

IMPLEMENTASI DATA MINING PADA DATASET PRAKIRAAN CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5

Fikry ubaidillah¹, M.Rizki Ramadhan², Perani Rosyani³

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Pamulang
fikriubaidillah@gmail.com , rizkyrama7383@gmail.com

Abstrak- Cuaca adalah salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia sehari-hari. Banyak aktivitas yang dilakukan manusia yang tidak dapat lepas dari kondisi cuaca yang berlangsung. Akhir-akhir ini, sering terjadi penyimpangan pola-pola cuaca yang tidak biasanya, atau dapat dikatakan ekstrem. Oleh karena itu, pengamatan akan cuaca di sini sangatlah diperlukan untuk melakukan prediksi tentang cuaca. Jalur pantura adalah salah satu jalur yang sangat penting bagi pulau Jawa, khususnya jalur pantura wilayah Jawa Tengah, sehingga dibutuhkan informasi tentang prakiraan cuaca di jalur ini. Tujuan dari penelitian ini adalah guna mendapatkan faktor utama yang paling berpengaruh terhadap perubahan cuaca. Pendekatan *data mining* yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode *decision tree* dan algoritma C4.5. Dari hasil pengujian dari 2.400 data prakiraan cuaca yang diambil dari situs *accuweather* dan dibagi menjadi 2, yaitu *data training* sebanyak 1.680 data, sisanya *data testing* sebanyak 720 data, diperoleh hasil pohon keputusan dengan *node root* adalah atribut kelembaban dengan tingkat akurasi sebesar 81,94% yang telah dibuktikan melalui *tools rapid miner 9.10*.

Kata kunci : Prediksi Cuaca, *Data Mining*, Algoritma C4.5, *Decision Tree*

Abstract- Weather is one of the most influential things in everyday human life. Many activities carried out by humans cannot be separated from the prevailing weather conditions. Lately, there have been frequent irregularities in weather patterns that are not usual, or can be said to be extreme. Therefore, observing the weather is very necessary to make predictions about the weather. The northern coast line is one of the most important routes in Java, especially the northern coast route in the Central Java, due to that information about weather forecasts on this route is needed. The purpose of this research was to obtain the most influence factors of weather changes. The data mining approach used in this research is decision tree method and C4.5 algorithm. From the test results of 2,400 weather forecast data taken from the accuweather site and divided into 2, namely training data as much as 1,680 data, the rest of testing data as much as 720 data, the results obtained from a decision tree with the root node is the humidity attribute with an accuracy rate of 81.94% which has been proven through rapid miner

9.10 tools.

Keywords : Weather Forecast, Data Mining, C4.5 Algorithm, Decision Tree

1. PENDAHULUAN

Cuaca merupakan kondisi fisik udara sesaat pada suatu area yang sempit dan suatu waktu tertentu. Secara sederhana, cuaca dapat dimaknai sebagai apa yang terjadi saat ini dan dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu [1]. Pada umumnya cuaca dipengaruhi pada beberapa faktor yaitu suhu, kelembaban, kecepatan

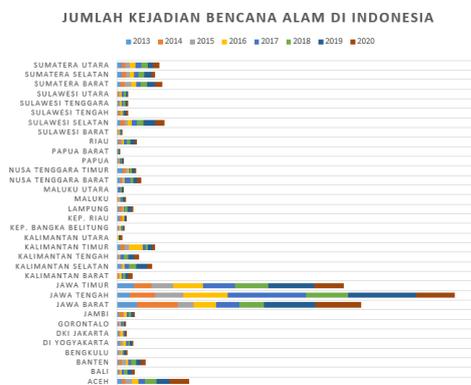
angin, dan curah hujan. Prakiraan cuaca pada umumnya sering disebut peramalan cuaca yang merupakan penggunaan ilmu dan teknologi untuk memperkirakan atmosfer bumi pada masa akan datang untuk suatu tempat tertentu [2]. Hal ini menandakan bahwa perlunya dari berbagai pihak yang membutuhkan informasi kondisi cuaca yang lebih akurat, cepat, dan lengkap. Peran prakiraan cuaca di Indonesia cukup penting, sebab wilayah Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda-beda antar daerah, menyebabkan terjadinya ketidakseragamannya antara cuaca di daerah yang dengan lainnya. Dalam hal ini kelancaran pekerjaan maupun kegiatan lainnya juga dapat saja dipengaruhi oleh cuaca.

