses instalasi sensor mudah, dan dapat diaplikasikan pada suatu tempat yang rawan akan gempa bumi. Karena gempa bumi dapat terjadi diberbagai lokasi sehingga ada kemungkinan terjadi ditempat yang tidak ada koneksi jaringan internet, sehingga untuk pengiriman informasi menggunakan komponen LoRa Ra01 yang dapat mengirimkan informasi hingga 150 meter tanpa menggunakan jaringan internet. Mengingat bahaya gempa maka penulis membuat alat peringatan dini gempa bumi dengan judul "Penerapan Komunikasi LoRa untuk Sistem Peringatan dini Gempa dengan Sensor ADXL345 Berbasis NodeMCU ESP8266".

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem peringatan dini gempa bumi yang dapat mengirimkan informasi dengan komunikasi jarak jauh, dengan internet dan tanpa internet, kemudian dapat ditampilkan pada smartphone.

TINJAUAN PUSTAKA

Budi Usmanto, dkk (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa menggunakan accelerometer Berbasis Internet Of Things (IoT)” bertujuan 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). Beberapa tujuan khusus penelitian tersebut, 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 *realtime*.
3. Sebagai upaya terobosan teknologi baru dalam upaya penanggulangan bencana gempa bumi secara cepat dan akurat.

Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah dibutuhkan beberapa langkah lagi untuk menyempurnakan hasil penelitian, sehingga prototype system yang dihasilkan terintegrasi dan terhubung dengan internet.

Mukhamad Ishomyl F.A, dkk (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Implementasi Wireless Sensor Network Pada Simulasi Peringatan Gempa Bumi Menggunakan Sensor SW-420” memiliki beberapa tujuan yaitu:

1. Membuat alat untuk peringatan dini gempa bumi menggunakan sensor sw-420 sebagai implementasi *wireless sensor network*.
2. Memberikan notifikasi dan penunjuk jalur arah evakuasi ke *assembly point*.
3. Mengetahui metode komunikasi antar node dan pemberian informasi berupa data.

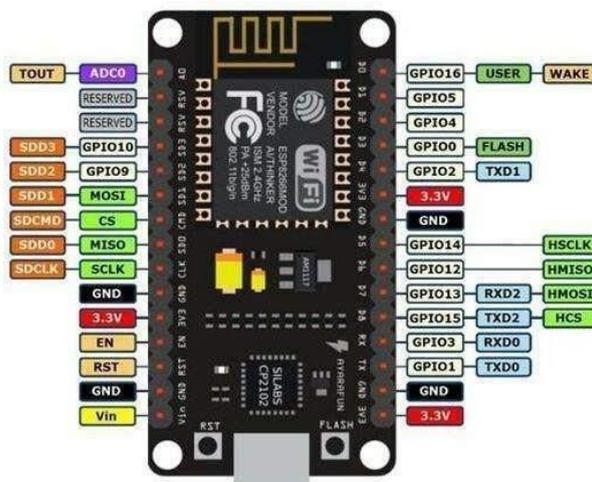
Kekurangan dari penelitian ini adalah pembacaan sensor yang terbatas sehingga hasil kurang akurat.

Alif Ghifari, dkk (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getar” bertujuan untuk membuat sistem pendeteksi gempa dapat berjalan sesuai dengan fungsi dengan percobaan serta perancangan sistem dan dapat memberikan peringatan dini ketika gempa berlangsung.

Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah sensor getar dan node yang digunakan hanya satu jenis, sehingga nilai besar gempa dan penentuan letak terjadinya gempa kurang akurat.

NodeMCU ESP8266

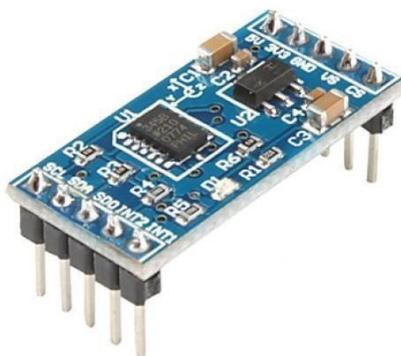
NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266, dengan demikian cocok digunakan untuk aplikasi IoT. Dengan dilengkapinya dengan modul WiFi membuat NodeMCU menjadi platform berbiaya rendah. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan menggunakan Arduino IDE yaitu software untuk memprogram board Arduino. *Board* ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firm warenya yang bersifat *opensource*.



