

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di salah satu zona gempa paling aktif di dunia, yang dikenal sebagai cincin api. Keadaan ini disebabkan oleh posisi Indonesia yang berada di sekitar cincin api Pasifik dan berada di atas tiga lempeng tektonik utama yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Oleh karena itu, Indonesia memiliki risiko yang tinggi terhadap gempa tektonik dan gempa vulkanik. Selain itu, gempa bumi yang terjadi juga dapat berpotensi menjadi tsunami [1]. Gempa bumi merupakan getaran di permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara mendadak dari lapisan terluar kulit bumi atau litosfer, yang menciptakan gelombang seismik [2]. Bencana gempa bumi selalu mengakibatkan kerugian, baik dalam bentuk kerugian materi seperti bangunan yang rusak maupun dampak psikologis, atau bahkan dapat menyebabkan korban jiwa [3], [4]. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), selama periode dari 1 hingga 20 Januari tahun 2023, tercatat 846 kejadian gempa bumi dengan magnitudo yang bervariasi antara 1.56 hingga 7.73 [5] dan dengan merujuk pada informasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tahun 2023 terdapat 4 orang meninggal dan 1 orang terluka akibat dari bencana gempa bumi [6]. Gempa bumi merupakan suatu kejadian yang tidak dapat dihindari, tetapi dampaknya dapat diminimalkan [7].

Untuk meminimalkan dampak dari gempa bumi yang terjadi perlu dilakukan dengan mendirikan struktur bangunan yang kokoh dan tahan terhadap gempa bumi. Selain itu, menggunakan sistem yang dapat digunakan untuk simulasi gempa. Dengan adanya simulasi gempa menggunakan sistem, masyarakat dapat memahami peringatan secara langsung dan tindakan yang perlu dilakukan ketika mendengar peringatan tersebut. Apabila masyarakat telah memahami peringatan dan tindakan yang perlu dilakukan ketika mendengar peringatan, maka akan memberikan kesempatan kepada masyarakat melakukan perlindungan diri saat

gempa berlangsung, sehingga dampak dari gempa bumi dapat diminimalkan [3], [8].

Pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang merupakan rencana untuk mengatasi masalah-masalah yang ada di dunia terdapat beberapa *goals*, salah satunya adalah *goals* 11 yaitu membahas tentang *sustainable cities and communities*. Dalam *goals* 11, salah satu tujuan yang ingin dicapai adalah menurunkan tingkat kematian, menurunkan jumlah individu yang terkena dampak, dan mengurangi kerugian ekonomi relatif terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) global yang disebabkan oleh bencana [9]. Hal ini berkaitan dengan pernyataan di atas tentang gempa bumi, dimana masalah yang ingin diselesaikan adalah menurunkan tingkat kematian dan orang terluka yang diakibatkan oleh gempa bumi. Oleh karena itu dengan berkembangnya Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yaitu *Internet of Things* (IoT). IoT dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk meminimalkan dampak yang diakibatkan oleh gempa bumi. IoT merupakan teknologi yang dapat menghubungkan segala jenis objek dengan internet [10] dan dapat berbagi data [11]. Dalam menerapkan IoT terdapat beberapa kebutuhan khusus, seperti jangkauan komunikasi yang luas, konsumsi energi yang rendah, dan efektivitas biaya. Oleh karena itu, kebutuhan penerapan IoT mendorong munculnya teknologi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) [12].

LPWAN merupakan teknologi jaringan komunikasi nirkabel yang dapat menyediakan konektivitas jarak jauh untuk perangkat dengan daya yang rendah, yang memerlukan transmisi data dalam jumlah kecil secara berkala [13], [14]. Pada saat ini, terdapat beberapa teknologi LPWAN, seperti Sigfox, NB-IoT, dan *long range* (LoRa) [12]. Masing-masing teknologi LPWAN tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda [15]. Namun, pada penelitian ini teknologi LPWAN yang digunakan yaitu LoRa. LoRa adalah teknologi yang memiliki kemampuan mengirimkan data dalam jarak yang jauh secara nirkabel [16]. Pemilihan LoRa dilakukan karena memiliki biaya yang relatif rendah. Dengan biaya yang relatif rendah, LoRa memiliki spesifikasi kecepatan data maksimum mencapai 50 kbps, memiliki jangkauan komunikasi lebih dari 10 km di daerah

pedesaan dan 5 km untuk di daerah perkotaan, serta sistem dapat beroperasi dengan daya baterai untuk jangka waktu yang lama berkat konsumsi daya yang rendah [17], [18].

