

BAB I

PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan ini menyajikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan yang akan digunakan dalam dokumen skripsi.

1.1 Latar Belakang

Tsunami adalah gelombang laut yang terbentuk dari gangguan impulsif pada dasar laut. Gangguan impulsif terjadi akibat perubahan dalam struktur geologis dasar laut dari arah vertikal maupun horizontal. Tiga penyebab utama dari perubahan struktur geologis dasar laut adalah gempa tektonik, letusan gunung berapi, atau longsor di dasar laut (Murjaya dkk., 2012). Tsunami diklasifikasikan berdasarkan jarak yaitu tsunami dekat dan tsunami jauh. Tsunami dekat adalah tsunami yang terjadi dalam radius 200 KM dari pusat gempa bumi yang disebabkan oleh gempa bumi, longsor, atau letusan gunung berapi. Tsunami jauh adalah tsunami yang memiliki jarak ribuan kilometer dari titik asal terjadi perubahan struktur geologis. Tsunami jauh diawali dengan tsunami dekat yang menyebabkan kerusakan luas di sekitarnya dan terus bergerak melintasi dasar laut dengan energi yang dapat menyebabkan kerusakan di pantai yang berjarak lebih dari 1000 KM dari sumbernya (IOC, 2019).

Kejadian gempa bumi dan tsunami terbesar yang pernah terjadi di Indonesia merupakan kejadian di Aceh pada 26 Desember 2004. Bencana ini diakibatkan oleh gempa bumi berkekuatan magnitudo 9,1 yang berpusat di 3,3 LU – 95,98 BT. Gempa tersebut menimbulkan getaran dan patahan sepanjang ± 1.200 KM yang membentang dari Aceh hingga Andaman. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kejadian ini mengakibatkan 173.981 jiwa meninggal dan 116.368 orang dinyatakan hilang. Bencana ini mengakibatkan ribuan rumah dan bangunan rusak, dan menyebabkan setengah juta penduduk mengungsi.

BMKG mengembangkan sistem peringatan dini tsunami dalam upaya memperkecil dampak kerugian yang dihasilkan oleh tsunami dengan mengembangkan *Indonesia Tsunami Early Warning System* (InaTEWS). InaTEWS dikembangkan melalui kerja sama dengan Jerman dalam program GEOFON di Helmholtz Center Potsdam oleh *GFZ German Research Center for Geosciences and Earthquake*. Hasil pengembangan InaTEWS dalam program ini telah diserahterima pada 7 Juli 2011 dan BMKG menjadi penanggung jawab terhadap keberlangsungan sistem InaTEWS. Sebanyak 90% tsunami yang pernah terjadi disebabkan oleh gempa tektonik yang kuat dan dangkal. Dalam upaya melakukan pemantauan terjadinya gempa tektonik, InaTEWS menggunakan jaringan seismometer dan perangkat lunak *SeisComP*. Penggunaan InaTEWS memiliki peran penting dalam upaya mitigasi bencana alam tsunami. Kedua perangkat tersebut digunakan untuk pemantauan dan pengolahan data parameter gempa bumi yang menjadi data utama untuk menghasilkan peringatan dini tsunami. *SeisComP* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk pemrosesan data gempa *real-time*, khususnya dalam mendeteksi dan menganalisis gempa (Murjaya dkk., 2012).

Sistem peringatan InaTEWS yang dipakai oleh BMKG saat ini masih menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan dari hasil program GEOFON. BMKG berupaya untuk mengembangkan perangkat lunak yang dapat meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan dalam memperkirakan kejadian tsunami dan gempa bumi yang lebih akurat. Perangkat lunak tersebut memanfaatkan sensor gelombang seismik yang terdistribusi di seluruh Indonesia, sehingga dibutuhkan perangkat lunak yang memungkinkan integrasi dan koordinasi antara sensor dan sumber data untuk memfasilitasi respons yang cepat dan akurat terhadap peristiwa seperti tsunami (Wächter dkk., 2012). Untuk mencapai tujuan ini, dikembangkan *back-end* perangkat lunak berbasis web yang bernama *Tsunami Early Warning System* (TEWS) yang menerapkan kecerdasan buatan. Penerapan kecerdasan buatan pada aplikasi ini digunakan untuk mendeteksi apakah gelombang seismik yang dihasilkan melalui rekaman seismograf berpotensi menghasilkan gempa bumi atau hanya merupakan gelombang bising dengan lebih akurat. Selain itu, kecerdasan

