



PENERAPAN DATA MINING UNTUK MENGANALISIS DATA BENCANA GEMPA BUMI DI KEPULAUAN MALUKU PADA BMKG MENGGUNAKAN NAÏVE BAYES ALGORITHM

Nurhadi Surojudin¹, Rudi Rahmanto²

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Pelita Bangsa
nurhadi@pelitabangsa.ac.id

Abstraksi

Gempa bumi merupakan gejala alam yang belum bisa di prediksi mengenai lokasi, skala magnitudo, kedalaman hiposentrum serta tempat terdampak akibat terjadinya gempa bumi. Sampai saat ini belum ada teori yang tepat dan dapat digunakan untuk memprediksi hal tersebut. Dengan terkumpulnya data kejadian gempa bumi di Kepulauan Maluku memberikan kesempatan kepada peneliti untuk turut andil dalam pemecahan masalah yaitu dengan melakukan penerapan teorema *big data* (*data mining*) dengan teknik klasifikasi dengan penerapan algoritma *naïve bayes* menggunakan tools weka dapat diketahui tingkat akurasi dalam melakukan prediksi terjadinya gempa bumi. Tahapan penelitian diawali dengan proses pengumpulan data gempa bumi. Kemudian dilakukan normalisasi terhadap *big data* dan di hasilkan *dataset training* dan *dataset testing*. Selanjutnya *upload data set training* pada tools weka dan dilakukan pemodelan dengan menggunakan teknik *classification* dengan penerapan algoritma *naïve bayes* dilanjutkan dengan pengujian *data training* yang kemudian di evaluasi dengan *data set testing* sehingga didapatkannya hasil akhir penelitian. Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa prediksi bencana gempa bumi tahunan pada tahun 2019–2020 di Kepulauan Maluku yaitu Provinsi Maluku Utara dengan akurasi kebenaran data prediksi 71,1%, di Provinsi Maluku Utara terjadi bencana gempa bumi di Pulau Ternate dengan akurasi kebenaran data prediksi 78,6%, di Provinsi Maluku terjadi bencana gempa bumi di Pulau Seram dengan akurasi kebenaran data prediksi 92%. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa algoritma *naïve bayes* dapat digunakan dengan baik untuk memprediksi terjadinya gempa bumi.

Kata kunci: Ring Of Fire, Data Mining, Normalisasi, Data Set, Data training, Data testing, Weka, Classification, Algoritma Naïve Bayes.

Abstract

Earthquakes are natural phenomena that cannot predict the location, scale, depth of the hypocenter and the place affected by the earthquake. Until now, there is no precise theory that can be used to predict this. The collection of data on earthquake events in the Maluku Islands provides an opportunity for writers to take part in problem problems, namely by applying the big data theorem (*data mining*) by applying the *naïve Bayes* algorithm application technique using a tool that can know the level of accuracy in making earthquake predictions. The research phase begins with the earthquake data process. Then the big data is normalized and the training dataset and testing dataset are generated. Then upload the training data set on the tool and do modeling using classification techniques with the application of Hebrew by testing the training data which is then

evaluated with the test data set so that the final results of the research are obtained. Based on the research it can be seen that the annual earthquake disaster in 2019-2020 in the Maluku Islands, namely North Maluku Province with the truth of the prediction data of 71.1%, in North Maluku Province there was an earthquake disaster on Ternate Island with the correctness of the prediction data of 78, 6%, In Maluku Province, there was an earthquake on Seram Island with the accuracy of the prediction data of 92%. Based on research, it can be denied that Yahoo Naïve Bayes can be used properly for earthquakes.

Keywords: Ring Of Fire, Data Mining, Normalisasi, Data Set, Data training, Data testing, Weka, Classification, Algoritma Naïve Bayes.

1. Pendahuluan

Kepulauan Maluku adalah sekelompok pulau di Indonesia yang merupakan bagian dari Nusantara. Kepulauan Maluku terletak di lempeng Australia, ia berbatasan dengan pulau Sulawesi di sebelah barat, Nugini di timur, dan Timor Leste di sebelah selatan, Palau di timur laut. Sejak 1950 – 1999, Kepulauan Maluku Utara secara administratif merupakan bagian dari provinsi Maluku. Kabupaten Maluku Utara kemudian ditetapkan sebagai Provinsi Maluku Utara. Kepulauan Maluku merupakan satu provinsi semenjak Indonesia merdeka sampai dipecah pada 1999 menjadi Maluku Utara dan Maluku. Wilayah Provinsi Maluku Utara meliputi Ternate (bekas ibu kota provinsi), Tidore, Bacan, Halmahera (pulau terbesar di Kepulauan Maluku) Morotai Kepulauan Obi, dan Kepulauan Sula.

