

Prediksi Gempa Bumi di Yogyakarta Berdasarkan Nilai Magnitudo, Kedalaman, dan Lokasi Gempa Menggunakan Naïve Bayes

Mutiah Ratih Purwanti¹; Zahra Khalila Salsabila¹; Febri Liantoni^{1*}

1. Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Sebelas Maret, Kentingan
Jl. Ir. Sutami No.36, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

*Email: febri.liantoni@gmail.com

Received: 28 Juli 2023 | Accepted: 11 Oktober 2023 | Published: 7 Juni 2024

ABSTRACT

This study focuses on earthquake prediction in Yogyakarta, Indonesia, a region prone to seismic activity due to its location on the Pacific tectonic plate. Utilizing data mining, specifically the Naïve Bayes algorithm, the research aims to assess the accuracy of earthquake strength predictions. The study employs a quantitative approach involving data collection, preprocessing, attribute selection, modeling, training, validation, and evaluation. Data from BMKG covering May 1, 2023, to July 31, 2023, is used, concentrating on magnitude, depth, and location attributes. Results indicate that Naïve Bayes can predict earthquake attributes with notable accuracy. The findings establish the viability of data mining techniques, particularly Naïve Bayes, for earthquake prediction in Yogyakarta, offering significance for earthquake preparedness and mitigation in the region. The study emphasizes the ongoing challenge of accurate earthquake prediction due to complex sub-surface interactions. Overall, this research contributes to improving earthquake resilience and reducing the impact of seismic events in Yogyakarta.

Keywords: Naïve Bayes, BMKG, Yogyakarta, Earthquake

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada prediksi gempa bumi di Yogyakarta, Indonesia, sebuah wilayah yang rentan terhadap aktivitas seismik karena lokasinya yang terletak di lempeng tektonik Pasifik. Dengan menggunakan data mining, khususnya algoritma Naïve Bayes, penelitian ini bertujuan untuk menilai keakuratan prediksi kekuatan gempa bumi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang melibatkan pengumpulan data, preprocessing, pemilihan atribut, pemodelan, pelatihan, validasi, dan evaluasi. Data dari BMKG yang mencakup 1 Mei 2023 hingga 31 Juli 2023, digunakan dengan fokus pada atribut magnitudo, kedalaman, dan lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Naïve Bayes dapat memprediksi atribut gempa bumi dengan akurasi yang baik. Temuan ini membuktikan kelayakan teknik data mining, khususnya Naïve Bayes, untuk prediksi gempa bumi di Yogyakarta, yang memberikan arti penting bagi kesiapsiagaan dan mitigasi gempa bumi di wilayah tersebut. Penelitian ini menekankan tantangan yang sedang berlangsung dalam prediksi gempa bumi yang akurat karena interaksi bawah permukaan yang kompleks. Secara keseluruhan, penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan gempa bumi dan mengurangi dampak kejadian seismik di Yogyakarta.

Kata kunci: Naïve Bayes, BMKG, Yogyakarta, Gempa Bumi

1. PENDAHULUAN

Dari segi geografis, Indonesia terletak pada jalur "*Ring of Fire*" yang mengelilingi Samudera Pasifik. Jalur ini mengikuti pergerakan lempeng tektonik Pasifik, yang merupakan salah satu lempengan tektonik yang sangat aktif di dunia. Wilayah ini berkontribusi sekitar 90% dari total gempa bumi di seluruh dunia, dan sebagian besar termasuk dalam kategori gempa besar. Hal ini disebabkan karena wilayah tersebut memiliki batasan secara langsung antara laut dengan pegunungan sehingga berpotensi besar mengalami bencana alam [1]. Akibatnya, Indonesia sering kali mengalami gempa bumi.