buatan juga dapat memperkirakan lokasi dan kekuatan gempa yang dideteksi dapat terjadi.

Pengembangan aplikasi berbasis *web* pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yakni *front-end* dan *back-end*. Fokus dari penelitian ini adalah pengembangan modul *back-end* yang berperan penting dalam proses produksi, pemrosesan, dan prediksi hasil gelombang seismik. *Back-end* perangkat lunak TEWS juga berperan dalam proses pengiriman data hasil prediksi gelombang seismik ke klien *front-end* secara *real-time*.

Pengembangan *back-end* perangkat lunak TEWS menerapkan *event-driven architecture* (EDA) dengan memanfaatkan *message broker* menggunakan teknologi Kafka dan *websocket* untuk mengirim data gelombang dan prediksi lokasi magnitudo secara *real-time*. Perangkat lunak dikembangkan dengan menggunakan metodologi *ICONIX Process*. *event-driven architecture* (EDA) adalah pendekatan dalam desain sistem perangkat lunak di mana komponen bekerja secara terpisah yang berkomunikasi melalui *event* (Rocha, 2022). EDA pada TEWS memfasilitasi pengolahan informasi secara *real-time* dari sensor yang tersebar luas, memungkinkan deteksi cepat dan akurat terhadap ancaman tsunami (Wächter dkk., 2012). *Websocket* digunakan untuk mengirim data secara terus menerus secara dua arah setiap kali terdapat data baru yang masuk tanpa perlu mengulang koneksi HTTP (Soewito dkk., 2019). Proses pengembangan *back-end* TEWS di dalam penelitian ini dikembangkan menggunakan metode pengembangan *ICONIX Process*. Metode pengembangan *ICONIX Process* adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak *agile* yang diawali dengan observasi kebutuhan fungsional dari suatu sistem hingga implementasi melalui tahap yang terstruktur. Proses dimulai dengan tahap *requirement* yang bertujuan untuk memahami kebutuhan fungsional sistem, selanjutnya melakukan analisis terhadap *use-case* dan dilanjutkan hingga tahap perancangan serta implementasi (Rosenberg dkk., 2007).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan sebuah permasalahan yaitu bagaimana cara mengembangkan modul *back-end* pada perangkat lunak *real-*

time TEWS dengan menggunakan EDA, *websocket*, dan menerapkan kecerdasan buatan, serta metode pengembangan *ICONIX Process*.

1.3 Tujuan Dan Manfaat

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk menghasilkan modul *back-end* perangkat lunak *real-time* TEWS dengan menggunakan EDA, dan *websocket* serta metode pengembangan *ICONIX Process*. Manfaat yang ingin dicapai dengan adanya pengembangan *back-end* perangkat lunak deteksi dini gempa adalah sebagai berikut :

