

Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Keluhan Pelanggan Pada Apartemen Jakarta

Application of the C4.5 Algorithm to Predict Customer Complaints at Jakarta Apartments

Sunarti¹, Frisma Handayanna²

¹Sistem Informasi Kampus Kota Bogor, ²Informatika, ¹Universitas Bina Sarana Informatika,

²Universitas Nusa Mandiri

E-mail: ¹sunarti.sni@bsi.ac.id, ²frisma.fha@nusamandiri.ac.id

Abstrak

Ketidakpuasan pelanggan merupakan masalah yang dihadapi oleh pengelola Apartemen. Ketidakpuasan dapat menimbulkan keluhan dan merugikan dalam bisnis. Kualitas, loyalitas dan pelayanan diperlukan untuk mengurangi dari ketidakpuasan. Penelitian menggunakan metode algoritma C4.5. Metode ini digunakan menentukan pengambilan keputusan untuk memprediksi keluhan pelanggan, diketahui tingkat akurasi dan presisinya. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengatasi keluhan pelanggan apartemen atas ketidakpuasan terhadap pelayanan yang diberikan. Atributnya adalah nunit, kewarganegaraan, status pernikahan, pekerjaan, alamat pekerjaan, jumlah penghuni, dan jenis kelamin dengan keputusan komplain dan tidak komplain. Perolehan pengujian model yang terbentuk akurat hingga 88,13 dengan kumpulan hasil pengolahan ROC (*Receiver Operating Characteristic*) menggunakan data training dengan besarnya 0,953 tingkat diagnostik klasifikasi sangat baik. Model pohon keputusan yang ada bisa meningkatkan akurasi untuk memprediksi keluhan pelanggan pada Apartemen Jakarta.

Kata kunci: Prediksi Keluhan pelanggan, Algoritma C4.5, Rapidminer, Apartemen

Abstract

Customer dissatisfaction is a problem faced by apartment managers. Dissatisfaction can lead to complaints and harm in business. Quality, loyalty, and service are needed to reduce dissatisfaction. The research uses the C4.5 algorithm method. This method is used to determine decision-making to predict customer complaints, and the level of accuracy and precision is known. The purpose of this study is to overcome customer complaints of apartments for dissatisfaction with the services provided. The attributes are noun, nationality, marital status, occupation, work address, number of residents, and gender with the decision to complain and not to complain. The obtained model testing is accurate up to 88.13 with a collection of ROC (Receiver Operating Characteristic) processing results using training data with a magnitude of 0.953 the diagnostic level of classification is very good. The existing decision tree model can improve accuracy in predicting customer complaints at Jakarta Apartments.

Keywords: Customer Complaint Prediction, C4.5 Algorithm, Rapidminer, Apartment

1. PENDAHULUAN

Dengan berkembangnya bisnis properti, persaingan dalam dunia bisnis kini sangat ketat. Dalam dunia bisnis, posisi pelanggan harus diperhatikan dan diprioritaskan. Loyalitas pelanggan adalah hal terpenting dalam perusahaan[1]. Pelanggan adalah pengguna barang atau jasa yang sudah ada. Pelanggan akan menginginkan suatu produk atau layanan untuk memenuhi kebutuhan dengan memberikan rasa kepuasan[2]. Untuk mendapatkan loyalitas pelanggan, perusahaan harus memiliki pendekatan strategis, sehingga akan mempengaruhi loyalitas pelanggan. Kepuasan memengaruhi loyalitas pelanggan dan akan berdampak pada kedatangan kembali. Selama perusahaan dapat memberikan pelayanan yang memuaskan maka perusahaan akan mendapatkan

loyalitas dari pelanggan. Untuk bisnis di sektor properti seperti apartemen, memperhatikan kenyamanan dan kepuasan pelanggan menjadi prioritas[3]. Untuk mendapatkan loyalitas pelanggan tidak akan datang dengan sendirinya, dibutuhkan sikap kreatif dan inovatif dalam berbisnis dengan menyesuaikan dengan perkembangan. Dalam kondisi seperti ini diperlukan manajemen yang baik agar dapat bersaing dengan seluruh aspek baik perusahaan maupun karyawan[2]. Dalam dunia bisnis yang dinamis dan kompetitif, para pelaku bisnis memikirkan cara untuk bertahan dan dapat mengembangkan skala usahanya[4]. Pelayanan yang berkualitas merupakan sasaran perusahaan, apakah suatu perusahaan barang atau jasa dapat memuaskan konsumennya[5]. Masalah layanan tidak terlalu sulit atau rumit, tetapi jika tidak mempertimbangkannya, pelanggan dapat menyebabkan masalah serius bagi perusahaan[6]. Pelayanan yang baik akan menjadi poin penilaian kepuasan bagi pelanggan[7]. Dengan mengoptimalkan pelayanan kepada pelanggan maka akan tercipta loyalitas[8][9]. Kualitas dan loyalitas pelanggan, akan berpengaruh besar bagi perusahaan untuk bersaing ketat dengan perusahaan lain [15][16].