Beberapa gempa besar yang telah terjadi dalam 10 tahun terakhir dan mengakibatkan kehilangan korban jiwa serta kerugian material yang mempengaruhi sektor ekonomi dan pembangunan. Beberapa gempa besar yang terjadi dalam satu dekade terakhir tahun 2010 sampai dengan 2019 di kepulauan Maluku yaitu, gempa Kepulauan Aru pada tahun 2019 (Mw 5,1), gempa Ambon pada tahun 2019 (Mw 3,1), gempa Laut Maluku tahun 2019 (Mw 7,0), gempa Kairatu Maluku tahun 2019 (Mw 3,5), gempa.

Proses terjadinya gempa bumi sangat sulit untuk diamati secara langsung, sebab melibatkan interaksi yang sangat kompleks antara materi dan energi yang terdapat pada sistem besar aktif di bawah permukaan bumi. Dengan demikian proses ini juga sangat sulit untuk di prediksi. Pada wilayah tertentu, aktivitas kegempaan dapat diam selama ratusan tahun atau bahkan ribuan tahun, namun tiba-tiba dapat terjadi dengan melepaskan energi besar yang dapat merusak lingkungan alami maupun buatan

Permasalahan yang dihadapi sampai saat ini yaitu belum ada teori yang tepat dan dapat digunakan untuk memprediksi kapan dan dimana gempa bumi akan terjadi. Gempa bumi belum dapat diprediksi lokasi, waktu dan besarnya dengan baik. Bahkan di daerah-daerah dimana kita tahu bahwa gempa besar suatu saat akan terjadi, dampaknya masih sulit untuk diantisipasi.

Dengan terkumpulnya data kejadian gempa bumi di Kepulauan Maluku dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan kesempatan kepada peneliti untuk turut andil dalam pemecahan masalah yaitu dengan melakukan penerapan teorema *big data* (*data mining*) dengan teknik klasifikasi dengan penerapan algoritma *naïve bayes*.

Algoritma *naïve bayes* dapat melakukan pengklasifikasian dengan menggunakan metode probabilitas dan statistik, yaitu memprediksi kejadian di waktu yang akan datang berdasarkan pengalaman di waktu sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mencoba melakukan penerapan *data mining* dengan menggunakan penerapan algoritma

naïve bayes untuk melakukan pengolahan *data* bencana gempa bumi di Kepulauan Maluku Pada BMKG, sehingga akan didapat hasil akurasi prediksi mengenai terjadinya gempa bumi di waktu mendatang dari algoritma *naïve bayes* terhadap *data* bencana gempa bumi dan dapat diketahui tingkat kesesuaian dapat atau tidaknya algoritma *naïve bayes* untuk diterapkan dalam melakukan prediksi terjadinya gempa bumi.

2. Landasan Pemikiran

2.1 Bencana

Bencana alam (natural disaster) merupakan suatu peristiwa alam yang terjadi berlebihan yang dapat mengganggu aktivitas manusia, yang mempunyai karakteristik sebagai berikut (Widodo, 2012)

- a. Menimbulkan gangguan yang umumnya sangat besar yang terjadi secara tiba-tiba, jangkauan yang luas dan dalam waktu yang tidak singkat.
- b. Bencana alam sangat mengganggu kehidupan manusia yang dapat menyebabkan luka-luka baik ringan maupun berat hingga dapat merenggut jiwa manusia. Bencana alam juga dapat menyebabkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia.

2.2 Bencana alam akan mempengaruhi kehidupan sosial masyarakat akibat dari rusaknya alam (tanah longsor, setlement dan likuafaksi), rusaknya bangunan-bangunan, sarana dan prasarana umum (rumah, bangunan, pelabuhan, jalan, jembatan, sarana telekomunikasi dan pelayanan umum kepada masyarakat).