Menurut informasi dalam suatu artikel menyebutkan bahwa pulau Jawa menjadi salah satu daerah rawan gempa berdasarkan pada sistem satuan seismotektonik busur yang aktif [2]. Yogyakarta disebut sebagai salah satu daerah yang rentan terhadap gempa bumi. Salah satu peristiwa gempa tercatat adalah Gempa Jogja pada tahun 2006, terjadi pada Sabtu, 27 Mei 2006 pukul 05.33 WIB. Gempa tersebut disebabkan oleh pergeseran Sesar Opak, mencapai kekuatan 5,9 SR selama 52 detik, dengan pusat gempa berada pada kedalaman 10 km di bawah Kota Bantul [3]. Para ahli geografi belum menemukan teori yang sangat akurat untuk memprediksi waktu dan lokasi gempa bumi. Meskipun beberapa wilayah diindikasikan mengalami gempa besar, dampaknya masih sulit diprediksi. Namun, melalui kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta data bencana gempa di Yogyakarta, pendekatan menggunakan teori "big data" dengan metode klasifikasi Naïve Bayes dapat membantu mengatasi tantangan ini.

Penelitian ini bertujuan menerapkan metode klasifikasi data mining Naive Bayes untuk menganalisis potensi gempa bumi di Yogyakarta berdasarkan data BMKG. Tujuannya adalah mengukur tingkat akurasi prediksi kekuatan gempa di masa mendatang dengan Naïve Bayes, serta mengevaluasi kesesuaian algoritma ini untuk prediksi kekuatan gempa. Langkah ini diambil untuk pencegahan dan mengurangi potensi kerusakan akibat gempa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prediksi

Peramalan, atau yang sering disebut sebagai prediksi, adalah kegiatan yang bertujuan untuk meramalkan kejadian di masa mendatang atau menentukan perkiraan besarnya suatu kejadian tertentu di masa yang akan datang [4]. Dalam data mining, prediksi melibatkan identifikasi, pemodelan, dan proyeksi hasil berdasarkan analisis data. Prediksi dalam data mining sering diterapkan untuk masalah-masalah seperti penjualan, cuaca, harga mata uang, bencana alam, dan lainnya.

2.2. Gempa Bumi

Gempa bumi terjadi akibat pelepasan energi seismic, menyebabkan pergerakan lempeng tektonik dan retakan pada kerak bumi [5]. Getaran ini dapat berasal dari dalam inti bumi dan merambat ke permukaan karena lempeng yang bergeser [6]. Dampak gempa bumi mencakup kerusakan bangunan, korban jiwa, cedera, kerusakan lingkungan, kerugian ekonomi, trauma psikologis, dan risiko gempa susulan. Gempa bumi sulit diprediksi, meski telah ada teknologi deteksi yang kurang efektif dalam mencegah kerusakan. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan prakiraan dampak gempa, serta kesadaran masyarakat terhadap hal ini. Melalui persiapan tersebut, dampak dari gempa bumi dapat diminimalisir untuk mencegah kerugian yang besar [7].

2.3. Magnitudo

Magnitudo adalah parameter yang menggambarkan seberapa besar energi seismic yang dilepaskan oleh sumber gempa. Nilai magnitudo akan tetap konstan, meskipun diukur dari lokasi

yang berbeda. Skala Richter merupakan satuan yang sering digunakan untuk menyatakan magnitudo, dan umumnya dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (1) [8].

$$M = \log \frac{a}{T} + f(\Delta, h) + C_s + C_R \tag{1}$$

2.4. Naive Bayes

Metode *Naive Bayes* adalah salah satu teknik klasifikasi yang menggunakan data masa yang sebelumnya sudah ada untuk memprediksi probabilitas [9]. Salah satu hal yang dapat disebutkan sebagai ciri khas dari metode *Naive Bayes* adalah anggapan bahwa atribut dalam data bersifat mandiri dan tidak saling berkaitan [10]. Rumus perhitungan metode *Naive Bayes* dapat dijelaskan dalam persamaan (2) [11].