Dalam hal transportasi, prediksi cuaca juga sangat penting, khususnya di wilayah pesisir, sehingga ketidaktepatan prediksi cuaca dapat menyebabkan ketidaklancaran jalur transportasi khususnya di jalur pantura. Pembangunan infrastruktur di sepanjang pantura masih akan tetap memperoleh prioritas tertinggi dari pemerintah dikarenakan jalur ini berperan paling strategis dalam perekonomian Indonesia. Belakangan ini sering terjadi penyimpangan pola-pola cuaca yang tidak biasanya, atau dapat dikatakan ekstrem, dengan frekuensi yang cenderung bertambah. Cuaca

ekstrem yang biasa terjadi, seperti: angin kencang, suhu udara yang melewati ambang batas normalnya, ditambah dengan periodenya yang singkat kadang disertai dengan angin puting beliung dan curah hujan dengan intensitas tinggi atau disebut hujan ekstrem yang dapat mengakibatkan terjadinya bencana banjir dan longsor.

Kondisi cuaca diyakini mempengaruhi berbagai aspek yang dapat mempengaruhi keselamatan jalan, yaitu keputusan untuk melakukan perjalanan atau dalam memilih moda transportasi. [3] Umumnya, masyarakat

akan sangat memperhatikan efek negatif hujan dan suhu ekstrem pada permintaan transportasi. Hal ini terutama berlaku untuk perjalanan yang dibuat untuk tujuan rekreasi, karena dapat dengan mudah dijadwal ulang atau dibatalkan. Oleh karena itu, kebutuhan akan akurasi prediksi cuaca juga diharapkan akan sangat membantu manusia dalam aktivitas keseharian yang membutuhkan informasi akan keakuratan prakiraan cuaca, untuk menghindari terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan saat berkendara. Berikut adalah grafik jumlah kejadian bencana alam karena cuaca yang terjadi di Indonesia.



Gambar 1.1 Jumlah Bencana Alam Akibat Cuaca di Indonesia [4]

Seiring perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dengan melihat adanya penyimpangan pola-pola cuaca yang tidak biasanya, atau dapat dikatakan ekstrem, dengan frekuensi yang cenderung bertambah, sehingga informasi prakiraan cuaca sangat diperlukan. Peramalan cuaca adalah aplikasi yang paling penting dalam meteorologi dan telah menjadi salah satu yang paling ilmiah dan menjadi permasalahan teknologi yang semakin berkembang. Banyaknya parameter dalam menentukan suatu cuaca menyebabkan ketepatan dan kecepatan dalam memprediksi cuaca kurang terpenuhi. Metode klasifikasi *data mining* merupakan sebuah teknik yang dilakukan untuk memprediksi *class* atau properti dari data itu sendiri [5]. Algoritma C4.5 adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk membentuk pohon keputusan. Peramalan cuaca merupakan suatu proses memprediksi bagaimana perubahan kondisi atmosfer di waktu yang akan datang. Untuk memprediksi suatu cuaca digunakan algoritma *decision tree* untuk mengklasifikasikan parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, arah angin, dan kecepatan angin. Hasil yang di dapat adalah parameter yang memiliki pengaruh yang berarti [2].

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas topik serupa seperti penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma Klasifikasi *Data Mining* C4.5 pada *Dataset* Cuaca Wilayah Bekasi” pada tahun 2017, juga penelitian yang berjudul “Implementasi *Data Mining Classification* untuk Mencari Pola Prediksi Hujan dengan Menggunakan Algoritma C4.5” pada tahun 2014. Penelitian yang serupa dilakukan pada tahun 2015, yang mengangkat judul “Klasifikasi *Posting Twitter* Cuaca Provinsi DIY Menggunakan Algoritma C4.5”, juga penelitian yang berjudul “Klasifikasi Dengan Pohon Keputusan Berbasis Algoritma C4.5” pada tahun 2020. Beberapa penelitian tersebut memiliki kesamaan yaitu menggunakan metode yang sama yaitu dengan menggunakan Algoritma C4.5, menghasilkan prediksi cuaca dan nilai akurasi dari pengujian datanya.