2.3 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan suatu peristiwa pelepasan energi gelombang *seismic* yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi (Hartuti, 2009). Menurut (Suharjanto, 2013), gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu dan sifatnya tidak berkelanjutan. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) secara tiba-tiba (*sudden slip*). Pergeseran secara tiba-tiba terjadi karena adanya sumber gaya (*force*) sebagai penyebabnya, baik bersumber dari alam maupun dari bantuan manusia (*artificial earthquake*).

2.4 Data mining

Menurut (Vercellis, 2009), Data mining adalah aktivitas yang menggambarkan sebuah proses analisis yang terjadi secara iteratif pada *database* yang besar, dengan tujuan mengekstrak informasi dan *knowledge* yang akurat dan berpotensi berguna untuk *knowledge workers* yang berhubungan dengan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah.

Menurut (Han, Kamber, & Pei, 2012), *data mining* adalah proses menemukan pola yang

menarik dan pengetahuan dari data yang berjumlah besar

2.5 Classification

Menurut (Olson & Delen, 2008), Klasifikasi (*Classification*), metodemetodenya ditunjukkan untuk pembelajaran fungsi-fungsi berbeda yang memetakan masing-masing *data* terpilih ke dalam salah satu dari kelompok kelas yang telah ditetapkan sebelumnya.

Menurut (Jiawei, Micheline, & Jian, 2012), *Classification* adalah proses untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep atau kelas *data*, dengan tujuan untuk dapat memperkirakan kelas dari suatu objek yang labelnya tidak diketahui.

2.6 Algoritma Naïve Bayes

Naïve Bayes merupakan pengklasi fikasian dengan metode probabilitas dan statistik yang dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes.

Menurut (Olson & Delen, 2008) menjelaskan *naïve bayes* untuk setiap kelas keputusan, menghitung probabilitas dengan syarat bahwa kelas keputusan adalah benar, mengingat vektor informasi obyek. Algoritma ini mengasumsikan bahwa atribut obyek adalah independen. Probabilitas yang terlibat dalam memproduksi perkiraan akhir dihitung sebagai jumlah frekuensi dari "master" tabel keputusan.

Dengan teorema *bayes*:

$$P(C_i|X) = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{P(X)}$$

Gambar 1. Rumus classifier naïve bayesian

Keterangan:

- a. $P(C_i|X)$ = Probabilitas hipotesis C_i jika diberikan :
- b. $P(X|C_i)$ = mencari nilai parameter yang memberi kemungkinan yang paling besar (*likelihood*)
- c. $P(C_i)$ = *Prior probability* dari X (*Prior probability*)
- d. $P(X)$ = Jumlah *probability tuple* yang muncul

2.7 Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis)

WEKA merupakan API *Java* yang menyediakan API untuk pengolahan dalam *data mining* yang berbasis *open source* (GPL) dan *berengine Java* (Purnamasari, Henharta, Sasmita, Ihsani, & Wicaksana, 2013).

The Waikato Environment for Knowledge Analysis adalah rangkaian lengkap perpustakaan

kelas *Java* yang mengimplementasikan banyak *state-of-the-art* pembelajaran mesin dan algoritma *data mining*. (Witten H. Ian, Frank Eibe, 2011).



Gambar 2. Tampilan awal GUI WEKA

3. Desain Penelitian/Metodologi

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang menggunakan algoritma pemodelan *naïve bayes*. Dalam proses penelitian ini dilakukan tahapantahapan yang harus dilewati oleh *data* awal sebelum dilakukannya penambangan data hingga menjadi sebuah informasi. Proses ini merupakan serangkaian proses yang dilakukan sesuai dengan *knowledge discoveri in database*. Tidak semua proses dilakukan pada pemrosesan awal. Proses ini terdiri atas:



Gambar 3. Framework Penelitian

3.2 Database (Big data Gempa Bumi)

Database yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu data asli di mana bentuk data merupakan data campuran data kualitatif dan data kuantitatif. Data asli ini harus diolah terlebih dahulu sebelum menjadi data set yang akan ditambang.

3.3 Normalisasi (Pemecahan Data)

Normalisasi merupakan proses pemecahan data warehouse menjadi informasi-informasi yang mudah dipahami. Tahapan proses normalisasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu data selection, data cleaning, data integration dan data transforming, hasil akhir dari proses normalisasi yaitu berupa data set yang siap untuk proses pemodelan dengan menggunakan aplikasi WEKA.