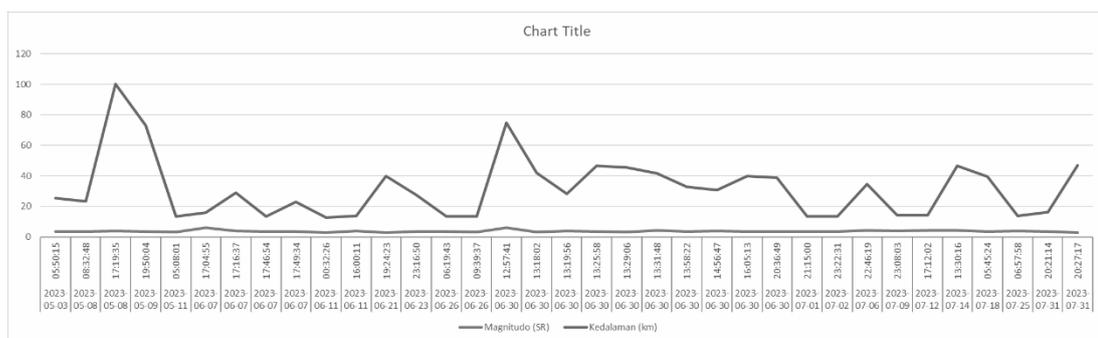
$$P(C|X) = \frac{P(x_1|C) P(x_2|C) \dots P(x_n|C) P(C)}{P(X_1) P(X_2) \dots P(X_n)} \tag{2}$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif menggunakan teknik data mining klasifikasi, yang mencari perbedaan atau kategori dalam data untuk memprediksi label suatu objek yang belum diketahui [12] [13]. Setelah mendapatkan dataset akurat, langkah selanjutnya adalah membentuk model eksperimental menggunakan metode *Naive Bayes* melalui Rapidminer Studio. Proses terakhir melibatkan validasi dan evaluasi model yang telah dibuat.

3.1. Data Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) wilayah Yogyakarta, yang mencakup periode dari 1 Mei 2023 hingga 31 Juli 2023. Dataset ini diperoleh melalui situs resmi BMKG, yaitu <https://dataonline.bmkg.go.id/>, dan memiliki format time series multivariat. Data time series multivariat mengacu pada kategori data yang menampilkan variasi lebih dari satu kriteria selama suatu rentang waktu tertentu [14]. Grafik dari data dapat dilihat pada gambar (1).



Gambar 1. Grafik Magnitudo dan Kedalaman Gempa

3.2. Normalisasi (Pemecahan Data)

Normalisasi data adalah proses membagi data menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pemahaman. Ini merupakan langkah penting dalam desain dataset untuk mencegah redundansi data [15][16]. Dalam penelitian ini, normalisasi melibatkan pemilihan, pembersihan, integrasi, dan transformasi data. Proses ini diharapkan menghasilkan dataset yang siap untuk diproses menggunakan aplikasi Rapidminer.

3.3. Seleksi Data (*Data Selection*)

Dalam tahap seleksi data, dilakukan penentuan atribut dan variabel yang relevan yang akan menjadi fokus dalam penelitian. Informasi mengenai atribut yang ada dalam dataset gempa bumi dari situs BMKG dapat ditemukan dalam tabel 1.

Tabel 1. Atribut dalam dataset gempa bumi dari situs BMKG

No	Atribut
1.	Tanggal (GMT)
2.	Lintang (°)
3.	Bujur (°)
4.	Kedalaman (km)
5.	Magnitudo (SR)

Selanjutnya, dilakukan pemilihan atribut yang akan menjadi fokus penelitian dan penghapusan atribut yang dianggap kurang relevan. Daftar atribut yang akan digunakan dalam penelitian tercantum pada tabel 2.

Tabel 2. Atribut terpilih yang digunakan dalam penelitian

No	Atribut
1.	Kedalaman (km)
2.	Magnitudo (SR)
3.	Bujur (°)

3.4. Pembersihan Data (*Data Cleansing*)

Pembersihan data, atau data cleansing, adalah suatu langkah di mana variabel-variabel yang tidak cocok untuk digunakan dalam penelitian dihapus karena dapat menyebabkan ketidakakuratan hasil. Setelah menjalani proses pembersihan data, variabel yang tetap digunakan sesuai dengan tabel 3 karena tidak terdeteksi adanya kerusakan data.