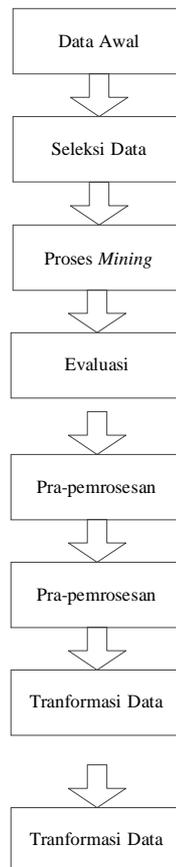
2. METODE PENELITIAN

Prakiraan cuaca sangat dibutuhkan untuk menentukan suatu keputusan pada suatu kegiatan yang berhubungan dengan cuaca [2]. Prakiraan cuaca memungkinkan orang untuk merencanakan dan

mengambil tindakan pencegahan terhadap berbagai bencana alam, seperti banjir dan angin topan sehingga dapat meminimalkan dampaknya. Cuaca buruk seperti hujan deras atau angin kencang dapat merusak properti dan menyebabkan kematian. Oleh karena itu dengan adanya prediksi bahwa cuaca buruk akan terjadi, orang dapat mengambil tindakan pencegahan

seperti, mengungsi dari daerah yang terkena bencana atau tinggal di dalam rumah. Dalam hal transportasi, prediksi cuaca juga sangat penting, khususnya di wilayah pesisir, sehingga ketidaktepatan prediksi cuaca dapat menyebabkan ketidaklancaran jalur transportasi khususnya di jalur pantura. Jalur pantura atau yang sering disebut dengan jalur pantai utara merupakan jalan nasional rute 1 atau jalan utama yang ada di Pulau Jawa [3]. Berdasarkan masalah yang ada, metode yang sesuai untuk dipakai dalam penelitian data mining ini yaitu decision tree dengan algoritma C4.5, dengan tools rapid miner sebagai software untuk pengujiannya untuk mengetahui faktor yang

paling berpengaruh pada cuaca. Berikut tahapan penelitian data mining yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan *Data Mining*

2.1 Data Awal

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah dengan menggunakan metode pengumpulan data sekunder karena diperoleh dari *dataset* prakiraan cuaca. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data valid prakiraan cuaca wilayah jalur pantura Jawa Tengah dari *website accuweather*, terhitung mulai dari tanggal 10 Januari 2022 sampai dengan 14 Januari 2022. Data tersebut memiliki jumlah 2400 dengan 7 atribut dan 1 label. Setiap atribut dan label yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada tabel berikut :

Konten	Detail Penggunaan
Wilayah	ID
Tanggal	Atribut
Jam	Atribut
Suhu	Atribut
Arah Angin	Atribut
Angin	Atribut
Kelembaban	Atribut
Prakiraan Cuaca	Label

Tabel 3.1 Konten dari Data Prakiraan Cuaca

2.2 Seleksi Data

Pengolahan data dilakukan pada proses ini karena tidak semua data penelitian sudah memiliki atribut dan variabel sendiri sebelum dilakukan proses *mining*, maka seleksi data dilakukan untuk menentukan atribut dan variabel yang dibutuhkan untuk mengolah data [6].

2.3 Pra-pemrosesan

Pembersihan data dilakukan untuk membuang *data double* maupun mengisi data yang memiliki *missing value* sehingga data yang akan diolah bersih dan siap digunakan. Pada tahap ini, data prakiraan cuaca dalam proses yang digunakan tidak memiliki *missing value* dan data yang *double*, sehingga jumlah data yang digunakan adalah 2400 data dengan 4 atribut, 1 ID, dan 1 label.

2.4 Transformasi Data

Setelah data sudah dipilih maka dilakukan tahapan untuk melakukan transformasi terhadap atribut, transformasi akan dilakukan untuk memodifikasi sumber data ke format yang berbeda agar dapat diterima oleh proses *data mining* pada tahap selanjutnya. Transformasi nilai-nilai dari atribut juga perlu dilakukan sehingga dapat mengakibatkan proses pengenalan pola data dan pembentukan keputusan menjadi lama. Data prakiraan cuaca diklasifikasikan menjadi 3 bagian atribut yang dilakukan transformasi data, yaitu pada atribut suhu, kelembaban, dan angin, untuk atribut lain tidak ditransformasi karena sudah bisa digunakan untuk proses *mining*.