Gambar 1. Susunan Pin Nodemcu ESP8266

Sensor Accelerometer

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek, yaitu mengukur percepatan statis dan dinamisnya. Pengukuran dinamis adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi, lebih tepatnya untuk mengukur sudut kemiringan. Accelerometer yang digunakan sebagai komponen pendeteksi kemiringan yang dihasilkan dari getaran suatu gempa pada sistem peringatandini gempa kami adalah Accelerometer ADXL345



Gambar 2. Bentuk Fisik ADXL345

Modul LoRa (Long Range)

LoRa merupakan suatu format modulasi yang dihasilkan oleh modulasi FM, teknologi yang dipakai LoRa adalah teknologi modulasi CSS (*Chirp Speard Spectrum*) yang memungkinkan untuk mengirimkan data jarak jauh dengan daya yang rendah, Lora juga biasanya diimplementasikan dalam IoT (*Internet of things*). Dalam sistem peringatan dini gempa bumi yang penulis buat LoRa digunakan untuk mentransmisikan informasi atau data ke LoRa penerima, kemudian data akan diproses oleh NodeMCU dan disambungkan ke wifi selanjutnya dikirimkan dan ditampilkan pada smartphone melalui *Blynk*. Dalam penelitian ini menggunakan LoRa sx1278.



Gambar 3. Bentuk Fisik LoRa Ra01

Aplikasi Blynk

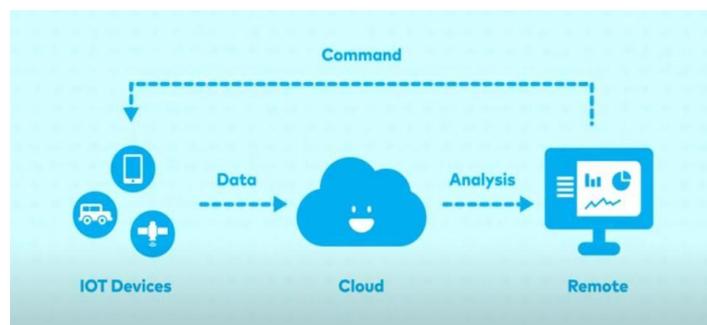
Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol *NodeMCU*, *NodeMCU*, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. Dengan aplikasi *Blynk*, sebuah *dashboard* dengan tampilan antarmuka yang dibuat sederhana dengan mengatur *widget* yang tersedia ke layar seperti tombol, grafik, *slider* dan sebagainya.



Gambar 4. Tampilan Logo Aplikasi Blynk

Internet of Things (IoT)

Internet of things (IoT) adalah suatu konsep dimana sebuah objek berkemampuan untuk mentransmisikan data melalui jaringan tanpa bantuan perangkat komputer dan manusia. Cara kerja dari IoT ini adalah setiap benda harus memiliki sebuah alamat *Internet Protocol (IP)*. IP adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut dapat diperintahkan dari benda lain dalam satu jaringan yang sama, lalu alamat IP dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet.



Gambar 5. Prinsip Kerja IoT

METODE PENELITIAN

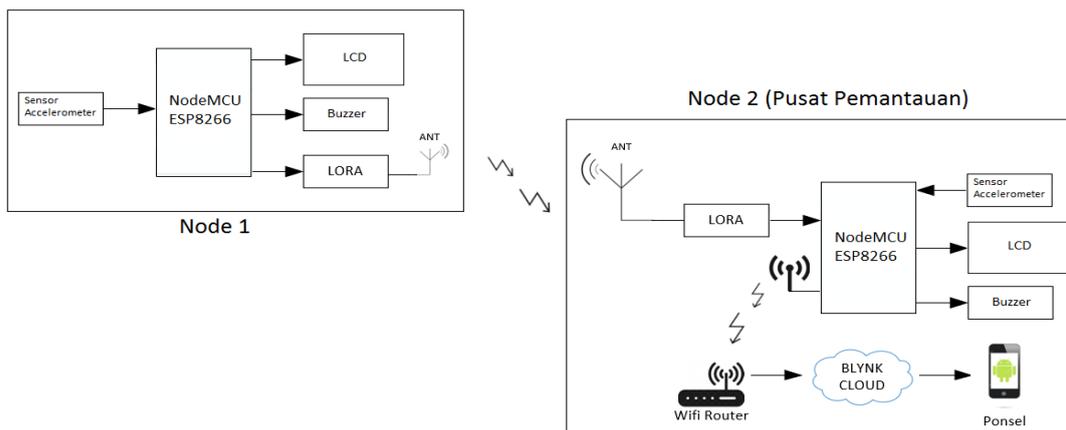
Proses penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang dimulai dari perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.

Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras, sistem ini dibuat untuk mendeteksi terjadinya gempa dan memberi notifikasi melalui smartphone. Komponen utama yang dirancang meliputi :

1. NodeMCU ESP8266
2. Sensor Accelerometer ADXL 345
3. LoRa SX1278 Ra-01

Dalam memudahkan penulisan pada penjelasan perancangan perangkat keras maka rangkaian diagram blok dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



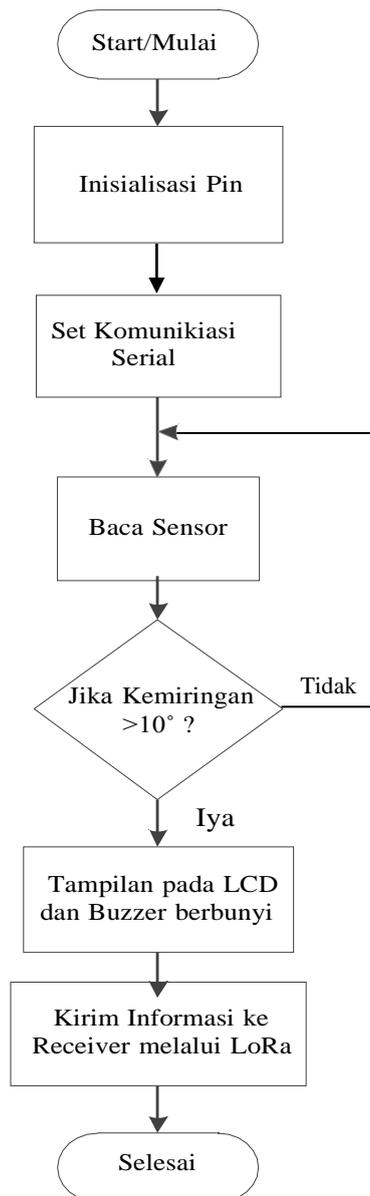
Gambar 5. Diagram Blok

Model penelitian pada sistem ini dirancang untuk monitoring atau mendeteksi gempa dengan cara sensor yang ditempatkan pada 2 lokasi yang berbeda, bekerja menurut bidang X,Y dan X,Z kemudian data yang terkirim akan dikirim menggunakan LoRa. Pada penerapan ini, sistem pendeteksi dini bencana gempa jarak jauh melalui beberapa tahap inisialisasi yaitu sensor accelerometer dengan NodeMCU ESP8266 serta LoRa dan NodeMCU ESP8266 dengan LoRa untuk berkomunikasi apabila ada informasi deteksi dari sensor yang akan disampaikan. Informasi diproses oleh NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan LoRa Transmitter, informasi tersebut dikirimkan dari LoRa transmitter yang akan memancarkan sinyal informasi, lalu diterima oleh LoRa receiver.

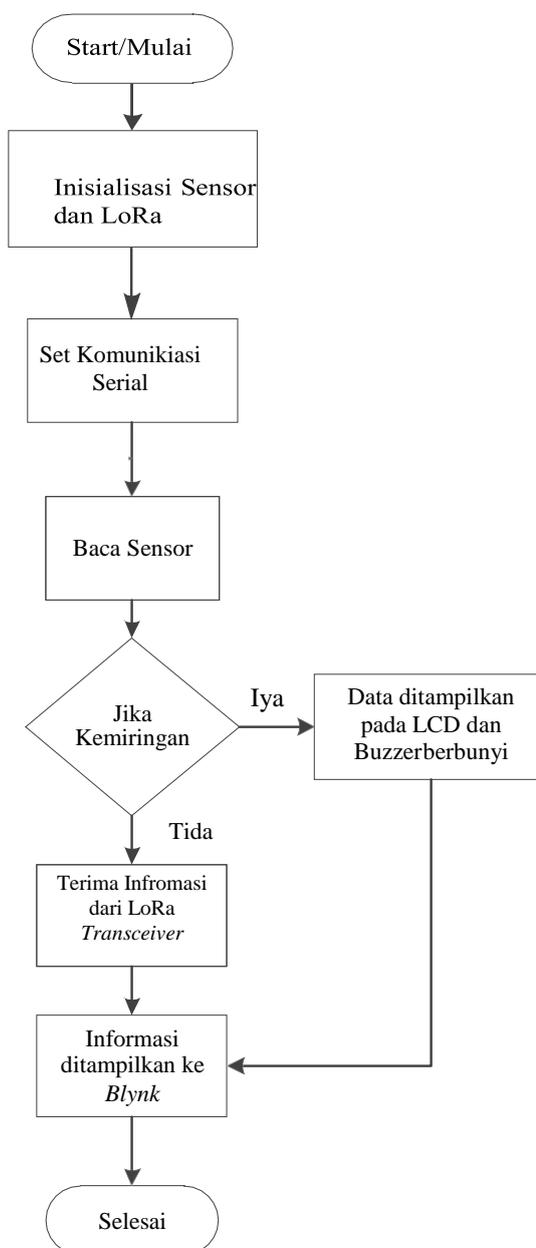
Informasi yang diterima tersebut lalu diproses oleh NodeMCU esp8266. Dari hasil yang diperoleh bila terdeteksi getaran, buzzer berbunyi. Dan hasil deteksi tersebut akan ditampilkan pada LCD. Selanjutnya NodeMCU esp8266 yang terhubung dengan smartphone melalui cloud memberikan informasi berupa notifikasi pada aplikasi Blynk bahwa adanya terdeteksi gempa.