Tabel 3. Variabel yang digunakan dalam penelitian

No	Atribut	Keterangan
1.	Kedalaman (km)	Kedalaman pusat gempa bumi
2.	Magnitudo (SR)	Skala kekuatan gempa bumi
3.	Lokasi	Lokasi terjadinya gempa bumi

3.5. Data Integrasi (*Data Integration*)

Integrasi data merupakan langkah penggabungan data asli yang telah dianalisis dengan data eksternal yang diperoleh dari sumber lain.

3.6. Transformasi Data (*Data Transformation*)

Transformasi data adalah tahap di mana data diubah menjadi format yang lebih mudah untuk diproses. Seluruh dataset yang telah mengalami proses seleksi, pembersihan, dan integrasi terdiri dari gabungan data kualitatif dan kuantitatif.

3.6.1. Variabel Magnitudo

Variabel magnitudo dalam dataset diubah menjadi kelas data sesuai dengan skala yang telah ditentukan dalam tabel 4.

Tabel 4. Variabel Magnitudo

No	Magnitudo	Kelas
1.	0 - 4.9 SR	Kecil
2.	> 5 SR	Besar

3.6.2. Variabel Kedalaman

Variabel kedalaman dalam dataset juga diubah menjadi kelas data berdasarkan jarak kedalaman dari permukaan bumi. Pengelompokan kelas data ini sesuai dengan nilai yang tertera pada tabel 5.

Tabel 5. Variabel Kedalaman

No	Kedalaman	Kelas
1.	0 s/d 60 km	Dangkal
2.	60.1 s/d 300 km	Menengah
3.	> 300 km	Sangat Dalam

3.6.3. Variabel Lokasi

Variabel lokasi dalam dataset ditetapkan berdasarkan derajat bujur pada setiap data, menunjukkan apakah lokasi tersebut berada di laut atau di darat. Informasi mengenai kelas data dapat ditemukan dalam tabel 6.

Tabel 6. Variabel Lokasi

No	Pusat Gempa	Kelas
1.	Berada di laut	Laut
2.	Berada di darat	Darat

3.6.4. Dataset

Hasil akhir dari proses normalisasi adalah sebuah dataset yang akan digunakan untuk pemodelan menggunakan Rapidminer. Dataset training mencakup 70% dari total data yang tersedia, sementara dataset testing mencakup 30% dari keseluruhan data.

Tabel 7. Dataset Training Gempa Bumi Mei - Juli 2023

Provinsi	Tanggal	Waktu	Lokasi	Kedalaman	Magnitudo
Yogyakarta	2023-05-03	05:50:15	Laut	Dangkal	Kecil
Yogyakarta	2023-05-08	08:32:48	Laut	Dangkal	Kecil
Yogyakarta	2023-05-08	17:19:35	Darat	Menengah	Kecil
.....					
Yogyakarta	2023-07-25	06:57:58	Laut	Dangkal	Kecil
Yogyakarta	2023-07-31	20:21:14	Laut	Dangkal	Kecil
Yogyakarta	2023-07-31	20:27:17	Laut	Dangkal	Kecil

3.7. Pengaplikasian Data ke Rapidminer

Setelah terbentuk data set dengan training dan testing, langkah berikutnya adalah pemodelan data menggunakan perangkat lunak Rapidminer. Proses ini memanfaatkan algoritma dan teknik data mining untuk menghasilkan model analisis dan prediksi pola dalam data.

3.8. Penerapan Algoritma *Naive Bayes*

Pada tahap berikutnya, penelitian menerapkan teknik data mining sesuai tujuan metode penelitian. Khususnya, teknik klasifikasi dengan algoritma *Naive Bayes* diterapkan pada kedua set data. Tujuan penerapan algoritma *Naive Bayes* adalah melakukan klasifikasi data dengan memanfaatkan prinsip probabilitas. Proses ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Rapidminer.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengklasifikasikan data yang diperoleh dengan memanfaatkan perangkat lunak Rapidminer Studio pada sistem operasi *Windows* dengan kapasitas memori sebesar 8 GB. Eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah penerapan metode data mining *Naive Bayes* menggunakan alat bantu Rapidminer.