2.5 Proses Mining

Dataset yang sudah disiapkan untuk klasifikasi dibagi menjadi dua data, untuk data training sebanyak 70% dan untuk data testing sebanyak 30%. Perhitungan untuk mengambil data training dan data testing adalah sebagai berikut :

Jumlah data keseluruhan (N) = 2400 Jumlah data training = 70% × 2400 = 1680

Jumlah data testing = 30% × 2400 = 720 Setelah semua data siap dan sudah sesuai dengan tahapan pengolahan sebelumnya, data yang sudah melalui proses pengolahan kemudian akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan tools rapid miner.

2.6 Evaluasi

Pada tahapan ini, evaluasi dapat dilakukan dengan cara mengamati dan menganalisa hasil dari algoritma yang digunakan untuk memastikan bahwa hasil pengujian itu benar atau tidak sesuai dengan pembahasan [6]. Sedangkan, validasi dilakukan dengan mengukur hasil prediksi untuk mengetahui tingkat *accuracy*. Maka dari itu, peneliti menggunakan metode *accuracy* sebagai parameter uji untuk mengukur kinerja dari algoritma.

3. PEMBAHASAN

3.1 Simulasi Perhitungan Algoritma C4.5

Data yang akan digunakan dalam perhitungan secara manual yaitu 1680 sampel *data training* yang diambil 70% dari *dataset* prakiraan cuaca. Selanjutnya, hitung nilai *entropy* untuk mendapatkan nilai *gain*. *Entropy* adalah nilai informasi yang menyatakan ukuran ketidakpastian (*impurity*) dari atribut dari suatu kumpulan objek data dalam satuan bit. Untuk menghitung nilai *entropy* digunakan rumus [5]:

$$\text{Entropy}(S) = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Dimana :

S = Himpunan kasus

N = Jumlah partisi S

Pi = Proporsi Si Terhadap S

Lalu, menghitung akar dari pohon, akar akan diambil dari atribut yang akan dipilih, dengan cara menghitung nilai *gain* dari masing-masing atribut. Nilai *gain* adalah ukuran efektifitas suatu atribut dalam mengklasifikasikan data. Nilai *gain* yang paling tinggi yang akan menjadi akar pertama, menghitung nilai *gain* dapat dengan rumus berikut [5]:

$$\text{Gain}(S_A) = \text{Entropy}(S) - \sum \frac{|S_i|}{|S|} \text{Entropy}(S_i) \quad (2)$$

N = Jumlah partisi atribut A

|Si| = Proporsi Si terhadap S

|S| = Jumlah kasus dalam S [5]

Berikut beberapa tabel hasil dari perhitungan *entropy* dan *gain* manual :

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Gain* Atribut Kelembaban

Atribut	Variabel	S	S1	S2	S3	Entropy	Gain
Suhu	Tinggi	91	81	0	10	0.499584	0.005632
	Sedang	1537	1241	24	272	0.785028	
	Rendah	52	47	2	3	0.550044	

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Gain* Atribut Kelembaban

Atribut	Variabel	S	S1	S2	S3	Entropy	Gain
Kelembaban	Tinggi	317	267	10	40	0.742717	0.011654
	Sedang	1297	1038	16	243	0.788099	
	Rendah	66	64	0	2	0.195909	

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Gain* Atribut Arah Angin

Atribut	Variabel	S	S1	S2	S3	Entropy	Gain
Angin	Tenang	44	44	0	0	0	0.010892
	Sedikit hembusan	1202	972	24	206	0.796632	
	Angin pelan	374	305	2	67	0.724726	
	Angin sedang	52	42	0	10	0.706274	
	Angin sejuk	8	6	0	2	0.811278	