3.4 Data selection (Seleksi data)

Pada proses ini dilakukan pemilihan data atribut atau variable yang relevan yang akan digunakan dalam penelitian. Karena tidak semua atribut yang terdapat dalam database dapat digunakan. Atribut yang terdapat pada database adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Atribut dalam database

No	Atribut
1	No
2	Tanggal
3	Jam (Wib)
4	Lintang
5	Bujur
6	Magnitude (Sr)
7	Kedalaman(Km)
8	Pusat Gempa
9	Dirasakan(Mmi)

Langkah selanjutnya untuk melakukan penelitian yaitu dengan memilih atribut-atribut yang akan digunakan dan menghilangkan atribut-atribut yang kurang relevan atau terdapat data yang rusak. Atribut atau variable yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Atribut terpilih untuk penelitian

No	Atribut
1	Bujur
2	Magnitude (Sr)
3	Kedalaman (Km)
4	Keterangan

Setelah data terpilih langkah berikutnya yaitu melakukan proses normalisasi untuk mengetahui informasi apa saja yang dapat diperoleh dari setiap atribut yang dipilih

3.5 Data cleaning (Pembersihan data)

Setelah variable data di tentukan langkah berikutnya yaitu dilakukannya proses data cleaning. Data cleaning bermaksud untuk menghilangkan variable yang tidak layak digunakan dalam penelitian karena terdapatnya data yang hilang atau rusak yang dapat menyebabkan hasil akurasi perhitungan menjadi tidak presisi. Setelah dilakukannya data cleaning, variabel yang digunakan dalam penelitian ini tetap seperti yang terdapat pada tabel 3.7 karena tidak ditemukannya record data yang rusak.

Tabel 3. Atribut yang digunakan dalam penelitian

No	Variable	Keterangan
1	ZonaWilayah	Zona wilayah
2	Magnitude	Skala kekuatan

3	KedalamanHS	gempa bumi Kedalaman	pusat
4	LokasiHS	gempa bumi Lokasi terjadinya	
5	Kepulauan	gempa bumi Wilayah kepulauan	
6	Provinsi	Wilayah Provinsi	
7	Kota	Kota terdampak	

3.6 Data integration (Data integrasi)

Data integrasi merupakan proses penggabungan *data* awal dengan *data* eksternal yang didapat dari sumber lain yang digunakan untuk penambahan nilai informasi yang didapat dari penambahan *data*.

Pada penelitian ini hanya menggunakan *data* tunggal yang bersumber dari *website* ("Indonesia

Tsunami Early Warning System," n.d.).

3.7 Data transformation (Tranformasi data)

Data tranformasi adalah proses penggabungan *data* kedalam bentuk yang mudah ditambang. *Data-data* yang telah melewati proses *data selection*, *data cleaning* dan *data integration* masih merupakan *data* campuran dari *data* kualitatif dan *data* kuantitatif.

Dimana untuk mempermudah dalam pengolahan dan dapat dihasilkannya hasil akurasi yang baik maka *data* harus di *transforming* kedalam bentuk *data* yang mudah di pahami. Pada penelitian ini *data* hasil unduhan diubah kedalam *data* kualitatif yang dapat mempermudah dalam pemodelan. Perubahan yang terjadi terhadap *data* yang sudah ditambang adalah sebagai berikut:

1. Variable Kepulauan

Pembuatan kelas pada *variable* kepulauan dilakukan untuk mempermudah dalam pemrosesanpenambahan *data*, *data* kelas jam dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Kelas kepulauan

1	Morotai	Provinsi Maluku
2	Halmahera	Utar a
3	Bacan	
4	Obi	
5	Misol	
6	Tidore	
7	Sulau	
8	Buru	
9	Ambon	Utar a
10	Banda	
11	Seram	

1		Provinsi Maluku
1 2	Seram Laut	
1 3	Watebela	
1 4	Aru	
1 5	Kai	
1 6	Tanimbar	
1 7	Barbar	
1 8	Leti	
1 9	Wetar	

2. Variable Magnitude

Pada variable magnitude dibuat kelas data sesuai dengan ukuran skala richter, data dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5. Kelas magnitude