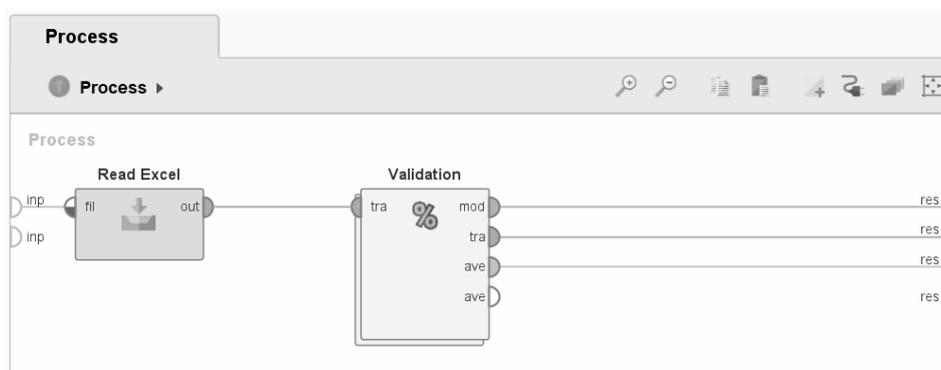
4.1. Pengujian pada Rapidminer

4.1.1. Pemrosesan Awal

Tahap pertama yang dilakukan sebelum memulai pengujian adalah menyiapkan *tools* dan data set yang akan dipergunakan dalam penelitian. Pada pengujian kali ini *tools* yang dipergunakan yaitu *Software* Rapidminer Studio versi 10.2 dan dataset yang dipakai merupakan data set yang sudah dilakukan analisis pada metode penelitian sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan pembuatan model dengan langkah awal yaitu membaca dataset yang berupa file *excel*. Setelah itu, dilakukan validasi terhadap data set yang telah dimasukkan.

4.1.2. *Validation*

Proses *validation* adalah proses menganalisis beberapa model kemudian mencari satu model dengan tingkat akurasi prediksi yang lebih baik. Gambar (2) menunjukkan tahap validasi, yaitu awalnya memasukkan file data set ke dalam blok *read excel* kemudian dilakukan tahap membaca isi dari data set tersebut. Langkah selanjutnya yaitu menghubungkan proses sebelumnya dengan blok *split validation*. Setelah terhubung, klik dua kali pada blok kedua untuk masuk ke dalam tahapan pelatihan dan pengujian.

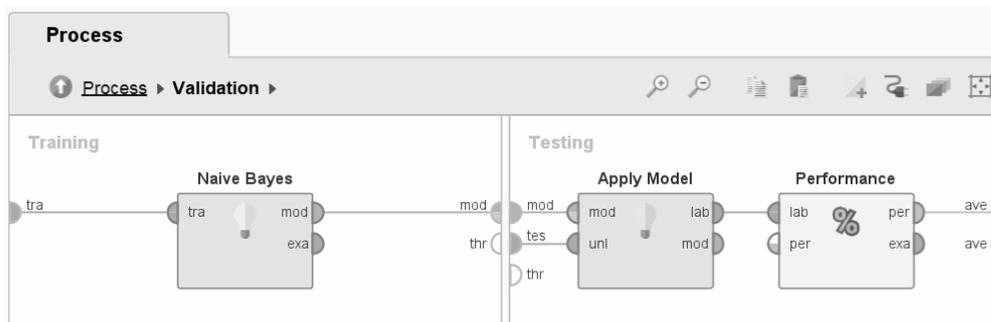


Gambar 2. Proses *Validation*

4.1.3. Proses Pelatihan dan Pengujian

Tahap pelatihan melibatkan pembekalan model *Naïve Bayes* dengan data. Selanjutnya, tahap pengujian dilakukan untuk menguji data dengan model yang telah dilatih, menghasilkan grafik atau pola khusus.

