

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Bencana Gempa Bumi dan Tsunami yang terjadi di Aceh pada tanggal 26 Desember 2004. Tsunami yang terjadi pada tahun 2004 lalu merupakan salah satu Tsunami pada abad modern yang Gempa Buminya berskala sangat besar. Beberapa literatur melaporkan besaran Gempa Bumi yang memicu Tsunami ini berada antara 9.1 Mw (*Magnitudo momen*) sampai 9.3 Mw (*Magnitudo momen*)<sup>[1]</sup>. Meskipun demikian, *United States Geological Survey* (USGS) lebih cenderung merekomendasikan besar Gempa Bumi yang memicu Tsunami tersebut sebesar 9.1 Mw (*Magnitudo momen*). Penyebab Tsunami dapat saja karena Gempa Bumi, letusan gunung api, longsor, atau jatuhnya meteor. Tsunami karena sebab Gempa Bumi merupakan Tsunami yang paling sering terjadi<sup>[2]</sup>.

Gempa Bumi menurut data tercatat 71.628 kejadian Gempa Bumi yang dapat dianalisis selama kurun waktu 11 tahun pengamatan gempa (2009-2019) di wilayah teritorial Negara Indonesia. Gempa Bumi tersebut di pilah kembali berdasarkan 34 wilayah provinsi di Indonesia dan dihitung statistik frekuensinya baik secara rata-rata tahunan, bulanan dan harian serta frekuensi berdasarkan magnitudo dan kedalaman Gempa. Berdasarkan perhitungan dan pemilahan data selama kurun waktu 11 tahun, wilayah Indonesia memiliki rata-rata aktivitas Gempa tektonik sebanyak 6.512 kejadian per tahunnya, 543 kejadian per bulannya dan 18 kejadian gempa per harinya<sup>[3]</sup>.

Gempa Bumi merupakan suatu fenomena yang banyak terjadi di seluruh dunia. Terjadinya Gempa Bumi tidak jarang menelan korban jiwa. Berdasarkan peristiwa tersebut diperlukannya alat yang dapat mendeteksi terjadinya Gempa Bumi atau disebut juga sistem *monitoring*<sup>[4]</sup>.

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 Gempa Bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke

segala arah berupa gelombang Gempa Bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi<sup>[5]</sup>.

Tsunami adalah peristiwa datangnya gelombang laut yang tinggi dan besar ke daerah pinggir pantai beberapa saat setelah terjadi Gempa Bumi, letusan gunung berapi dan tanah longsor di dasar laut. Tsunami merupakan gelombang air yang sangat besar yang dibangkitkan oleh bermacam-macam gangguan di Samudra. Gangguan ini dapat berupa Gempa Bumi, pergeseran lempeng atau gunung meletus dan adanya meteorit yang jatuh ke bumi<sup>[6]</sup>.

Gempa merupakan bencana alam yang sampai saat ini masih sangat sulit dan kompleks untuk diprediksi, kapan bencana tersebut akan terjadi dalam hitungan yang sangat detail. Kejadian gempa-gempa besar yang pernah terjadi di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, mengisyaratkan bahwa upaya *preventif* belum dilakukan dengan baik sehingga dampak dari korban masih tinggi. Upaya *preventif* perlu dilakukan berupa mitigasi bencana baik secara struktural maupun nonstruktural, kesiapsiagaan, sistem *monitoring (early warning system)*, rencana kedaruratan yang tangguh dalam menghadapi bencana Gempa dan Tsunami<sup>[7]</sup>.

Pengamatan dan pencatatan Gempa Bumi pada umumnya digunakan Seismograf. Seismograf merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan merekam getaran yang terjadi pada bumi akibat adanya peristiwa Gempa Bumi. Seismograf yang digunakan untuk mendeteksi peristiwa Gempa Bumi adalah seismograf analog yang pada proses pembuatannya memerlukan biaya yang relatif besar serta kecermatan dan keakuratan hitungan matematis yang didasarkan pada hukum- hukum ilmu Fisika<sup>[8]</sup>.