Guna membantu meminimalkan dampak gempa bumi, terutama untuk mengurangi jumlah korban meninggal dan korban yang terluka akibat dari gempa bumi, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat digunakan untuk simulasi gempa dengan konsep mendeteksi adanya pergerakan serta memberi peringatan gempa atau peringatan potensi tsunami dengan menggunakan alarm suara dan lampu indikator alarm. Berdasarkan penelitian [19], untuk mendeteksi pergerakan menggunakan sensor MPU6050 dan pada penelitian [3], untuk memberi peringatan gempa ketika terjadi gempa menggunakan buzzer dan lampu *Light Emitting Diode* (LED).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem yang dapat digunakan untuk simulasi gempa bumi dengan tiga fitur utama. Pertama, sistem ini dapat mendeteksi pergerakan dan mengonversi menjadi magnitudo serta skala intensitas gempa (SIG) berdasarkan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Kedua, memberikan peringatan gempa dan peringatan potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa. Ketiga, memberikan informasi mengenai kekuatan gempa yang disimulasikan, dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi, dan waktu pelaksanaan simulasi gempa.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, identifikasi masalah yang ditemukan sebagai berikut:

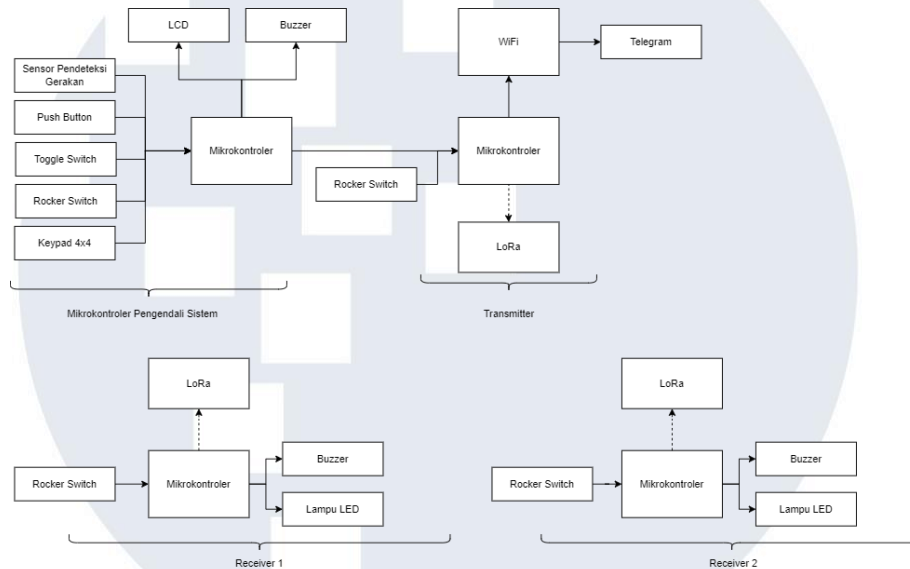
1. Rendahnya kesadaran dan kesiapan masyarakat dalam mitigasi bencana gempa bumi.
2. Tingginya risiko gempa bumi di Indonesia, sehingga memerlukan sistem yang dapat digunakan untuk simulasi gempa agar masyarakat lebih menyadari terkait potensi gempa di Indonesia.

1.3 Konsep Sistem

1.3.1 Konfigurasi Umum

Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa terdiri dari tiga subsistem yaitu subsistem pendeteksi pergerakan, subsistem pemberi peringatan, dan subsistem *user interface*. Subsistem pendeteksi pergerakan berfungsi untuk mendeteksi pergerakan saat simulasi gempa dilakukan, kemudian mengonversi pergerakan tersebut menjadi magnitudo dan SIG BMKG. Magnitudo menggambarkan kekuatan gempa yang disimulasikan, sedangkan SIG BMKG menggambarkan dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi. Subsistem pemberi peringatan berfungsi memberikan peringatan kepada masyarakat terkait adanya gempa atau potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa selama simulasi gempa bumi. Peringatan tersebut menggunakan alarm suara dan lampu indikator alarm yang diaktifkan melalui operator. Dalam subsistem pemberi peringatan terdapat *transmitter* dan *receiver*. *Transmitter* berfungsi untuk mengirimkan kode DTMF menggunakan LoRa ke *receiver* sebagai pesan untuk mengaktifkan alarm serta mengirimkan informasi mengenai kekuatan gempa yang disimulasikan, dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi, dan waktu pelaksanaan simulasi gempa ke *channel* Telegram, sedangkan *receiver* berfungsi untuk menerima pesan berupa kode DTMF dari *transmitter* menggunakan LoRa dan mengaktifkan alarm peringatan sesuai dengan kode *Dual Tone Multiple Frequency* (DTMF) yang dikirim. Subsistem *user interface* berfungsi untuk menampilkan magnitudo dan SIG BMKG pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) serta menampilkan kode DTMF yang dimasukkan oleh operator pada layar LCD untuk memberikan peringatan. DTMF merupakan sinyal telekomunikasi yang dihasilkan dari penggabungan dua frekuensi yang berbeda yaitu frekuensi rendah dan frekuensi tinggi untuk mengirimkan informasi numerik. Namun, dikarenakan sistem ini menggunakan LoRa, dimana LoRa tidak dapat mendengar dan menterjemahkan DTMF sehingga DTMF dikirimkan melalui komunikasi *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) dan LoRa. UART merupakan komunikasi antara dua perangkat melalui kabel,