Penelitian ini dilakukan di Apartemen Jakarta. Apartemen ini memperhatikan kepuasan dan kenyamanan pelanggan karena pelanggan adalah prioritas. Ketidakpuasan pelanggan merupakan masalah yang dihadapi oleh pengelola apartemen. Ketidakpuasan dapat menimbulkan keluhan dan merugikan dalam hal berbisnis. Ketidakpuasan akan menimbulkan keluhan dari pelanggan[10][14]. Apabila kinerjanya sesuai dengan harapan, pelanggan merasa puas, namun, kinerja tidak sesuai harapan, kepuasan pelanggan tidak dapat tercapai[11][6]. Tingkat ketidakpuasan akan dianalisis untuk mendapatkan informasi berguna yang membantu perusahaan meningkatkan kualitas layanan[12]. Untuk menangani keluhan pelanggan harus meningkatkan pelayanan yang baik[13], pelayanan yang kurang optimal akan menyebabkan masyarakat sulit menilai[17], persaingan yang ketat dalam bisnis properti apartemen menuntut perusahaan untuk mengurangi jumlah pengaduan. Literatur-literatur yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Literatur-literatur Penelitian

Research Problem (RP1)		Literatur Supports
RP1	Ketidak puasan pelanggan menjadi salah satu faktor keluhan	Ketidakpuasan menimbulkan keluhan pelanggan dan merugikan dalam berbisnis[10][14] Kinerja tidak sesuai dengan harapan[11][6]
RP2	Belum adanya loyalitas pelanggan	Loyalitas pelanggan belum tercipta secara optimal[8][9]. Kualitas dan loyalitas pelanggan, akan berpengaruh besar bagi perusahaan untuk bersaing ketat dengan perusahaan lain [15][16].
RP3	Pelayanan belum optimal	Pelayanan belum mempergunakan metode dengan baik, masyarakat kesulitan memberikan penilaian dari pelayanan yang diberikan[17]

Berdasarkan permasalahannya diperlukan teknik klasifikasi data mining untuk memprediksi keluhan pelanggan. Klasifikasi teknis yang digunakan dalam data mining adalah pohon keputusan. Pohon keputusan ialah teknik yang banyak dipergunakan dalam menghasilkan keluaran aturan. Pohon keputusan dapat menunjukkan perilaku pola pengaduan pelanggan. Penelitian ini menggunakan metode algoritma C4.5[10]. Algoritma C4.5 memiliki aturan-aturan yang mudah dipahami dalam bahasa alami[6]. Fakta membuktikan bahwa algoritma C4.5 dapat mengklasifikasikan kepuasan pelanggan dengan kualitas layanan[5]. Metode klasifikasi adalah proses mendapatkan sekumpulan pola yang mendeskripsikan dan memisahkan kelas data yang akan digunakan untuk memprediksi data yang belum memiliki kelas data tertentu[18]. Klasifikasi algoritma C4.5 mempertimbangkan kumpulan data klasifikasi[19]. Algoritma C4.5 memiliki akurasi tertinggi[20][21]. Metode ini memiliki kemampuan kecepatan klasifikasi yang sangat tinggi[19]. Hasil pengolahan algoritma C4.5 menghasilkan pohon keputusan. Pohon keputusan mengubah fakta besar menjadi pohon keputusan yang mewakili aturan[22]. Metode ini merupakan pohon keputusan yang dapat menyampaikan informasi tentang tahapan prediksi dalam

memberikan gambaran umum proses pengolahan data[23][24]. Hasil dari algoritma C4.5 ialah sebuah pohon keputusan dengan aturan-aturan yang berguna untuk pengetahuan dan informasi yang mudah dipahami[25]. Algoritma C4.5 merupakan klasifikasi yang bisa menentukan loyalitas pelanggan[26]. Menggunakan teknik data mining algoritma C4.5 untuk memprediksi kepuasan pelanggan dengan data pelatihan[27].