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan program pada arduino IDE kemudian perancangan pada aplikasi blynk. Program berfungsi untuk memberikan perintah pada masing-masing perangkat agar dapat berjalan seperti yang seharusnya. Sementara perancangan pada aplikasi blynk berfungsi sebagai notifikasi. Perancangan perangkat lunak disusun dalam bentuk flowchart yang berisi diagram alur cara kerja alat, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Flowchart Perancangan Transceiver



Gambar 7. Flowchart Perancangan Receiver

Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi dan Lapangan Politeknik Negeri Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Accelerometer ADXL345

Pengujian kepekaan sensor Accelerometer ADXL345 yang diukur berdasarkan kemiringan sudut dengan menggunakan media Busur. Pengujian dilakukan pada kedua sensor tampak pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Accelerometer 1

No.	Bidang kemiringan berdasarkan sudut	Berdasarkan bidang XZ	Berdasarkan bidang XY	Keterangan
1.	0°	0,78	-2,92	Aman
2.	10°	7,58	-3,87	Terdeteksi gempa
3.	20°	11,62	-4,10	Terdeteksi gempa
4.	30°	16,08	-1,37	Terdeteksi gempa
5.	40°	18,25	-1,58	Terdeteksi gempa

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Accelerometer 2

No.	Bidang kemiringan berdasarkan sudut	Berdasarkan bidang XZ	Berdasarkan bidang XY	Keterangan
1.	0°	0,21	-5,12	Aman
2.	10°	7,79	-6,02	Terdeteksi gempa
3.	20°	11,81	-5,32	Terdeteksi gempa
4.	30°	16,27	-6,59	Terdeteksi gempa
5.	40°	18,44	-5,53	Terdeteksi gempa

Pengujian Jangkauan Komunikasi LoRa

Pengujian jangkauan komunikasi pada LoRa dilakukan dengan cara LoRa Transmisi mengirim data pada LoRa Receiver yang jarak pengiriman datanya ditambah hingga titik lost connection. Dimana nilai data RSSI dalam satuan dBm dilihat pada serial monitor.

Tabel 3. Hasil Pengujian LoRa pada Luar Ruangan

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	RSSI (dBm)
1.	15	Hello	Hello	-66
2.	25	Hello	Hello	-70
3.	35	Hello	Hello	-73
4.	45	Hello	Hello	-84
5.	55	Hello	Hello	-92
6.	65	Hello	Hello	-86
7.	75	Hello	Hello	-94
8.	110	Hello	Hello	-98
9.	120	Hello	Hello	-102
10.	130	Hello	Hello	-106
11.	140	Hello	Hello	-110
12.	150	Hello	Hello	-

Tabel 4. Hasil Pengujian LoRa Dalam Ruangan

No.	Jarak (m)	Pesan dikirim	Pesan diterima	RSSI (dBm)
1.	10	Hello	Hello	-60
2.	20	Hello	Hello	-66
3.	30	Hello	Hello	-75
4.	40	Hello	Hello	-77
5.	50	Hello	Hello	-81
6.	60	Hello	Hello	-86
7.	70	Hello	Hello	-93
8.	80	Hello	-	-

Pengujian Aplikasi Blynk

Pada pengujian aplikasi *Blynk*, dalam hal ini yang diukur berupa delay (waktu) respon pengiriman data untuk penampilan notifikasi melalui aplikasi *Blynk*. Pengujian dilakukan pada node 1 dan node 2, tampak pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Delay Respon Notifikasi Node 1