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Gain* Atribut Arah Angin

Atribut	Variabel	S	S1	S2	S3	Entropy	Gain
Arah Angin	B	473	383	4	86	0.751957	0.010807
	BD	539	461	16	62	0.702388	
	BL	557	431	4	122	0.817287	
	S	16	13	0	3	0.696212	
	TG	19	18	0	1	0.073897	
	TL	35	31	0	4	0.512709	
	U	40	30	2	8	0.99176	
	Calm	3	2	1	0	0.389975	

3.2 Pengujian Algoritma C4.5 menggunakan RapidMiner

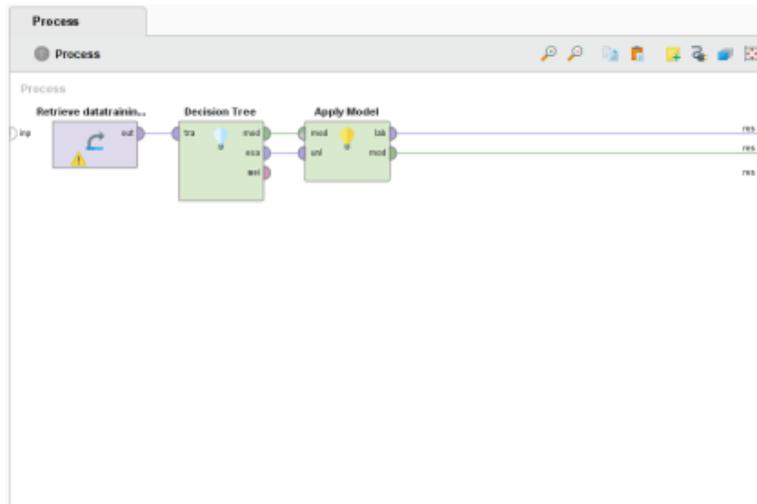
Pada tahap ini metode data mining diterapkan untuk menemukan pengetahuan tersembunyi dan berharga dari

data. Metode yang digunakan adalah klasifikasi *decisiontree* dengan algoritma C4.5. :

1) *Import Data* pada *Rapid Miner*

Import data dari file data training dan data testing pada lokal penyimpanan komputer. Selanjutnya mengganti role pada atribut wilayah menjadi ID, dan mengganti role atribut prakiraan cuaca menjadi label.

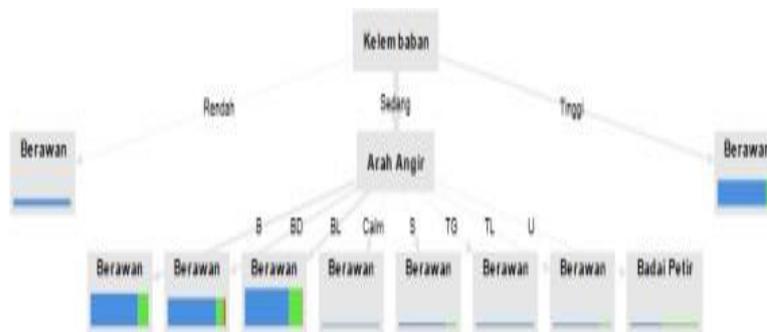
2) *Pemodelan Proses Pengujian Data Training*



Gambar 2. Pemodelan Decision Tree Data Training

Perhatikan gambar 4.1 untuk melihat *decision tree* pada *data training*, *drag and drop* data yang sudah di- *import* sebelumnya ke dalam area proses *rapid miner*, kemudian pilih operator *decision tree* dan *apply model*, lalu sambungkanlah *port*-nya dan klik *execute*.

- 3) Pola Pohon Keputusan Pengujian *Data Training* Hasil eksekusi dapat dilihat pada gambar berikut.