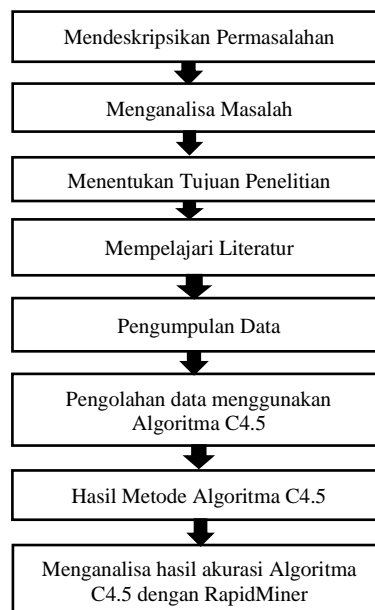
Pengolahan data dianalisis menggunakan aplikasi Rapidminer. Aplikasi Rapidminer dapat mempermudah proses pengambilan keputusan dengan menghasilkan aturan keputusan sebagai dasar pembuatan prediksi[28]. Menangani keluhan dari pelanggan memang tidak mudah, setiap pelanggan tidak akan pernah puas. Untuk mengatasi keluhan tersebut diperlukan respon yang cepat dan diselesaikan dengan baik oleh pengelola apartemen. Dengan pelayanan yang baik maka dapat mengurangi jumlah keluhan dan menjaga hubungan baik antara pelanggan dan pengelola. Prediksi keluhan pelanggan dapat membantu manajemen untuk meningkatkan kepuasan pelanggan[14].

Tujuan daripada penelitian yang dilakukan ialah untuk menangani keluhan pelanggan apartemen yang disebabkan oleh ketidakpuasan terhadap pelayanan yang diberikan. Dalam menangani keluhan pelanggan, diperlukan metode yang akurat untuk memprediksi keluhan pelanggan dari apartemen. Menggunakan algoritma C4.5 dalam menentukan keputusan prediksi keluhan pelanggan, sehingga dapat diketahui tingkat akurasi dan presisi.

2. METODE PENELITIAN

a. Langkah Pengujian Metode Dalam Penelitian

Untuk memprediksi keluhan pelanggan pada Apartemen Jakarta, langkah pengujian metode yang digunakan adalah seperti pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Langkah Pengujian Metode Dalam Penelitian

b. Jenis-jenis Penelitian

Jenis-jenis penelitian yang akan dilakukan dengan model eksperimen. Metode-metode pengumpulan data untuk memprediksi loyalitas pelanggan di Apartemen Jakarta adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Pada data primer data didapatkan secara langsung dari pihak Apartemen Jakarta. Dari data primer diperoleh data seperti data yang menginap di apartemen, data keluhan dari yang menginap di apartemen, dimana data ini didapatkan melalui jaringan telepon atau kuesioner.

b. *Data Sekunder*

Pada data sekunder diperoleh dengan cara tidak langsung. Data sekunder pada penulisan berupa dokumentasi, literatur-literatur, buku-buku, jurnal-jurnal, dan informasi lain berhubungan dengan permasalahan yang ada.

Perangkat penelitian yang dipergunakan dalam memperoleh data ialah dengan:

- a). Observasi/pengamatan dilakukan langsung melihat data-data keluhan para pelanggan dan tanggapan dengan cepat yang dilaksanakan pada pihak pengelola sesudah mendapatkan data keluhan pelanggan.
- b). Wawancara/tanya jawab dilakukan dengan mendapat informasi mengenai keluhan pelanggan dan bagaimana cara penanganan dari keluhan yang ada. Kegiatan ini dilakukan dibagian pihak pengelola Apartemen Jakarta.

c. *Algoritma C4.5*

Algoritma C4.5 ialah sebuah algoritma yang digunakan untuk membuat pohon keputusan. Pohon putusan adalah cara yang ampuh dan terkenal untuk mengklasifikasikan prediktor. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung nilai indeks entropi. Saat menghitung rasio perolehan, perlu untuk memproses nilai informasi dalam bit dari sekumpulan objek, yaitu konsep[29]:

1. *Entropy*

Berdasarkan Dennis, dkk.[29] Entropi (S) adalah jumlah bit yang dibutuhkan untuk mendeklarasikan sebuah kelas. Semakin rendah nilai entropi, semakin rendah entropi yang digunakan untuk mengekstrak dalam suatu kelas. Entropi digunakan pada mengukur ketidakastian S. Rumus entropi adalah:

$$Entropy (S) = \sum_{i=1}^n -p_i * \log_2 p_i \quad (1)$$

Penjelasan :

- S : himpunan kasus
- A : fitur
- n : jumlah partisi S
- p_i : proporsi dari S_i terhadap S

2. *Gain*

Berdasarkan Dennis, dkk Gain (S,A) penelitian [29] hasil informasi dari atribut A relatif terhadap data keluaran S. Informasi yang diperoleh dari data keluaran atau variabel dependent S dikelompokkan berdasarkan atribut A, digambarkan dengan gain (S,A). Untuk rumus Gain yakni:

$$Gain (S, A) = Entropy (S) \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy (S_i) \quad (2)$$

Penjelasan:

- A : Atribut
- S : Sampel
- n : Jumlah partisi himpunan atribut A
- $|S_i|$: Jumlah sampel pada partisi ke -i
- $|S|$: Jumlah sampel dalam S

Sedangkan untuk mengolah data yang akan dianalisis menggunakan aplikasi Rapidminer. Dimana aplikasi Rapidminer dapat menyederhanakan proses pengambilan keputusan dengan menghasilkan aturan keputusan sebagai dasar untuk membuat prediksi[28].

d. *Teknis Analisis Data*

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah algoritma C4.5. Metode ini akan digunakan untuk memprediksi keluhan pelanggan pada Apartemen Jakarta. Analisis data

penelitian ini menggunakan data kuantitatif, yaitu teknik analisis data yang menggunakan kaidah matematis data numerik[30].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penentuan pohon keputusan menggunakan algoritma C4.5 saat memberikan data training kepada 304 pelanggan apartemen Jakarta. Untuk data training diperoleh berdasarkan data primer yang sebelumnya telah dikelompokkan pada masing-masing kelas dan jenis atributnya. Untuk data masing-masing kelas dan jenis atributnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 2 Jenis Atribut Untuk Memprediksi Keluhan

Variabel	Atribut
Nounit	Type A, Type B
Kewarganegaraan	Amerika, Asia, Australia, Belanda, Eropa, Indonesia, Jepang, New Zealand
Status Pernikahan	Menikah, Single
Pekerjaan	Duta besar, Manajer, Presiden Direktur, Wakil Presiden Direktur
Alamat Pekerjaan	Cikarang, Jakarta Pusat, Jakarta Selatan, Jakarta Utara, Jakarta Timur, Jakarta Barat
Jumlah Penghuni	1, 2, >3
Jenis Kelamin	Laki-laki, Perempuan
Label	Komplain, Tidak

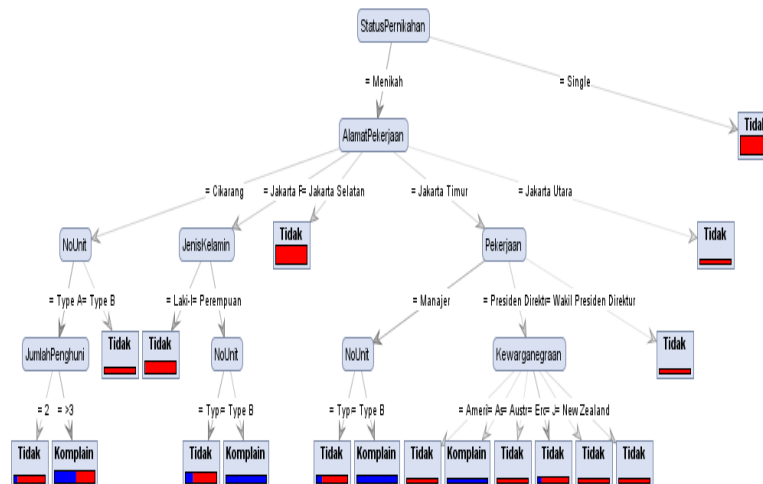
Selanjutnya dilakukan perhitungan Entropy, Gain, Spliinfo, dan Gain ratio. Berikut perhitungan manualnya:

Tabel 3 Hasil Penghitungan Nilai Entropi Dan Gain Secara Manual

	Total	Komplain	Tidak	Entropy	Information Gain	Split Info		Gain Ratio
TOTAL		304	65	239	0,74871			
No Unit						-0,08680031	0,899743759	-0,0965
	Type A	208	30	178	0,59521			
	Type B	96	35	61	0,94642			
Kewarganegaraan						0,143306777	2,08944235	0,0686
	Amerika	63	17	46	0,84124			
	Asia	34	20	14	0,97742			
	Australia	33	0	33	0,00000			
	Belanda	31	4	27	0,55478			
	Eropa	71	18	53	0,81681			
	Indonesia	5	2	3	0,97095			
	Jepang	33	0	33	0,00000			
	New Zealand	34	4	30	0,52256			
Status Pernikahan						0,076052827	0,709926741	0,1071
	Menikah	245	65	180	0,83465			
	Single	59	0	59	0,00000			
Pekerjaan						0,013245676	1,591708677	0,0083
	Duta Besar	80	20	60	0,81128			
	Manajer	164	36	128	0,75928			
	Presiden Direktur	48	5	43	0,48207			
	Wakil Presiden Direktur	12	4	8	0,91830			

Alamat Pekerjaan						0,154567793	2,300875314	0,0672
	Cikarang	65	20	45	0,89049			
	Jakarta Barat	32	0	32	0,00000			
	Jakarta Pusat	96	24	72	0,81128			
	Jakarta Selatan	62	0	62	0,00000			
	Jakarta Timur	45	21	24	0,99679			
	Jakarta Utara	4	0	4	0,00000			
Jumlah Penghuni						0,032770124	1,434175309	0,0228
	1	71	7	64	0,46451			
	2	169	35	134	0,73590			
	>3	64	23	41	0,94216			
Jenis Kelamin						0,001296128	0,899743759	0,0014
	Laki-laki	208	42	166	0,72576			
	Perempuan	96	23	73	0,79435			

Berdasarkan kumpulan data, prediksi keluhan pelanggan didasarkan pada data yang ada di apartemen Jakarta. Pohon keputusan algoritma C4.5 dibentuk dengan menentukan nilai gain dengan gain tertinggi untuk setiap node komputasi. Berdasarkan node yang ditentukan, pohon keputusan untuk memprediksi keluhan pelanggan seperti dibawah ini pada gambar 2:



Gambar 2 Pohon Keputusan Prediksi Pengaduan Pelanggan

Perolehan hari dari pengujian model diperoleh dengan mempergunakan algoritma C4.5 untuk pengujian dalam tingkat akurasi menggunakan matriks konfigurasi dan kurva ROC/AUC (Area Under Cover). Selanjutnya, aplikasi Rapidminer menginputkan data yang diperoleh oleh pelanggan yang menyewa Apartemen Jakarta. Untuk memperoleh hasil evaluasi dengan:

1. Confusion Matrix

Penghitungan akurasi mempergunakan data training algoritma C4.5. Data training terdiri dari 304 data, 47 data diklasifikasi sebagai pengaduan dan 18 data diprediksi tidak komplain, 18 data dinyatakan komplain dan 221 data dinyatakan tidak komplain. Kelas recall untuk kategori keluhan benar adalah 92,47% dan kelas recall untuk kategori keluhan benar adalah 72,31%.

Tabel 4 Model Confusion Matrix Data Training Algoritma C4.5

accuracy: 88.13% +/- 4.94% (mikro: 88.16%)			
	true Complaint	true No.	class precision
pred. Complaint	47	18	72.31%
pred. No.	18	221	92.47%
class recall	72.31%	92.47%	

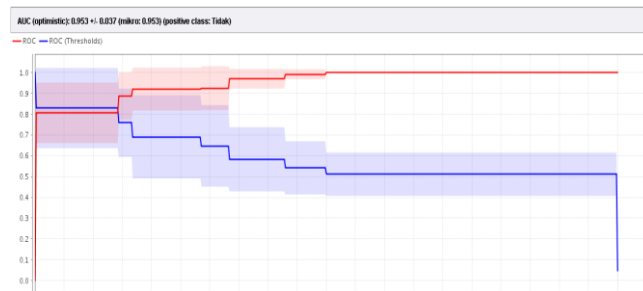
Dalam memperoleh hasil matriks konfusi pada tabel 3, langkah selanjutnya adalah menghitung skor akurasi, presisi, dan recall. Perbandingan nilai akurasi, presisi, dan recall dihitung menggunakan metode algoritma C4.5.