Sistem pemantauan Gempa Bumi dan Tsunami diperlukan suatu sistem sensor yang memiliki persebaran tinggi, dan memiliki kemudahan dalam proses instalasi. Sensor getar dan ketinggian air ini memiliki elemen keunggulan di atas, sehingga proses instalasi sensor mudah, dan dapat diaplikasikan pada suatu daerah rawan terjadi Gempa Bumi. Melalui monitor terhadap getaran pada permukaan tanah dan ketinggian air, maka Gempa Bumi dan Tsunami dapat diamati secara keseluruhan. Gempa Bumi dan Tsunami memang sulit untuk diprediksi kapan terjadinya. Berdasarkan permasalahan penyebab terjadinya Gempa Bumi Dan

Tsunami maka dibutuhkan sistem instrumen yang tepat untuk memonitor Gempa Bumi dan Tsunami.

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk memonitor Gempa Bumi. Penggunaan sensor yang telah dipakai untuk memonitor pergeseran Gempa Bumi yaitu sensor Nirkabel oleh Bagus Seto Wahyono yang dari hasil pengukuran dan analisis datanya menunjukkan bahwa jaringan sensor nirkabel yang telah dibangun dapat membaca aktifitas Gempa Bumi mendekati dengan hasil yang dideteksi oleh hasil yang telah dicatat oleh alat pada *shaking table*. Dalam hal ini PGA (*Peak Ground Acceleration*) Gempa yang terjadi pada zona 1, zona 2, dan zona 3 berdasarkan skala Shindo. Penggunaan zona 1, zona 2, dan zona 3 adalah untuk membedakan pemodelan Gempa Bumi pada setiap nodenya. Skala Shindo adalah skala yang digunakan untuk mengukur PGA (*Peak Ground Acceleration*) dari Gempa Bumi yang terjadi pada suatu tempat<sup>[9]</sup>.

Penelitian serupa juga telah dilakukan untuk memonitor Gempa Bumi dengan menggunakan Sensor Getar *Accelerometer* MMA7361 yang berdasarkan hasil pengujian, sensor getaran yang terintegrasi dengan *mikrokontroller* dapat membaca aktivitas Gempa Bumi yang kemudian dicatat dan ditampilkan di Matlab. Dari perbandingan, dapat disimpulkan bahwa yang didapat sama dengan seismograf analog dengan nilai 16 *event* selama 48 detik terjadinya guncangan<sup>[8]</sup>.

Penelitian yang sama juga telah dilakukan untuk memonitor Gempa Bumi dengan menggunakan sensor getar SW-420 yang diintegrasikan dengan *Raspberry Pi* sebagai mikrokontroler dan modul LoRa yang berbasis teknologi *Low Power Wide Area Network* (LP-WAN) yang menggunakan radio frekuensi sebagai media pengirim data. Hasil pengujian yang dilakukan, sistem yang dibangun bisa mendeteksi getaran Gempa, dan berhasil menunjukkan titik koordinat lokasi secara *realtime*<sup>[10]</sup>.

Penelitian yang lain juga pernah dilakukan untuk memonitor Tsunami dengan menggunakan *smart sensor* BNO055 untuk memantau ketinggian permukaan air dan tinggi gelombang laut. Penelitian ini berhasil melakukan komunikasi antara sensor BNO055 dengan *Raspberry Pi* 3 Model B+. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh persentase nilai akurasi sebesar 94,96% untuk

