

BAB II

KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM

2.1 Konsep Desain Sistem

Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa merupakan sistem yang digunakan untuk simulasi gempa bumi. Sistem ini dapat mendeteksi pergerakan saat simulasi gempa dilakukan. Selain itu, sistem ini juga dapat memberikan peringatan gempa atau peringatan potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa serta memberikan informasi mengenai kekuatan gempa yang disimulasikan, dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi, dan waktu pelaksanaan simulasi gempa pada *channel* Telegram. Peringatan gempa dan peringatan potensi tsunami yang diberikan berupa alarm suara dan lampu indikator alarm. Alarm suara dan lampu indikator alarm akan menyala bersamaan ketika peringatan diaktifkan. Terdapat empat jenis alarm peringatan dalam sistem ini yaitu alarm gempa, waspada, siaga, dan awas. Alarm tersebut dapat diberikan oleh operator kepada masyarakat saat simulasi gempa dengan memindahkan posisi *toggle switch* dan menekan *push button* atau menekan *keypad* yang telah tersedia pada boks.

Sistem ini didesain memiliki bentuk kotak dengan total empat buah. Terdapat tiga subsistem yang dimiliki oleh sistem ini yaitu subsistem pendeteksi pergerakan, subsistem pemberi peringatan, dan subsistem *user interface*. Subsistem pendeteksi pergerakan berfungsi untuk mendeteksi pergerakan saat simulasi gempa berlangsung, kemudian mengonversi pergerakan tersebut menjadi magnitudo dan SIG BMKG. Subsistem pemberi peringatan berfungsi memberikan peringatan kepada masyarakat terkait adanya gempa atau potensi tsunami yang diakibatkan oleh gempa selama simulasi gempa bumi menggunakan alarm suara dan lampu indikator alarm melalui operator. Dalam subsistem pemberi peringatan terdapat *transmitter* dan *receiver*. Subsistem *user interface* berfungsi untuk menampilkan magnitudo dan SIG BMKG pada layar LCD serta menampilkan kode DTMF yang dimasukkan oleh operator pada layar LCD untuk memberikan peringatan.

Pada sistem ini *transmitter* dan *receiver* menggunakan mikrokontroler ESP8266, sedangkan mikrokontroler pengendali sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Mega. Mikrokontroler pengendali sistem merupakan mikrokontroler ketiga subsistem yaitu subsistem pendeteksi pergerakan, subsistem pemberi peringatan, dan subsistem *user interface* yang berfungsi untuk membaca data sensor, mengonversi data sensor, menampilkan data sensor pada layar LCD, mengirim kode DTMF, dan memberikan peringatan kepada masyarakat. Komunikasi antara mikrokontroler pengendali sistem dengan *transmitter* menggunakan komunikasi UART, sedangkan komunikasi antara *transmitter* dengan *receiver* menggunakan LoRa.

Sistem ini memiliki 2 spesifikasi yaitu spesifikasi produk secara umum dan spesifikasi produk secara khusus. Spesifikasi produk secara umum Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa memiliki kemampuan untuk memberikan peringatan dengan mengaktifkan alarm suara dan lampu indikator alarm melalui operator, sedangkan spesifikasi produk secara khusus adalah mendeteksi pergerakan saat simulasi gempa, mengonversi pergerakan tersebut menjadi magnitude dan SIG BMKG, dan mengirimkan kode DTMF untuk memberikan peringatan dalam simulasi gempa menggunakan LoRa.

2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas

Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa memiliki spesifikasi yang telah direncanakan oleh peneliti. Bagian ini memberikan gambaran rinci tentang spesifikasi yang terdapat pada subsistem. Penjelasan dalam bagian ini dibagi menjadi parameter yang ingin dicapai dalam pengembangan produk ini. Berikut ini merupakan parameter yang dimasukkan sebagai spesifikasi.

1. Akurasi

Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa diharapkan mampu mencapai persentase akurasi sebesar 80%. Parameter yang menentukan tingkat akurasi dari sistem ini didasarkan pada kesesuaian antara nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang

dihasilkan oleh sistem ini dengan PGA pada referensi di magnitudo atau SIG BMKG tertentu.