No	Magnitude	Kelas
1	0 – 4.9 SR	Kecil
2	> 5 SR	Besar

3. Variable Kedalaman Hiposentrum

Pada *variable* kedalaman gempa bumi dibuat kelas sesuai dengan jarak kedalaman hiposentrum dari permukaan bumi. Data kelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Kelas kedalaman hiposentrum

No	Magnitude	Kelas
1	0 s/d 60 Km	Dangkal
2	60.1 s/d 300 Km	60.1 s/d 300 Km
3	> 300 Km	Sangat Dalam

4. Variable Lokasi Hiposentrum

Variable kelas lokasi pusat hphocentrum dibuat berdasarkan lokasi terjadinya gempa bumi. Data kelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Kelas lokasi hiposentrum

No	Pusat Gempa	Kelas
1	Berada di Laut	Laut
2	Berada di Darat	Darat

5. Variable Provinsi

Pada variable kelas provinsi dibuat berdasarkan *data* provinsi yang menjadi pusat *hypocentrum* terjadinya gempa bumi. *Data* kelas provinsi *data* dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Kelas Provinsi

No	Kelas	Pulau
1	Provinsi Maluku Utara	Morotai
2		Halmahera
3		Bacan
4		Obi
5		Misol
6		Tidore
7		Sulau
8	Provinsi Maluku	Buru
9		Ambon
10		Banda
11		Seram
12		Seram Laut
13		Watebela
14		Aru
15		Kai
16		Tanimbar
17		Barbar
18		Leti
19	Wetar	

6. Data Set

Hasil akhir dari proses normalisasi yaitu terbentuknya data set yang akan digunakan dalam pemodelan pada WEKA. Data set yang terbentuk terbagi menjadi dua yaitu data set training dan data set testing. Jumlah presentase data training dalam penelitian ini yaitu ditentukan sebesar 70% dari data keseluruhan. Jumlah presentase data testing dalam penelitian ini ditentukan sebesar 30% dari data keseluruhan.

Tabel 9. Visualisasi format *data* penelitian

3.8 Applied On WEKA Classifier

Setelah *data* set terbentuk (*data training* dan *data testing*) proses pengolahan *data* selanjutnya yaitu pemrosesan *data* menggunakan aplikasi *weka classifier*.

3.9 Data mining (Penerapan Algoritma Naïve Bayes)

Pada tahapan ini *data* akan dilakukan pemodelan dengan menggunakan algoritma *data*

mining yang telah ditentukan. Penerapan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan algoritma *data mining naïve bayes* baik untuk pengolahan terhadap *data training* maupun *data testing* dengan menggunakan tools WEKA.

Pada tahap ini digunakan sample pengujian atribut kedalaman dengan hasil yang diinginkan yaitu terprediksinya kedalaman hiposentrum gempa bumi yang terjadi pada tahun 2019-2020 di wilayah Indonesiatimur.

3.9.1 Hasil Perhitungan Manual Naïve Bayes
a. Proses Klasifikasi Data

Tabel 10. Klasifikasi training kedalaman

Atribut	Kelas	Maluku	Maluku Utara
Magitud	Besar	62	62
	Kecil	95	156
Kedalaman	Dalam	30	23
	Dangkal	127	195
Lokasi	Darat	27	89
	Laut	130	129
Provinsi	x	157	218

b. Pencarian Kelas Terbaik Atribut Provinsi Dengan Kelas Maluku Dan Maluku Utara

$$P(C_i) : P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku"}) = \frac{157}{375} = 0,41866667$$

$$P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"}) = \frac{218}{375} = 0,58133333$$

Perhitungan $P(C_i | X)$ untuk tiap Kelas

Atribut (P)	Kelas (C _i)	Provinsi (X)	n(C _i)	n(X)	P(C _i X)
Magitud	Besar	Maluku	62	157	0,39
	Kecil	Maluku	95	157	0,61
Kedalaman	Dalam	Maluku	30	157	0,19
	Dangkal	Maluku	127	157	0,81
Lokasi	Darat	Maluku	27	157	0,17
	Laut	Maluku	130	157	0,83
Magitud	Besar	Maluku Utara	62	218	0,28
	Kecil	Maluku Utara	156	218	0,72
Kedalaman	Dalam	Maluku Utara	23	218	0,11
	Dangkal	Maluku Utara	195	218	0,89
Lokasi	Darat	Maluku Utara	89	218	0,41
	Laut	Maluku Utara	129	218	0,59