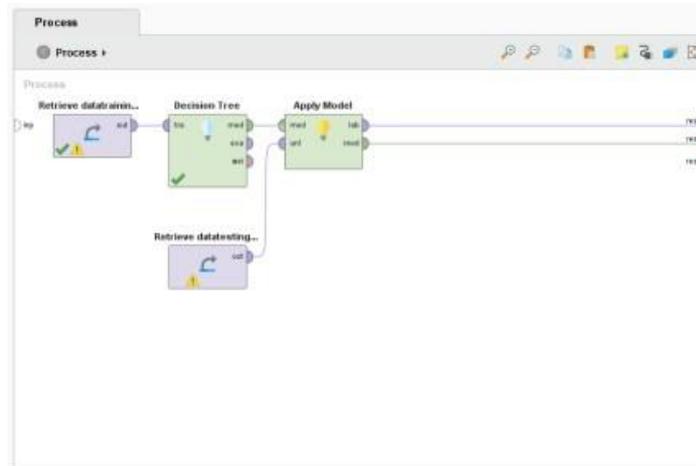


Gambar 3. Hasil *Decision Tree Data Training*

Bisa dilihat pada gambar 4.2 bahwa yang menjadi *node root* adalah pada atribut kelembaban, hal tersebut sesuai dengan perhitungan *excel* bahwa *gain* tertinggi pada *data training* adalah atribut kelembaban juga, yaitu sebesar 0.011654.

- 4) Pemodelan Proses Pengujian *Data Training* dan *Data Testing*

Import semua *data training* dan *data testing* ke dalam area proses, lalu sambungkanlah *port*-nya sesuai dengan gambar dibawah ini, dan klik *execute*.



Gambar 4. Pemodelan *Decision Tree Data Training* dan *Data Testing*

5) Pola Pohon Keputusan Pengujian *Data Training* dan *Data Testing*
Hasil eksekusi dapat dilihat pada gambar berikut.

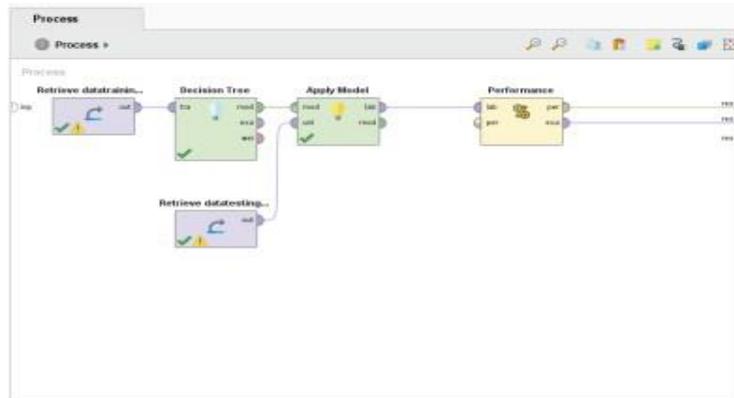


Gambar 5. Hasil *Decision Tree Data Training* dan *Data Testing*

Bisa dilihat pada gambar 4.4 bahwa atribut kelembaban menjadi *node root*, yang menunjukkan bahwa atribut tersebut merupakan hal yang berpengaruh terhadap perubahan cuaca dari pada atribut-atribut yang lainnya.

6) Nilai Akurasi

Nilai *accuracy* dihitung dengan cara membagi jumlah data benar yang bernilai positif (*true positive*) ditambah dengan jumlah benar yang bernilai negatif (*true negative*) dibagi dengan jumlah data benar yang bernilai positif (*true positive*), ditambah dengan jumlah data yang benar yang bernilai negatif (*true negative*), ditambah data yang salah yang bernilai positif (*false positive*) dan data salah yang bernilai negatif (*false negative*). Pilihlah operator *decision tree*, *apply model* dan *performance* ke dalam area proses *rapid miner*, lalu sambungkanlah *port* sesuai dengan gambar dibawah ini, lalu klik *execute*.



Gambar 6. Permodelan Performance

Hasil nilai *accuracy* dari perhitungan *rapid miner* bisa dilihat pada gambar dibawah.

accuracy: 81.94%

	true Berawan	true Badai Petir	true Hujan Singkat	class precision
pred Berawan	500	124	5	82.03%
pred Badai Petir	1	1	0	50.00%
pred Hujan Singkat	0	0	0	0.00%
class recall	99.83%	0.80%	0.00%	