No.	Bidang kemiringan berdasarkan sudut	Delay responke Blynk (s)
1.	10°	1

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

2.	20°	1,6
3.	30°	1,5
4.	40°	2
5.	50°	1,5

Tabel 6. Hasil Pengujian Delay Respon Notifikasi Node 2

No.	Bidang kemiringan berdasarkan sudut	Delay responke Blynk (s)
1.	10°	2
2.	20°	1,5
3.	30°	1,4
4.	40°	2
5.	50°	1,7

Pembahasan

Sensor Accelerometer ADXL345 mendeteksi guncangan akibat gempa dengan membaca perubahan nilai dari posisi awal bidang XY, dan XZ sesuai dengan batas yang telah dirancang. Pengukuran dimulai dari kemiringan 0° sampai 40°.

Pengujian komunikasi LoRa RA01 bertujuan mengetahui jarak maksimum LoRa dapat mengirimkan data. Sesuai tabel hasil pengukuran, jarak jangkauan LoRa pada luar ruangan mencapai 150 meter sedangkan hasil pengukuran jarak maksimum dari dalam ruangan atau dengan penghalang mencapai 80 meter.

Sesuai pada tabel hasil pengujian waktu respon pada Blynk, telah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali. Sehingga didapatkan rata-rata waktu delay dalam penampilan notifikasi melalui aplikasi blynk adalah 1,52 detik untuk Node 1 dan delay 1,72 detik untuk Node 2.

Hal ini membuktikan bahwa sensor Accelerometer, modul LoRa RA-01, buzzer, LCD dan Aplikasi *Blynk* bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem keseluruhan bekerja dengan baik.

SIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian pada sistem peringatan dini gempa ini dapat disimpulkan bahwa, sensor Accelerometer ADXL345 dapat mendeteksi terjadi gempa pada kemiringan sudut sebesar 10°, sehingga dibawah dari sudut tersebut dapat dikatakan aman. Pengiriman data oleh LoRa RA01 pada luar ruangan mencapai 150 meter, sedangkan dalam ruangan mencapai 80 meter. Sehingga jarak pengiriman data dapat dipengaruhi oleh halangan atau gangguan dan antena yang digunakan. Rata-rata waktu delay dalam penampilan notifikasi melalui aplikasi *blynk* adalah 1,52 detik untuk Node 1 dan delay 1,72 detik untuk Node ke 2. Tampilan pada aplikasi *Blynk* sangat bergantung pada koneksi internet untuk mengirimkan data ketika terdeteksi guncangan akibat gempa. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Karena itu, ada beberapa saran untuk memperbaiki atau mengembangkan sistem ini, diantaranya, dalam penelitian atau rancangan selanjutnya lebih baik menggunakan antena LoRa yang dapat mengirimkan data lebih jauh, untuk memaksimalkan fungsi alat. Sistem tidak dapat berjalan atau beroperasi ketika tidak ada arus listrik sebagai *power supply* sehingga dibutuhkan baterai sebagai *power supply* cadangan agar alat tetap dapat berfungsi dengan baik meski tanpa arus listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Usmanto, B., & Bernadhita, H. S. U. (2019, August). Rancang Bangun Alat Pengukur Gempa Berbasis Internet Of Things (IoT). In Prosiding Seminar Nasional Darmajaya (Vol. 1, pp. 264-270).
- Purwokerto, Nuzul & Purwokerto, Ahmad. (2018). PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI GEMPA MENGGUNAKAN ACCELEROMETER BERBASIS ARDUINO. *Evolusi : Jurnal Sains dan Manajemen*. 6. 10.31294/evolusi.v6i1.3582.
- Ghifari, A., Murti, M. A., & Nugrah, R. (2018). Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getar. *eProceedings of Engineering*, 5(3).
- Rahman, M. N., & Yusfi, M. (2015). Rancang bangun sistem alarm gempa bumi berbasis Mikrokontroler avr atmega 16 menggunakan sensor Piezoelektrik. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4).
- Teknik Elektronika, 2020, pengertian LCD. Tersedia dilaman <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/>. Diakses tanggal 20 Juni 2022.
- Milala, Devi Yanti. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi Secara Jauh Berbasis *Mikrokontroler Atmega 8535*. Dari <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/7834>. Diakses Juni 21, 2022, Pukul 19.20 WIB.