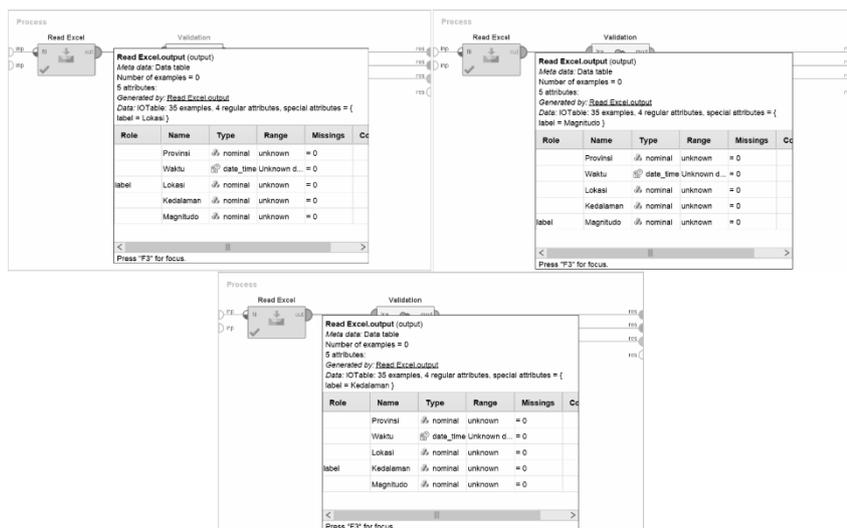
Gambar (3) menunjukkan jika tahap pelatihan menggunakan blok *Naïve Bayes* yang kemudian tersambung dengan data *read excel* sebelumnya. Setelah itu data akan masuk ke tahap pengujian dimana terdapat 2 blok yaitu blok *Apply model* dan *Performance* yang secara keseluruhan merupakan kerangka dari model *Naïve Bayes*. *Software Rapidminer* ini akan melakukan analisis dari data bencana alam gempa bumi dengan metode klasifikasi *Naïve Bayes*.



Gambar 3. Proses Pelatihan dan Pengujian

4.1.4. Keseluruhan Proses

Dalam penelitian ini, terdapat tiga data pengujian yang menjadi label dengan masing-masing dua klasifikasi, yaitu: (1) label lokasi dengan klasifikasi laut dan darat, (2) label magnitudo dengan klasifikasi besar dan kecil, serta (3) label kedalaman dengan klasifikasi dangkal dan menengah. Masing-masing label akan dilakukan pengujian secara terpisah sehingga keseluruhan proses akan terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Keseluruhan Proses

4.2. Hasil Pengujian

Proses pengujian menggunakan *Rapidminer* dengan metode *Naïve Bayes* ini akan mengelompokkan data gempa bumi berdasarkan klasifikasi yang telah ditentukan kemudian memprediksi persentase klasifikasi tersebut akan terjadi selanjutnya.

4.2.1. Variabel Magnitudo

accuracy: 90.91%

	true Kecil	true Besar	class precision
pred. Kecil	10	1	90.91%
pred. Besar	0	0	0.00%
class recall	100.00%	0.00%	

Gambar 5. Hasil Variabel Magnitudo

Melalui gambar 5, diketahui bahwa prediksi terjadinya gempa bumi dengan nilai magnitudo kecil sebesar 90.91 % dan prediksi dengan nilai magnitudo besar adalah 0.00% dengan tingkat akurasi hasil prediksi sebesar 90.91 %.

SimpleDistribution

Distribution model for label attribute Magnitudo

Class Kecil (0.943)
4 distributions

Class Besar (0.057)
4 distributions

Gambar 6. Simple Distribution Model Magnitudo

Gambar 6 menunjukkan bahwa data gempa bumi di Yogyakarta diklasifikasikan menjadi 2 kelas dengan 4 distribusi, dan pembagian nilai setiap kelas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Simple Distribution Model Magnitudo

No	Kelas	Nilai
1.	Kecil	0.943
2.	Besar	0.057

4.2.2. Variabel Kedalaman

accuracy: 81.82%

	true Dangkal	true Menengah	class precision
pred. Dangkal	9	1	90.00%
pred. Menengah	1	0	0.00%
class recall	90.00%	0.00%	

Gambar 7. Hasil Variabel Kedalaman

Gambar 7 menunjukkan bahwa prediksi gempa bumi dengan kedalaman dangkal mencapai 90.00%, sedangkan prediksi dengan kedalaman dalam 0.00%, dengan tingkat akurasi prediksi sebesar 81.82%.

