BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Secara geologis Indonesia terletak pada suatu wilayah yang disebut dengan *ring of fire*. Wilayah ini menyebar mulai dari bagian tenggara Australia hingga bagian barat daya Amerika. Tingginya aktivitas seismik akibat adanya pergeseran lempeng bumi mengakibatkan seringnya terjadi macam-macam bencana alam seperti gempa bumi dan aktivitas vulkanik. Kegiatan ini akan mempengaruhi magma yang berada di bawah lapisan kerak bumi, tekanan tinggi yang ada didalamnya akan membuat magma terdorong dan mencari celah. Dalam periode yang lama, proses ini akan membentuk sebuah gunung berapi (Pambudi, 2018). Tercatat Indonesia merupakan negara yang memiliki jumlah gunung Api paling banyak di dunia sebanyak 629 dengan 129 (Gosal et al., 2018) atau 130 gunung api aktif, yaitu sekitar 16% dari jumlah seluruh gunung api aktif di dunia (Nugroho, 2018).

Beberapa bencana yang diakibatkan oleh gunung api diantaranya adalah letusan gunung krakatau yang terjadi pada tanggal 26 dan 27 agustus 1883, melemparkan sekitar 18-21 km^3 bebatuan *rhyodacite*, menimbulkan tsunami yang menewaskan sebanyak 36.000 jiwa dan menghancurkan 2/3 dari pulai krakatau itu sendiri. (Madden-Nadeau et al., 2021). Pada tahun 2010 terjadi letusan pada gunung Merapi dimana sebanyak 150 juta m^3 lahar dingin dimuntahkan. Letusan ini menyebabkan korban jiwa sebanyak 346 jiwa (Trirahayu, 2016). Bencana letusan gunung api juga terjadi pada gunung sinabung. Letusan pertama gunung sinabung pada abad 21 terjadi pertama kali pada 27 Agustus 2010. Letusan ini menyebabkan gunung sinabung menjadi gunung api Tipe-A setelah sebelumnya merupakan gunung api Tipe-B (Kusumayudha et al., 2018)

Erupsi gunung berapi memiliki dampak yang sangat besar dalam beberapa aspek kehidupan manusia yang dapat mempengaruhi lingkungan, sosial, ataupun ekonomi (Marzocchi & Bebbington, 2012). Pengaruh yang besar ini menyebabkan pentingnya proses monitoring untuk memantau aktivitas dari suatu gunung api. Monitoring gunung api memiliki tujuan untuk memahami perilaku dari suatu

gunung api dan dari pemahaman tersebut dapat digunakan untuk memberikan peringatan dini terkait bahaya gunung api (Lara et al., 2015)

Monitoring dari gunung api dapat ditinjau dari banyak aspek diantaranya adalah aktivitas seismik, deformasi permukaan, komposisi gas dan rasio emisinya, serta *heat flux* (Power et al., 2021). Aktivitas seismik memiliki kunci penting dalam monitoring gunung api. Aktivitas seismik akan menggambarkan pergerakan magma di bawah permukaan bumi, perubahan tegangan yang terjadi dalam gunung api, serta pergerakan batuan magma akan menghasilkan pola seismik yang umumnya disebut *volcanic tremor*. Analisis awal untuk memahami gelombang seismik dilakukan untuk menentukan tingkatan dari aktivitas suatu gunung api, dalam hal ini cara yang digunakan adalah menghitung jumlah kegempaan yang terjadi dan amplitude sebagai indikatornya (Sparks et al., 2012)

Dijelaskan oleh (McNutt & Roman, 2015) bahwa seismisitas yang terjadi pada gunung api setidaknya memiliki 8 jenis. Untuk setiap jenis ini memiliki karakteristik dari bagaimana proses dihasilkannya seismisitas yang terjadi. Setiap jenis ini juga memberikan informasi dimana magma dalam tubuh gunung api beraktivitas. Pengetahuan tentang aktivitas seismisitas yang terjadi pada gunung api dapat memberikan pengetahuan kepada kita mengenai keadaan sebenarnya suatu gunung api. Dimana Pemahaman tentang kegempaan yang terjadi pada suatu gunung api dapat membantu untuk menentukan status gunung api seperti yang dilakukan oleh (Tempola et al., 2018). Permasalahan monitorin kegempaan vulkanik timbul karena masih dilakukan secara manual yang sifatnya subjektif dan memakan waktu.

Duque et. al. (2020) Melakukan penelitian mencoba mengatasi hal tersebut dengan menggunakan model yang dikembangkan menggunakan paradigma *unsupervised learning.* Dalam penelitian mereka, mereka melakukan eksplorasi menggunakan enam model diantaranya adalah *k-means, BFR, CURE, BIRCH, expectation-maximization, Spectral clustering*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan fitur yang direpresentasikan dalam tiga domain, yaitu domain waktu, domain frekuensi, dan domain skala. Penelitian dilakukan dengan membagi kualifikasi model ketika melakukan pengelompokkan dengan jumlah 2 kluster dan

3 kluster. Didapati hasil bahwa model yang dibangun dapat melakukan tugas untuk melakukan klasifikasi pada 3 jenis gempa. pada pengelompokkan 2 kluster didapati model terbaik dibangun oleh *BIRCH,* sementara pada pengelompokkan 3 kluster model terbaik dibangun menggunakan *Spectral-clustering*.

