

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Indonesia merupakan negara rawan gempa. Hal ini disebabkan karena posisi geologis Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng litosferik besar yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia sehingga gaya interaksi antar-lempeng tersebut senantiasa menekan dan menggeser berbagai patahan yang tersebar di seluruh bagian Indonesia, baik di daratan maupun di dasar lautan [1].

Wilayah Bandung dikenal sebagai daerah yang rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh topografi kota yang berbentuk cekungan dan dikelilingi oleh gunung-gunung api yang telah ada sejak jutaan tahun lalu, yang membuat Bandung berada dekat dengan sesar-sesar aktif. Terdapat beberapa sesar aktif, seperti Sesar Lembang, Sesar Cileunyi, Sesar Tanjungsari, dan Sesar Jati, yang mengelilingi kota Bandung dan telah ditetapkan sebagai sumber gempa bumi [2]. Gempa yang mungkin terjadi dapat menyebabkan dampak besar, termasuk kerusakan bangunan, korban jiwa, serta mempengaruhi aspek-aspek lain seperti perekonomian kota Bandung [3]. Masalah ini dipilih karena tingginya risiko gempa bumi di wilayah Bandung yang dapat berdampak langsung terhadap keselamatan dan keamanan infrastruktur, termasuk di lingkungan pendidikan seperti Universitas Telkom. Salah satu masalah utamanya adalah perbedaan osilasi bangunan pada gedung tinggi seperti gedung perkuliahan Telkom *University Landmark Tower* (TULT), sehingga gempa yang dirasakan di setiap lantainya berbeda. Karena semakin tinggi bangunan, osilasi bangunan semakin jauh sehingga gempa lebih terasa. Sedangkan di lantai paling bawah tidak begitu terasa, hal ini menjadi berbahaya apabila dampak terjadinya gempa terjadi tanpa kesadaran untuk evakuasi diri. Saat ini, masyarakat dan institusi pendidikan seperti Universitas Telkom belum sepenuhnya memiliki sistem deteksi gempa yang cepat dan akurat, yang dapat memberi peringatan saat terjadi gempa. Akibatnya, respons terhadap gempa sering kali terlambat sehingga menyebabkan potensi kerugian yang lebih besar.

Dalam manajemen evakuasi yang perlu dilakukan, diperlukan jumlah pasti total orang dalam gedung untuk membantu proses evakuasi menyeluruh. Total jumlah orang

ini perlu untuk terus diperbarui selama proses evakuasi hingga tidak terdapat orang satupun dalam gedung untuk mengurangi risiko keselamatan.

Masalah ini melibatkan berbagai aspek penting, seperti aspek teknis dalam penerapan teknologi deteksi gempa, aspek keselamatan dan keamanan dalam memberikan peringatan, aspek ekonomi menjadi investasi strategis bagi Universitas Telkom, dan aspek sosial dalam meningkatkan kesadaran dan kesiapan sivitas Universitas Telkom.

1.2 Analisis Masalah

Masalah utama dalam perancangan sistem pendeteksi gempa di Universitas Telkom adalah belum tersedianya alat yang mampu mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap gempa bumi di area kampus Universitas Telkom. Masalah tersebut dapat menimbulkan berbagai masalah lainnya yang dapat dikategorikan dalam beberapa aspek.

1.2.1 Aspek Keamanan dan keselamatan

Keamanan dan keselamatan merupakan aspek utama yang harus diperhatikan. Gempa bumi sangat membahayakan keselamatan masyarakat, dikarenakan dampak yang diakibatkan gempa bumi sangat besar hingga dapat meruntuhkan bangunan, menggeser tanah, dan dapat pula menjadi pemicu bencana alam lainnya seperti tanah longsor dan tsunami. Bencana tidak dapat dicegah dan tidak dapat diperkirakan secara akurat, sehingga masyarakat tidak dapat menghindari wilayah dimana terdapat patahan atau sesar, kemungkinan tsunami dan longsor, serta bangunan sipil yang rentan roboh [4]. Dengan ketiadaan sistem peringatan gempa bumi, dapat memperparah keadaan. Terlebih lagi apabila terdapat seseorang yang tidak merasakan langsung getarannya ketika dampak gempa sudah terjadi, dikhawatirkan dapat menimbulkan korban jiwa.

1.2.2 Aspek Lingkungan

Bencana gempa bumi tidak hanya menyebabkan kerusakan fisik bangunan, tetapi juga menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah seperti kerusakan

infrastruktur, kerusakan geologi dan struktur tanah, hingga kontaminasi sumber air. Semua jenis kerusakan lingkungan ini tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat mengurangi dampak yang dihasilkan. Respons cepat dibutuhkan untuk mengambil langkah perlindungan infrastruktur, seperti mematikan listrik untuk mengurangi risiko kerusakan lain. Selain itu, tidak semua orang dapat merasakan gempa untuk bisa menghindari wilayah yang rawan terjadi kerusakan tanah.