1. Membantu dalam proses pengembangan perangkat lunak TEWS dengan menghasilkan *back-end* perangkat lunak TEWS berbasis kecerdasan buatan yang bisa menjadi landasan atau konsep untuk pengembangan perangkat lunak TEWS yang sedang diupayakan oleh BMKG.
2. Mempermudah operator dalam menentukan lokasi perkiraan gempa bumi, kekuatan (*magnitudo*), dan kedalaman gempa secara otomatis dengan memanfaatkan kecerdasan buatan.
3. Mempermudah pihak internal BMKG dalam memperoleh hasil deteksi gempa bumi melalui kecerdasan buatan sebagai bahan evaluasi untuk dilakukan analisis lebih lanjut mengenai tingkat keakuratan deteksi gempa bumi sehingga dapat menghasilkan sistem deteksi yang lebih akurat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup bertujuan untuk mengidentifikasi batasan dan cakupan topik yang dibahas agar penelitian tetap sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Ruang lingkup penelitian pengembangan modul *back-end* aplikasi *real-time* TEWS mencakup:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan modul *back-end* dari TEWS. Hal ini mencakup perancangan arsitektur dan implementasi perangkat lunak yang digunakan oleh klien *front-end*. Dengan demikian, aplikasi ini digunakan oleh satu aktor yaitu klien *front-end*.
2. Pengembangan dengan metode *ICONIX* pada aplikasi ini tidak menerapkan rancangan GUI pada tahap awal, karena pengembangan aplikasi hanya berfokus

pada pengembangan modul *back-end* yang kemudian diintegrasikan dengan modul *front-end*.

3. Sumber data gelombang seismik pada penelitian ini berasal dari data sensor seismik jaringan GEOFON terbuka yang berasal dari 22 stasiun yang tersebar di Indonesia dengan *channel*, BHZ, BHN, dan BHE.
4. Pengembangan *real-time* dalam pengembangan modul *back-end* TEWS di penelitian ini dimanfaatkan dalam proses mengambil dan mengirim data gelombang seismik dan prediksi lokasi magnitudo yang menerapkan kecerdasan buatan.
5. Pengembangan modul *back-end* TEWS pada penelitian ini menggunakan protokol *websocket* untuk mengirim hasil prediksi gelombang seismik dan gelombang seismik secara terus menerus dan *real-time*.
6. Pengembangan modul *back-end* TEWS pada penelitian ini tidak sampai memverifikasi kejadian suatu deteksi apakah itu adalah gempa yang valid, melainkan hanya sebatas munculnya suatu perkiraan yang akan terjadi yang didapat dari hasil prediksi kecerdasan buatan.
7. Pengembangan modul *back-end* TEWS pada penelitian ini tidak sampai memverifikasi apakah gempa yang dihasilkan berpotensi untuk menghasilkan tsunami, karena lingkup tersebut dilakukan oleh penelitian lain di Universitas Indonesia.
8. Pengembangan modul *back-end* TEWS pada penelitian ini hanya menerapkan model kecerdasan buatan yang sudah dikembangkan untuk mendeteksi *P-wave* dan memprediksi lokasi dan magnitudo gempa dan dikirim secara *real-time*.
9. Pengembangan TEWS pada penelitian berfokus pada prediksi lokasi dan magnitudo gempa bumi, maka aktor dari pengembangan ini adalah klien *front-end* yang menggunakan *end-point* yang tersedia dan *back-end* yang berfungsi untuk mengambil data menggunakan *SeedLink*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan perancangan dan pengembangan modul *back-end* pada perangkat lunak *real-time* TEWS disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan pembahasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan dari laporan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan penjelasan tentang Studi Literatur seperti penerapan TEWS dan *message broker* pada EDA serta dasar-dasar teori yang digunakan dalam perancangan dan pengembangan, antara lain tsunami, TEWS, EDA, *websocket*, *ICONIX Process*, *Obspy*, *Geofon Seismic network*, *SeedLink*, *miniSEED*, *robustness diagram*, *throughput* dan *response time*, dan pengujian perangkat lunak.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan rumusan masalah pada penelitian yang menerapkan metodologi pengembangan perangkat lunak melalui *ICONIX Process* yang terdiri dari tahap *requirement*, tahap analisis, tahap perancangan, serta tahap implementasi dan pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tahap *requirement*, tahap analisis, tahap perancangan, tahap implementasi, dan tahap pengujian pada modul *back-end* aplikasi TEWS.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.