Penelitian dalam membangun model *machine learning* untuk tugas klasifikasi gempa vulkanik juga dilakukan oleh (Ida et al., 2022). Mereka mengajukan model yang tidak menggunakan fitur atau nilai untuk merepresentasikan gelombangnya dalam pelatihannya modelnya, melainkan model yang dilatih langsung menggunakan bentuk gelombangnya. *Dynamic time warping* merupakan sebuah model yang dilatih dengan mengukur kemiripan antara satu bentuk gelombang dengan gelombang lainnya. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh mereka, didapati bahwa *Dynamic time-warping* dapat melakukan tugas untuk melakukan klasifikasi gempa vulkanik.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Duque et. al. (2020) disebutkan bahwa penelitian menggunakan data latih yang sudah berlabel dan evaluasi hasil *clustering* juga dilakukan dengan menghitung nilai akurasi. Pengetahuan mengenai keterpisahan antar kelompok yang dibuat oleh *clustering* tidak dijabarkan sehingga dalam penelitiannya kurang jelas mengenai seberapa paik pengenalan yang dilakukan oleh *clustering*. Pada penelitian Ida, Fujita, dan Hirose (2022) penelitian dilakukan dengan mengukur kemiripan gelombang yang dihasilkan, hasil kemiripan itu kemudian digunakan sebagai parameter untuk mengelompokkan kegempaan. Penelitian yang dilakukan oleh mereka menunjukkan bahwa gelombang yang memiliki kemiripan terkumpul menjadi satu kelompok, namun penggunaan gelombang secara langsung sebagai fitur dalam DTW akan memakan biaya komputasi berlebih.

Pada penelitian ini akan diajukan metode untuk melakukan prediksi jenis gempa vulkanik menggunakan *supervised learning*, selain itu juga akan dilakukan analisis fitur untuk membandingkan dan mengetahui fitur yang paling efektif untuk memprediksi jenis gempa vulkanik. Pada penelitian ini juga akan dilakukan analisa *cluster* untuk melihat seberapa baik keterpisahan untuk tiap kelas yang ada. Penelitian ini diharapkan dapat membantu proses *monitoring* dalam tugas

memprediksi jenis gempa vulkanik dimana pemahaman tentang kegempaan vulkanik dapat memberikan informasi untuk menentukan status gunung api. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi tentang bagaimana Pembangunan model *machine learning* untuk kasus klasifikasi gelombang seismik pada gunung api dan fitur-fitur yang paling relevannya

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, masalah yang iidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan model *K Nearest Neighbour* (KNN) dan *Support vector machine* (SVM) dalam kasus prediksi jenis gempa dilakukan?
2. Bagaimana kemiripan atau keterpisahan untuk tiap jenis gempa?
3. fitur manakah yang paling efektif untuk merepresantifkan jenis gempa vulkanik?
4. Model manakah yang memberikan akurasi tertinggi untuk prediksi jenis gempa vulkanik?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk mengembangkan model yang dapat melakukan tugas untuk melakukan prediksi gempa vulkanik berdasarkan gelombang seismiknya dengan teknik *semi-supervised learning*:

1. Mengembangkan model *KNN* dan SVM dengan *supervised learning* untuk prediksi jenis gempa vulkanik yang dapat menghasilkan akurasi tinggi
2. Menganalisis kemiripan atau keterpisahan jenis gempa vulkanik
3. Menentukan fitur yang paling relevan pada kasus prediksi jenis gempa vulkanik
4. Menentukan model yang memberikan akurasi tertinggi untuk kasus prediksi jenis gempa vulkanik

D. Pembatasan masalah

Demi menghindari melebarnya ruang penelitian, pada penelitian kali ini terdapat batasan permasalahan yang diantaranya adalah

1. Model yang dikembangkan pada penelitian ini adalah KNN dan SVM

2. Pada penelitian kali ini gunung yang dijadikan objek, terbatas pada satu gunug saja, yaitu gunung Sinabung dengan periode rekaman seismik selama 4 bulan
3. Penelitian kali ini berfokus pada prediksi tiga jenis gempa yang diantaranya adalah gempa *High frequency* (HF), *Low frequency* (LF), dan letusan

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis dan praktis:

1. Manfaat praktis

   Penelitian prediksi jenis gempa vulkanik berbasis seismik diharapkan dapat membantu petugas *monitoring* gunung api untuk melakukan prediksi jenis gempa api vulkanik yang memiliki kemampuan objektif sehingga terhindar dari penilaian subjektif yang umum dilakukan manusia. Pemahaman tentang kegempaan yang terjadi pada suatu gunung dapat juga digunakan sebagai pengetahuan untuk menentukan status kegunungan yang dapat membantu masyarakat untuk terhindar dari bencana gunung api
2. Manfaat Teoritis

   Dari sisi teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemiripan atau keterpisahan jenis gempa vulkanik serta bagaimana sistem prediksi jenis gempa vulkanik dikembangkan secara *supervised* dan informasi mengenai fitur yang paling relevan untuk menggambarkan jenis gempa vulkanik