Gambar 7. Hasil Tingkat Accuracy

Berdasarkan gambar 4.6 performa akurasi dari eksekusi *data training* dan *data testing* menggunakan metode klasifikasi *decision tree* menghasilkan nilai 81.94% dengan presisi prediksi berawan sebesar 82.03%, presisi prediksi badai petir sebesar 50.00%. *Class recall* yang dihasilkan dari performa akurasi ini adalah prediksi benar pada berawan 99.83%, prediksi benar pada badai petir 0.80%. Performa akurasi yang dihasilkan oleh penelitian pada *dataset* prakiraan cuaca ini termasuk pada *good classification* yang dimana nilainya ada pada kisaran 0.80-0.90 [15].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dalam penerapan Algoritma C.45 pada dataset prakiraancuaca dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian ini menghasilkan informasi mengenai faktor utama yang berpengaruh terhadap perubahan cuaca, yaitu pada atribut kelembaban yang menjadi node *root* sekaligus *gain* tertinggi pada hasil perhitungan algoritma C4.5 dan hasil pengujian pohon keputusan, sehingga dapat disimpulkan bahwa yang berpengaruh besar terhadap perubahan cuaca di sepanjang jalur pantura Jawa Tengah adalah kelembaban. Dalam penelitian prediksi cuaca ini pengujian model dilakukan dengan menggunakan algoritma C4.5. Akurasi dari algoritma klasifikasi C4.5 dengan pengujian melalui *tools rapid miner 9.10* ini menghasilkan nilai sebesar 81.94% yang termasuk pada kategori *good classification*.

DAFTAR PUSTAKA

- N. P. L. B. R. Kaho, "Panduan Interpretasi dan Respon Informasi Iklim dan Cuaca untuk Petani dan Nelayan," *PIKUL Society*. PIKUL Society, 2014.
- I. Novandya, Adhika., Oktria, "Penerapan Algoritma Klasifikasi Data Mining C4.5 Pada Dataset Cuaca Wilayah Bekasi," *J. Format*, vol. 6, no. 2, pp. 98–106, 2017.
- K. A. Cahyanto, F. P. B. Muhamad, and E. Mulyani, "Penerapan Dizcretize By Frequency Dalam Meningkatkan Akurasi Algoritma C4.5 Dalam Memprediksi Cuaca Pada Jalur Pantura Tegal- Pekalongan-Semarang,"

- JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 5, no. 2, p. 78, 2019, doi: 10.31884/jtt.v5i2.195.
- BPS, “Banyaknya Provinsi Menurut Jenis Bencana Alam,” 2018.
https://www.bps.go.id/indicator/168/954/1/banyak_nya-desa-kelurahan-menurut-jenis-bencana-alam- dalam-tiga-tahun-terakhir.html.
- Larose and D. T., *Data Mining Methods and Models*. Hoboken New Jersey: John Willey & Sons, Inc., 2006.
- I. Rahmayuni, “Perbandingan Performansi Algoritma C4.5 dan Cart Dalam Klasifikasi Data Nilai Mahasiswa Prodi Teknik Komputer Politeknik Negeri Padang,” *Teknoif*, vol. 2, no. 1, pp. 40–46, 2014.
- J. Han, M. Kamber, and Jian Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier.
- A. Basuki and I. Syarif, *Modul Ajar Decision Tree*. Surabaya: PENS-ITS, 2003.
- M. J. Berry and G. S. Linoff, *Data Mining Techniques for Marketing, Sales, and Customer Relationship Management. 2 nd Edition*. USA: Wiley Publishing, Inc., 2004.
- N. Asynuzar, “Pengembangan aplikasi pengolahan data cuaca pada Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak,” *JUSTIN (Jurnal Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 178–183, 2014, [Online]. Available:
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/7513>.
- J. Heizer and B. Render, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain*. Global Edition, Pearson Education, Inc, 2014.
- B. Rahmat C.T.I. *et al.*, “Implementasi k-means clustering pada rapidminer untuk analisis daerah rawan kecelakaan,” *Semin. Nas. Ris. Kuantitatif Terap. 2017*, no. April, pp. 58–60, 2017.
- A. Raditya, “Implementasi Data Mining Classification Untuk Mencari Pola Prediksi Hujan Dengan Menggunakan Algoritma C45,” 2014.
- Y. Astuti, “Klasifikasi Posting Twitter Cuaca Provinsi Diy Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Informasi Pada Web Pariwisata,” *Pros. Semnastek*, no. November, pp. 1–9, 2015.
- F. Gorunescu, *Data Mining: Concepts, Models and Techniques*. Berlin, Jerman: Springer, 2011.
- Vieka Destiawati