data yang dikirim pada komunikasi UART akan dikirim satu persatu. Nada DTMF digunakan untuk tanda kepada operator bahwa alarm telah aktif. Berikut ini merupakan diagram Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa.



Gambar 1.1 Diagram Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa

1.3.2 Kemampuan dan Kapasitas Produk

Bentuk konfigurasi dari Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa dapat dilihat pada Gambar 1.1 dengan tujuan perancangan agar memiliki kemampuan sistem sebagai berikut:

1. Mendeteksi pergerakan saat simulasi gempa dilakukan dan mengonversi pergerakan tersebut menjadi magnitude dan SIG BMKG.
2. Memberikan peringatan gempa atau peringatan potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa dalam simulasi gempa bumi dengan menggunakan alarm suara dan lampu indikator alarm melalui operator.
3. Memberikan informasi mengenai kekuatan gempa yang disimulasikan, dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi, dan waktu pelaksanaan simulasi gempa pada *channel* Telegram.
4. Menampilkan magnitude dan SIG BMKG pada layar LCD serta menampilkan kode DTMF yang dimasukkan oleh operator pada layar LCD untuk memberikan peringatan.

5. Mampu mengirimkan pesan dari *transmitter* ke *receiver* pertama dan *receiver* kedua menggunakan LoRa.

6. Mampu mengirimkan pesan dari mikrokontroler Arduino Mega ke *transmitter* melalui UART.

Kapasitas produk yang diberikan oleh Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat empat kode DTMF yang dapat digunakan sebagai perintah untuk *receiver* pertama dan *receiver* kedua mengaktifkan alarm peringatan saat simulasi gempa.

1.4 Batasan Sistem

Dalam pengembangan Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa terdapat lima hal yang menjadi batasan-batasan pada sistem selama berlangsungnya pengerjaan proyek. Pertama, sistem ini digunakan untuk simulasi gempa. Kedua, karena sistem ini digunakan untuk simulasi gempa sehingga menggunakan sensor MPU6050 yang dapat mendeteksi pergerakan. Ketiga, sistem ini tidak menghasilkan magnitudo dan SIG BMKG yang valid sesuai dengan BMKG karena sensor yang digunakan tidak dikalibrasi menggunakan seismograf milik BMKG. Keempat, sistem ini belum dapat beroperasi secara otomatis dan masih membutuhkan operator terutama untuk mengaktifkan peringatan potensi tsunami karena sistem tidak dapat mendeteksi tsunami. Selain itu untuk memperoleh magnitudo serta SIG BMKG dibutuhkan operator untuk menggerakkan boks. Kelima, *receiver* LoRa pada sistem ini menerapkan kelas C, dimana *receiver* akan selalu berada dalam mode penerima, sehingga *receiver* dapat menerima pesan dari *transmitter* tanpa perlu menunggu waktu tertentu dan langsung memproses pesan tersebut untuk mengaktifkan alarm. Penerapan LoRa kelas C membuat *receiver* menerima pesan lebih cepat. Namun, dengan penerapan tersebut akan mengkonsumsi daya paling banyak dibandingkan dengan LoRa kelas A dan kelas B.

1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem

Sistem yang dikembangkan ini memiliki tujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap potensi gempa di wilayah Indonesia. Dengan

keberadaan sistem ini, masyarakat dapat lebih memahami peringatan gempa atau peringatan potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa. Selain itu, memahami skala magnitudo dan SIG BMKG serta dampak yang diakibatkan gempa tersebut, sehingga ketika suatu saat terjadi gempa, masyarakat dapat segera mengambil tindakan perlindungan diri yang tepat untuk mengurangi risiko bahaya yang mungkin terjadi.