pengukuran posisi pada sumbu X, 94,37% pada sumbu Y, dan 91,91% pada sumbu Z, serta 97,31% pada parameter ketinggian gelombang<sup>[11]</sup>.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, tampak bahwa masih sangat jarang penelitian yang dilakukan secara bersamaan untuk sistem *monitoring* Gempa Bumi dengan *Monitoring* Tsunami yang dikombinasikan dengan aplikasi berbasis *Android*. Penelitian ini mencoba membandingkan hasil deteksi sensor yang berupa intensitas dalam satuan arbitrary unit (a.u) pada serial *plotter* dengan hasil yang dibaca pada Vibration Meter untuk mengambil kesimpulan Intensitas Gempa berdasarkan pada tabel SIG. Maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Sistem *Monitoring* Gempa Bumi dan Tsunami Menggunakan Sensor Getaran dan Ketinggian Air Berbasis IoT”. Sistem yang dirancang terdiri dari blok sensor getar SW-420 untuk *monitoring* Gempa Bumi, blok sensor Ultrasonik JSN SR04T untuk memonitor perubahan ketinggian air sebagai *monitoring* Tsunami, Arduino Uno dan Modul *Wifi* ESP 8226 untuk pengolahan dan pengirim data hasil pendeteksian sensor serta aplikasi tanggap bencana sebagai penampil. Parameter Gempa Bumi yang dipakai adalah MMI (*Modified Mercalli Intensity*) yang menggunakan penilaian secara visual, parameter gempa bumi international. SIG (Skala Intensitas Gempa Bumi) yang sudah ada satuan PGA (*Peak Ground Acceleration*) dan sudah mencakup MMI didalamnya yang dibuat oleh BMKG. Sistem *Monitoring* dengan sensor getar SW-420 bila terdeteksi getaran, sensor getar segera terputus dan nilai *output* tinggi. Setelah terdeteksi adanya getaran yang berlebihan dan melampaui batas yang sudah ditentukan, maka hasil deteksi tersebut akan disimpan ke dalam *database* untuk dilakukan pengolahan data. Hasil tersebut akan disampling dan menghasilkan keluaran berupa Skala Intensitas Gempa Bumi. Penggunaan Sensor getaran ini memiliki kelebihan dalam *outputnya* yang dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler untuk mendeteksi nilai rendah dan tinggi sehingga dapat diketahui apakah sedang terjadi getaran atau tidak. Sistem *monitoring* dengan sensor Ultrasonik JSN SR04T akan mendeteksi perubahan ketinggian air laut setelah terjadinya Gempa Bumi dan

hasil dari perubahan tersebut akan dijadikan *monitoring* Tsunami berdasarkan status Siaga, Waspada, dan Berbahaya.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang Sistem *Monitoring* Gempa Bumi dan Tsunami dengan menggunakan sensor getar SW-420 dan sensor Ultrasonik JSN SR04T dengan hasil dari data sensor bisa ditampilkan pada aplikasi tanggap bencana.

## **I.3 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam sistem *monitoring* Gempa Bumi dan Tsunami dalam upaya mitigasi bencana Gempa Bumi dan Tsunami terutama pada saat terjadinya bencana. Sehingga dapat memberikan informasi yang akurat tentang status bencana Gempa Bumi dan Tsunami serta menjadi salah satu solusi dalam mengurangi banyaknya korban jiwa.

## **I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi perancangan sistem *monitoring* Gempa Bumi, monitor perubahan ketinggian air dan pengiriman data dengan metode telemetri nirkabel serta analisis terhadap hasil uji sistem. Batasan masalah yang perlu ditentukan agar penelitian terarah dan sesuai tujuan yaitu :

1. Parameter fisis yang diamati adalah getaran dari Gempa Bumi dan perubahan ketinggian air laut.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor getar SW-420 untuk mendeteksi ada tidaknya getaran dan sensor JSN-SR04T untuk mendeteksi perubahan ketinggian air.
3. Kondisi yang digunakan untuk sistem *monitoring* Gempa Bumi adalah ketika nilai *output* rendah tidak ada getaran dan nilai *output* tinggi akan terdeteksi ada getaran. Hasil *output* getaran dalam program Arduino Uno berupa

perubahan intensitas dalam satuan arbitrary unit untuk mempermudah dalam menentukan status dari bencana Gempa Bumi. Sedangkan untuk *monitoring* Tsunami berdasarkan perubahan ketinggian air dengan kondisi status Siaga, Waspada, dan bahaya dengan rentang ketinggian 20 cm dalam pemodelannya.

4. Arduino uno dan Modul *Wifi* ESP 8266 sebagai pengolah data dan pengirim data ke *database*.
5. Aplikasi Tanggap Bencana untuk menjadi informasi bagi masyarakat tentang status bencana yang sedang terjadi dan menjadi petunjuk untuk melewati jalur-jalur evakuasi ketika status bencana bahaya.
6. Pengujian alat dilakukan dengan melakukan pemodelan simulasi Gempa Bumi buatan dan adanya peningkatan permukaan air pada pemodelan air laut untuk mendeteksi Tsunami.
7. Dalam pengujian alat di lapangan lokasi tempat peletakan alat perlu memperhatikan dan menghindari sumber-sumber *Noise* yang akan mempengaruhi proses pendeteksian.