2. Presisi

Produk Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa diharapkan mampu mencapai persentase presisi 80%. Parameter yang menentukan tingkat presisi dari sistem ini ditentukan oleh kesesuaian magnitudo dan SIG BMKG yang dihasilkan oleh sistem ketika boks digerakkan dengan jumlah yang sama.

3. Dimensi Produk

Bentuk desain Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa terdiri dari 4 boks. Boks pertama digunakan untuk menempatkan rangkaian *transmitter*, dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi sebesar 12.5 x 8.5 x 5. Boks kedua digunakan untuk menempatkan rangkaian mikrokontroler pengendali sistem, dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi sebesar 18.3 x 11.5 x 6. Boks ketiga dan boks keempat digunakan untuk menempatkan rangkaian *receiver*, dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi sebesar 12.5 x 8.5 x 5.

4. Konsumsi Daya

Konsumsi daya yang digunakan oleh Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa sebesar 3.394 watt. Berikut ini merupakan detail konsumsi daya produk secara keseluruhan.

Tabel 2.1 Rincian Konsumsi Daya Produk Secara Keseluruhan

No	Komponen	Jumlah	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (W)
1	ESP8266	3	3.3	80	0.792
2	Arduino Mega	1	5	20	0.1
3	MPU6050	1	5	0.5	0.0025
4	Buzzer	5	5	30	0.75
5	LED Merah	2	2.03	30	0.1218
6	LED Biru	4	3.7	30	0.444
7	LCD	1	5	200	1
8	LoRa	3	3.3	10.3	0.03399
9	Keypad 4x4	1	5	30	0.15
Total					3.394

5. Kemudahan Penggunaan

Kemudahan penggunaan Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa yaitu operator hanya perlu menempatkan *receiver* di tempat yang berbeda, sehingga alarm peringatan terdengar di tempat yang berbeda. Kemudian, apabila operator ingin memperoleh magnitudo dan SIG BMKG, operator dapat menggerakkan boks yang terdapat sensor di dalamnya. Untuk memberikan peringatan, operator dapat memindahkan posisi *toggle switch* dan menekan *push button*, atau menggunakan mode manual dengan menekan *keypad* apabila *toggle switch* atau *push button* sedang mengalami kerusakan.

6. Kekuatan/Kestabilan Sistem

Secara keseluruhan, sistem menggunakan boks yang kokoh untuk menempatkan rangkaian dan komponen yang digunakan akan berikan sekrup sehingga ketika terjadi guncangan dan boks jatuh, boks tidak mudah pecah dan komponen tidak terlepas dari boks. Selain itu, penyusunan komponen pada sistem ini telah dipastikan sesuai dengan pengkabelan yang sudah dirancang sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. Kemudian, terdapat kondisi yang membuat sistem gagal bekerja yaitu apabila komponen yang digunakan terkena air dan sistem jatuh dari tempat yang tinggi.

7. Kompabilitas Dengan Subsistem Tambahan

Sistem yang dikembangkan ini memiliki kompatibilitas dengan subsistem tambahan. Apabila terdapat subsistem tambahan, maka subsistem tersebut perlu menerapkan komunikasi dengan menggunakan LoRa, sehingga subsistem tambahan tersebut dapat mengirim dan menerima pesan dengan *transmitter*.

2.2.1 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

Bagian ini menjelsakan mengenai standarisasi industri yang harus diikuti oleh sistem yang akan dikerjakan sebagai berikut:

1. SNI 04-1685-1989, standar mengenai standar produk terhadap suhu ruang, tekanan udara, kelembaban dan getaran.
2. IP 22, ingress protection, standar mengenai interaksi dengan anggota tubuh manusia dan cipratan air.

3. SNI 04-2051.1-2004, standar mengenai penggunaan baterai.
4. SNI ISO/IEC TR22417:2017 standar mengenai teknologi informasi – kasus-kasus penggunaan internet untuk segala (IoT).
5. SNI 04-6253-2003 standar mengenai peralatan elektronika sejenis.
6. SNI 04-6629.5-2006 standar mengenai kabel fleksibel.