Tabel 11. Probabilitas perkelas uji training

kedalaman

c. Pengujian

$$X = (\text{Magitud} = \text{Kecil}, \text{Lokasi} = \text{Laut}, \text{Kedalaman} = \text{Dangkal})$$

$$P(X|C_i):$$

$$P(X|\text{Provinsi} = \text{"Maluku"}) = 0,61 * 0,83 * 0,81 = 0,410$$

$$P(X|\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"}) = 0,72 * 0,59 * 0,89 = 0,378$$

$$P(X|C_i) * P(C_i):$$

$$P(x|\text{Provinsi} = \text{"Maluku"}) = P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku"}) * P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku"}) = 0,410 * 0,418 = 0,171$$

$$P(x|\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"}) = P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"}) * P(\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"}) = 0,378 * 0,581 = 0,219$$

Kesimpulan : berdasarkan pengujian dihasilkan P(x) terbaik yaitu $P(x|\text{Provinsi} = \text{"Maluku Utara"})$

d. Evaluasi Hasil Training dan Testing Atribut Provinsi

Tabel 12. Evaluasi training dan testing Kep.Maluku atribut Provinsi

Class	Training			Testing		
	TP Rate	Precision	Recall	TP Rate	Precision	Recall
Maluku	0.382	0.488	0.382	0.385	0.556	0.385
Maluku Utara	0.711	0.615	0.711	0.707	0.547	0.707

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap hasil pengujian prediksi gempa tahunan atribut Provinsi, dapat diambil kesimpulan bahwa prediksi gempa pada tahun 2019–2020 terjadi gempa di **Maluku Utara** dengan akurasi kebenaran *data* prediksi **71,1%**

3.9.2 Pengujian Pada weka

a. Pengujian training kepulauan maluku atribut provinsi

Jumlah data yang terprediksi benar yaitu 215 data atau 57.3 % dan terklasifikasi diluar kelas 160 data atau 42.67%, kinerja terbaik ditunjukkan pada kelas penelitian Maluku Utara dengan TPRate 0.71, Precision .615 dan Recall 0.71.

```

=== Evaluation on training set ===
Time taken to test model on training data: 0.05 seconds
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      215      57.333 %
Incorrectly Classified Instances    160      42.667 %
Kappa statistic                    0.0961
Mean Absolute error                 0.4444
Root Mean Squared error             0.482
Relative Absolute error              91.69 %
Root Relative Squared error         97.7045 %
Total Number of Instances          375
    
```

Gambar 4. Evaluation on training

Hasil akurasi training kepulauan Maluku atribut provinsi untuk setiap kelas yang diujikan adalah sebagai berikut

Class	Accuracy
Maluku	0.711
Maluku Utara	0.920

Gambar 5. Hasil akurasi training

Data hasil klasifikasi prediksi training Kepulauan Maluku atribut provinsi dengan prediksi naïve bayes menggunakan tools weka sebagai berikut

```

=== Confusion Matrix ===
 a  b  <-- classified as
60  97 |  a = Maluku
63 155 |  b = MalukuUtara
    
```

Gambar 6. Confussion matrix training Kepulauan Maluku atribut provinsi

4. Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Pembahasan mengenai hasil penelitian berdasarkan pada rumusan masalah sebagai berikut:

4.1.1 Prediksi Provinsi Rawan Gempa di Kepulauan Maluku

Berdasarkan evaluasi terhadap hasil pengujian *data training* dan *testing* gempa tahunan, berpedoman pada hasil terbaik dari akurasi perkelas, *precision* dan *recall* dapat disimpulkan bahwa prediksi gambaran bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 terjadi bencana gempa bumi di **Provinsi Maluku Utara** dengan akurasi kebenaran *data* prediksi **71,1%**.