SimpleDistribution

Distribution model for label attribute Kedalaman

Class Dangkal (0.914)
4 distributions

Class Menengah (0.086)
4 distributions

Gambar 8. Simple Distribution Model Kedalaman

Sedangkan pada gambar 8, ditunjukkan bahwa data gempa bumi di Yogyakarta mengelompokkan klasifikasi kedalaman menjadi 2 kelas dengan 4 distribusi. Pembagian nilai pada setiap kelas ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Simple Distribution Model Kedalaman

No	Kelas	Nilai
1.	Dangkal	0.914
2.	Menengah	0.086

4.2.3. Variabel Lokasi

accuracy: 90.91%

	true Laut	true Darat	class precision
pred. Laut	10	1	90.91%
pred. Darat	0	0	0.00%
class recall	100.00%	0.00%	

Gambar 9. Hasil Variabel Lokasi

Gambar 9 menunjukkan prediksi gempa bumi dengan pusat di perairan laut mencapai 90.91%, sedangkan prediksi dengan pusat di darat 0.00%, dengan tingkat akurasi prediksi mencapai 90.91%.

SimpleDistribution

Distribution model for label attribute Lokasi

Class Laut (0.943)
4 distributions

Class Darat (0.057)
4 distributions

Gambar 10. Simple Distribution Model Lokasi

Gambar 10 menunjukkan pengelompokan magnitudo gempa bumi menjadi 2 kelas dengan 4 distribusi. Detail nilai pada masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Simple Distribution Model Lokasi

No	Kelas	Nilai
1.	Laut	0.943
2.	Darat	0.057

4.3. Pembahasan

4.3.1. Prediksi Gempa Bumi di Yogyakarta Berdasarkan Nilai Magnitudo

Berdasarkan pada hasil pengujian data latih dan data uji dari gempa bumi serta mengacu dengan hasil prediksi dan tabel distribusi dapat disimpulkan bahwa prediksi terjadinya gempa bumi di Yogyakarta dengan nilai magnitudo kecil sebesar 90.91 % dimana klasifikasi nilai kecil berada di rentang skala 0 - 4.9 SR.

4.3.2. Prediksi Gempa Bumi di Yogyakarta Berdasarkan Kedalaman Gempa Bumi

Berdasarkan pada hasil pengujian data latih dan data uji dari gempa bumi serta mengacu dengan hasil prediksi dan tabel distribusi dapat disimpulkan bahwa prediksi terjadinya gempa bumi di Yogyakarta dengan tingkat kedalaman dangkal sebesar 90.00 % dimana klasifikasi tingkat kedalaman dangkal berada di rentang skala 0 - 60 Km.

4.3.3. Prediksi Gempa Bumi di Yogyakarta Berdasarkan Lokasi Gempa Bumi

Berdasarkan pada hasil pengujian data latih dan data uji dari gempa bumi serta mengacu dengan hasil prediksi dan tabel distribusi dapat disimpulkan bahwa prediksi terjadinya gempa bumi di Yogyakarta dengan lokasi pusat gempa bumi berada di laut sebesar 90.91 %.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode Naïve Bayes untuk memprediksi gempa bumi di Yogyakarta, dan kesimpulan utamanya adalah bahwa, (1) teknik klasifikasi dengan algoritma Naïve Bayes efektif untuk memprediksi gempa bumi berdasarkan magnitudo, kedalaman, dan lokasi dari data BMKG online. (2) Prediksi terjadinya gempa bumi di Yogyakarta dengan nilai magnitudo antara 0 - 4.9 SR sebesar 90.91 % dengan tingkat ketepatan prediksi data sebesar 90.91 %. (3) Perkiraan terjadinya bencana gempa bumi di Yogyakarta dengan tingkat kedalaman antara 0 - 60 Km sebesar 90.00 % dengan tingkat ketepatan prediksi data sebesar 81.82 %. (4) Perkiraan terjadinya gempa bumi di Yogyakarta dengan pusat lokasi terjadinya gempa bumi berada di laut sebesar 90.91 % dengan tingkat akurasi kebenaran data prediksi 90.91 %. (5) Berdasarkan prediksi, kerusakan akibat gempa di Yogyakarta berkisar dari sedang hingga berat, dengan wilayah terpengaruh terbatas. Masyarakat disarankan untuk selalu waspada terhadap potensi gempa dan mengambil langkah antisipatif untuk mengurangi dampak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Prasetio and M. M. Effendi, "Analisis Gempa Bumi Di Indonesia Dengan Metode Clustering," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 3, pp. 338-343, 2023.
- [2] A. Wahyu and R. Rushendra, "Klasterisasi Dampak Bencana Gempa Bumi Menggunakan Algoritma K-Means di Pulau Jawa," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 174-179, 2022.