2.2.2 Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan

Dalam pengembangan Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa memiliki target yang harus terpenuhi dan diharapkan dapat berjalan dengan baik sesuai fungsinya. Maka, perlu dilakukan analisis *mean time before failure* (MTBF) dengan target sekitar 54 jam dan analisis *mean time to repair* (MTTR) dengan target sekitar 1 hari. Target MTBF dihitung dengan asumsi bahwa sistem dapat bekerja selama 90 jam dengan terjadi kerusakan sebanyak 2 kali. Maka nilai MTBF dapat dihitung dengan membagi 108 jam (bekerja 3 jam sehari, setiap 1 bulan sekali) dengan total kerusakan yaitu 2 kali didapatkan nilai 54 jam. Untuk MTTR, diasumsikan terjadi kerusakan pada komponen-komponen yang berada di bagian luar boks, seperti kabel untuk komunikasi UART dan buzzer, sehingga diperlukan waktu sehari untuk memperbaiki dan mengganti komponen.

2.2.3 Spesifikasi Sistem Berdasarkan *Constraint*/Hambatan

Bagian ini membahas mengenai *constraint* yang menjadi hambatan spesifikasi sistem.

1. Biaya material sistem tidak lebih dari 3 juta.
2. Penggunaan sensor untuk mendeteksi gerakan berjenis MPU6050.
3. Alarm suara menggunakan buzzer berjenis SFM-20B.
4. Lampu indikator alarm menggunakan LED berwarna merah.
5. Penggunaan LoRa kelac C untuk komunikasi antara *transmitter* dengan receiver.
6. Frekuensi yang digunakan oleh LoRa 915 MHz.
7. Antenna yang digunakan untuk LoRa 3 dBi dan 5 dBi.

2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi

Spesifikasi produk yang dijanjikan akan dianalisis dan diverifikasi tingkat keberhasilannya melalui sebuah prosedur pengujian.

2.3.1 Prosedur Pengujian

Prosedur Pengujian Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa mencakup hal-hal berikut.

1. Menempatkan *transmitter* pada titik yang telah ditentukan.
2. Melakukan konfigurasi sistem pada *transmitter* dan *receiver* pertama, seperti meyalakan sistem dengan menggeser *rocker switch* dan memastikan *receiver* pertama terhubung dengan Wi-Fi agar informasi terkait data yang diterima oleh *receiver* pertama dan nilai RSSI yang diperoleh dapat dilihat pada Telegram.
3. Mencari nilai RSSI dengan memindahkan *receiver* pertama dengan jarak yang berbeda-beda, mulai dari mendekat dengan *transmitter* sampai menjauh dengan *transmitter*

2.3.2 Analisis Toleransi

Pada proses kerja produk terdapat berbagai kondisi kurang ideal yang masih dapat ditoleransi. Kondisi kurang ideal yang dapat terjadi dan masih dapat ditoleransi adalah pertama, ketika terjadi gangguan dengan jaringan Wi-Fi yang digunakan oleh sistem yang menyebabkan tidak dapat memberikan informasi mengenai kekuatan gempa yang disimulasikan, dampak dari nilai kekuatan gempa pada simulasi gempa bumi, dan waktu pelaksanaan simulasi gempa. pada *channel* Telegram. Namun, sistem masih dapat memberikan peringatan dalam simulasi gempa bumi kepada masyarakat melalui alarm suara dan lampu indikator alarm melalui operator.

2.3.3 Pelaksanaan Pengujian

Sistem Pendeteksi dan Peringatan Dini Gempa Bumi Menggunakan LoRa yang dikembangkan dapat dilakukan pengujian di tempat tertutup atau tempat terbuka Hal ini karena sistem dapat diaplikasikan pada tempat tertutup atau tempat yang terbuka, seperti di gedung kampus atau di pemukiman padat penduduk.