1.2.3 Aspek Ekonomi

Dampak langsung dari bencana yaitu meliputi kerugian finansial dari kerusakan-kerusakan dari aset ekonomi yaitu berupa rusaknya bangunan [5]. Dalam aspek ekonomi, ketiadaan alat pendeteksi gempa bumi di lingkungan Universitas Telkom dapat menimbulkan kerugian finansial yang signifikan. Jika terjadi gempa, kerusakan pada fasilitas seperti infrastruktur dan peralatan kampus akan berdampak langsung pada meningkatnya biaya perbaikan. Universitas Telkom harus mengeluarkan anggaran besar untuk memperbaiki bangunan yang rusak, mengganti peralatan, serta memulihkan layanan. Selain itu, gangguan operasional akibat gempa juga dapat menyebabkan kerugian tambahan, baik dari segi biaya maupun waktu yang dibutuhkan untuk pemulihan.

1.2.4 Aspek Sosial

Gempa bumi sering kali menyebabkan perubahan perilaku manusia yang ditandai dengan rasa cemas, panik, dan ketakutan. Perubahan perilaku adalah perubahan tindakan, sikap atau pola respons seseorang terhadap situasi dan kondisi pada lingkungan sekitarnya [6]. Gempa menimbulkan trauma psikologis, terutama bagi mereka yang mengalami langsung atau menyaksikan kerusakan fisik dan kehilangan. Mahasiswa, dosen dan staf akan mengalami stres, kecemasan, dan ketidakpastian terkait keamanan masa depan mereka di kampus. Tidak hanya itu, gempa mengakibatkan gangguan pada kehidupan sosial mahasiswa. Aktivitas kegiatan mahasiswa bisa terganggu akibat kerusakan fasilitas dan ancaman keamanan. Hal ini menyebabkan berkurangnya

interaksi sosial dan perasaan isolasi bagi banyak individu.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Dalam menghadapi poin permasalahan yang telah dikaji, terdapat solusi yang masih digunakan saat ini yaitu Seismometer dan *Accelerograph* yang dioperasikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Peralatan tersebut dipasang dan dikelola di berbagai titik pada tiap daerah sesar aktif, wilayah vulkanik, zona subduksi, dan daerah rawan gempa di Indonesia. Sistem tersebut telah terintegrasi dengan aplikasi dan *website* bmkg.go.id untuk memberikan peringatan gempa bumi dan cuaca. Namun sistem yang diciptakan oleh BMKG berfokus pada mendeteksi parameter-parameter gempa bumi, yaitu pusat gempa bumi berada ataupun besar magnitudonya. Sehingga hal ini menunjukkan bahwa solusi yang ada belum memberikan jawaban atas permasalahan utama, yaitu memberikan informasi dan peringatan *real-time* kepada mahasiswa dan sivitas Universitas Telkom dengan keberadaan gempa bumi yang terjadi di wilayah kampus. Untuk menjawab permasalahan ini, berikut merupakan perincian analisis komparatif dari solusi yang ada dan solusi yang akan dirancang.

Adapun inovasi yang telah diciptakan yaitu sistem peringatan dini gempa bumi pada bangunan yaitu sebuah sistem yang dapat memberikan peringatan gempa bumi dengan menggunakan *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN) untuk mengirimkan data informasi jarak jauh dan menggunakan sensor akselerasi dan getaran untuk mendeteksi kekuatan level gempa pada gedung bertingkat. Keluaran yang dihasilkan berupa LED, sirine, dan aplikasi *monitoring* tanpa mengirimkan notifikasi khusus yang diberikan kepada seluruh warga kampus.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari proyek ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi gempa bumi berbasis IoT menggunakan sensor akselerometer dan mikrokontroler serta mengembangkan sistem pendeteksi jumlah penghuni gedung menggunakan pengolahan citra gambar. Untuk kemudian mengintegrasikan sistem deteksi getaran dan jumlah orang ke dalam satu platform aplikasi *mobile* berbasis *cloud* sehingga

mampu memberikan peringatan berupa notifikasi saat gempa terdeteksi. Hingga menguji performa sistem dalam hal akurasi, latensi, dan keandalan deteksi serta pengiriman data.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Dalam mencapai tujuan, proyek ini diselesaikan dalam waktu yang ditentukan, terdapat batasan-batasan masalah yang dibuat. Sistem hanya mendeteksi getaran dengan ambang batas minimal $>0,05g$, serta hanya digunakan dalam skala lokal, yaitu pada gedung TULT Universitas Telkom. Sistem menggunakan sensor ADXL345 untuk deteksi getaran dan pengolahan citra untuk penghitung jumlah orang. Komunikasi data dilakukan menggunakan Wi-Fi, mikrokontroler ESP32 dan data disimpan serta dikirim melalui Firebase. Sistem tidak memprediksi gempa bumi, hanya mendeteksi getaran yang sedang terjadi.