- [3] S. C. Nugroho, "The Easerum Epicentre Pusat Studi Gempa Bumi Di Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta," Fakultas Teknik Program Studi Arsitektur, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, 2017.
- [4] S. P. Dewi, N. Nurwati, and E. Rahayu, "Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Produk Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 3, no. 4, pp. 639-648, 2022.
- [5] D. Maulana and R. Rahmanto, "PENERAPAN DATA MINING UNTUK MENGANALISIS DATA BENCANA GEMPA BUMI DI KEPULAUAN MALUKU PADA BMKG MENGGUNAKAN NAÏVE BAYES ALGORITHM," *SIGMA-J. Teknol. Pelita Bangsa*, vol. 10, no. 3, 2020.
- [6] D. S. Wiyanti, T. D. Laksono, and A. Barkah, "KONSTRUKSI BANGUNAN TERKAIT POTENSI GEMPA DI INDONESIA," *WIKUACITYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 21-26, 2023.
- [7] L. Irawan, L. H. Hasibuan, and F. Fauzi, "Analisa Prediksi Efek Kerusakan Gempa Dari Magnitudo (Skala Richter) Dengan Metode Algoritma Id3 Menggunakan Aplikasi Data Mining Orange," *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, vol. 14, no. 2, pp. 189-201, 2020.
- [8] Fauzi, "Analisis Data Seismogram untuk Menentukan Parameter Magnitude Gempa Bumi (Studi Kasus Gempa Bumi Padang 30 September 2009)," Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2010.
- [9] A. Imron, "Analisis sentimen terhadap tempat wisata di kabupaten Rembang menggunakan metode Naive Bayes Classifier," 2019.
- [10] A. L. Fairuz, R. D. Ramadhani, and N. A. F. Tanjung, "Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap COVID-19 Pada Media Sosial Twitter," *Journal of Dinda: Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, vol. 1, no. 1, pp. 42-51, 2021.
- [11] A. Nuri, "Implementasi naïve bayes dan support vector machine dengan lexicon based untuk analisis sentimen pada twitter," Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.
- [12] Y. Sarwiyah, N. Rahaningsih, and F. M. Basysyar, "Klasifikasi Data Nasabah Produk Asuransi Kendaraan Menggunakan Algoritma Naive Bayes Pada PT. Jasaraharja Putera," *KOPERTIP: Scientific Journal of Informatics Management and Computer*, vol. 4, no. 3, pp. 124-130, 2020.
- [13] O. W. Yuda and D. Tuti, "Penerapan Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Random Forest," *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 122-131, 2022.
- [14] S. Zahara, "Peramalan Data Indeks Harga Konsumen Berbasis Time Series Multivariate Menggunakan Deep Learning," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 24-30, 2021.
- [15] N. Surojudin, "Penerapan Data Mining Untuk Menganalisis Data Bencana Gempa Bumi Di Kepulauan Maluku Pada BMKG Menggunakan Naïve Bayes Algorithm," *Jurnal SIGMA*, vol. 11, no. 3, pp. 167-174, 2020.
- [16] L. Febriyanti and H. Zakaria, "Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Produktivitas Pada Tanaman Kacang Tanah Menggunakan Metode Naive Bayes:(Studi Kasus: Perkebunan Kacang Tanah Di Kota Bogor)," *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 2, pp. 105-118, 2023.