4.1.2 Prediksi Pulau Rawan Gempa di Provinsi Maluku Utara

Berdasarkan evaluasi terhadap hasil pengujian *data training* dan *testing* gempa tahunan, berpedoman pada hasil terbaik dari akurasi perkelas, *precision* dan *recall* dapat disimpulkan bahwa prediksi gambaran bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 terjadi bencana gempa bumi di **Pulau Ternate** dengan akurasi kebenaran *data* prediksi **78,6%**

4.1.3 Prediksi Pulau Rawan Gempa di Provinsi Maluku

Berdasarkan evaluasi terhadap hasil pengujian *data training* dan *testing* gempa tahunan, berpedoman pada hasil terbaik dari akurasi perkelas, *precision* dan *recall* dapat disimpulkan bahwa prediksi gambaran bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 terjadi bencana gempa bumi di **Pulau Seram** dengan akurasi kebenaran *data* prediksi **92%**.

5. Penutup

Kesimpulan yang dapat diambil dari penerapan *data mining* dengan teknik *Classification* dengan menggunakan Algoritma *Naïve Bayes* yaitu:

1. Teknik *clasification* dengan penerapan algoritma *naive bayes* dapat digunakan untuk melakukan prediksi wilayah rawan terdampak bencana gempa bumi di Kepulauan Maluku dengan hasil yang baik.
2. Prediksi bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 di Kepulauan Maluku terjadi bencana gempa bumi di Provinsi Maluku Utara dengan akurasi kebenaran data prediksi 71,1%.
3. Prediksi bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 di Provinsi Maluku Utara terjadi bencana gempa bumi di Pulau Ternate dengan akurasi kebenaran data prediksi 78,6%.
4. Prediksi bencana gempa bumi pada tahun 2019–2020 di Provinsi Maluku terjadi bencana gempa bumi di **Pulau Seram** dengan akurasi kebenaran *data* prediksi **92%**.

Daftar Pustaka

- [1] Berry, M. J. a., & Linoff, G. S. (2004). Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship management. In *Portal.Acm.Org*.
- [2] Bertone, R. (2003). Modern database management. In *Journal of Computer Science & Technology* (Vol. 3, no).
- [3] BMKG. (2018). Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821-2017. *Pusat Gempa Bumi Dan T0sunami , Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, (11), 263.
- [4] Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2010). Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management 6th edition. In *International Journal of ComputerApplications* (Vol. 49).
- [5] Febriani, Y., Daruwati, I., & Hantika, R. . (2013). Analisis nilai peak ground acceleration dan indeks kerentanan seismik berdasarkan data mikroseismik pada daerah rawan gempa bumi di kota bengkulu. *Jurnal Ilmiah Edu Reseach*, 2(2), 85–90.
- [6] Hartuti, E. R. (2009). Buku Pintar Gempa. *Yogyakarta: Diva Press*, 89, 90. Indonesia Tsunami Early Warning System. (n.d.).
- [7] Irjaya, N., & Pamungkas, A. (2014). Penentuan Zona Kerentanan Bencana Gempa Bumi Tektonik di Kabupaten Malang Wilayah Selatan. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 2, (2014)*, 3(2), 107–112.
- [8] Jiawei, H., Micheline, K., & Jian, P. (2012).

- Dm Concepts and Techniques Preface and Introduction.* Kusumadewi, S. (2009). *KLASIFIKASI STATUS GIZI MENGGUNAKAN*. 3(1), 6–11.
- [9] Mustafa, B. (2010). Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Ilmu Fisika [Universitas Andalas]*, 2(1), 44–50. Olson, D. L., & Delen, D. (2008). *Advanced data mining techniques [electronic resource]*.
- [10] Purnamasari, D., Henharta, J., Sasmita, Y. P., Ihsani, F., & Wicaksana, I. W. S. (2013). Machine Learning “Get Easy Using WEKA.” *Dapur Buku*, 1–40.
- [11] Saleh, A. (2015). *Implementasi Metode Klasifikasi Naïve Bayes Dalam Memprediksi Besarnya Penggunaan Listrik Rumah Tangga*. 2(3), 207–217.
- [12] Sintia, S., Khautsar, A., Puspitasari, D., & Mustika, P. (2018). *Algoritma Naïve Bayes Untuk Memprediksi Kredit Macet Pada Koperasi Simpan Pinjam*. 4(2).
- [13] Suharjanto. (2013). *Rekayasa Gempa. Kepel Press*.
- [14] Sunarjo, Sugeng, P., & M., T. (2012). *Gempabumi Edisi Populer*.
- [15] Vercellis, C. (2009). Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making. In *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*.
- [16] Witten H. Ian, Frank Eibe, H. A. M. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Elseiver Inc.