2. Kurva ROC

Data penghitungan dapat divisualisasi mempergunakan kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) atau AUC (Area Under Curve). Untuk ROC, mempunyai tingkat skor diagnostik, termasuk:

- a). Akurasi yang memiliki skor 0,90 - 1,00 = klasifikasi sangat baik
- b). Akurasinya memiliki skor 0.80 - 0.90 = klasifikasi baik
- c). Akurasinya memiliki skor 0,70 - 0,80 = klasifikasi wajar
- d). Akurasinya memiliki skor 0.60 - 0.70 = klasifikasi buruk
- e). Akurasinya memiliki skor 0,50 - 0,60 = kegagalan

Perolehan hasil pengolahan ROC menurut algoritma C4.5 adalah 0,953 (dapat dilihat pada Gambar 3) untuk tingkat diagnostik klasifikasi sangat baik.



Gambar 3 Roc Curve Metode Algoritma C4.5

Berdasarkan pada hasil pohon keputusan, maka diperoleh aturan klasifikasi seperti dibawah ini:

- StatusPernikahan = Menikah
 - | AlamatPekerjaan = Cikarang
 - | | NoUnit = Type A
 - | | | JumlahPenghuni = 2: Tidak {Komplain=2, Tidak=13}
 - | | | JumlahPenghuni = >3: Komplain {Komplain=18, Tidak=15}
 - | | NoUnit = Type B: Tidak {Komplain=0, Tidak=11}
 - | AlamatPekerjaan = Jakarta Pusat
 - | | JenisKelamin = Laki-laki: Tidak {Komplain=1, Tidak=31}
 - | | JenisKelamin = Perempuan
 - | | | NoUnit = Type A: Tidak {Komplain=7, Tidak=20}
 - | | | NoUnit = Type B: Komplain {Komplain=16, Tidak=0}
 - | AlamatPekerjaan = Jakarta Selatan: Tidak {Komplain=0, Tidak=62}
 - | AlamatPekerjaan = Jakarta Timur
 - | | Pekerjaan = Manajer
 - | | | NoUnit = Type A: Tidak {Komplain=3, Tidak=12}
 - | | | NoUnit = Type B: Komplain {Komplain=16, Tidak=0}
 - | | Pekerjaan = Presiden Direktur

| | | Kewarganegaraan = Amerika: Tidak {Komplain=0, Tidak=1}
| | | Kewarganegaraan = Asia: Komplain {Komplain=1, Tidak=0}
| | | Kewarganegaraan = Australia: Tidak {Komplain=0, Tidak=1}
| | | Kewarganegaraan = Eropa: Tidak {Komplain=1, Tidak=6}
| | | Kewarganegaraan = Jepang: Tidak {Komplain=0, Tidak=1}
| | | Kewarganegaraan = New Zealand: Tidak {Komplain=0, Tidak=2}
| | Pekerjaan = Wakil Presiden Direktur: Tidak {Komplain=0, Tidak=1}
| AlamatPekerjaan = Jakarta Utara: Tidak {Komplain=0, Tidak=4}
StatusPernikahan = Single: Tidak {Komplain=0, Tidak=59}

Manfaat penggunaan algoritma C4.5 untuk memprediksi keluhan pelanggan adalah dapat menentukan pola penentuan keluhan pelanggan dengan memaksimalkan penggunaan data dan bisa membantu pengambilan keputusan dalam menentukan rencana untuk memprediksi keluhan pelanggan pada Apartemen Jakarta. Kelemahan dari algoritma C4.5 adalah tidak dapat mengontrol keabsahan data dan hanya menggunakan teknik pohon keputusan, tetapi tidak melakukan perbandingan dengan algoritma lain dalam data mining, sehingga pola klasifikasinya lebih sedikit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan dari penelitian yang dilakukan bahwa dengan model pohon keputusan dan algoritma C4.5 dapat menghitung klasifikasi data untuk menentukan prediksi keluhan pelanggan dengan perolehan nilai akurasi 88,13% + - 4,94%, presisi 92,64% +/- 4,60, dan recall 92.49. % +/- 4,43% dan dengan kurva ROC 0,953. Perolehan hasil penelitian ini direkomendasi bagi Apartemen Jakarta untuk proaktif menangani keluhan pelanggan dan segera mengambil tindakan untuk menanggapi keluhan yang ada.

Pada perkembangan selanjutnya untuk mempermudah penerapan metode tersebut pada apartemen Jakarta, maka perlu dibuat sebuah aplikasi mengenai metode Algoritma C4.5. Dapat juga menggunakan metode lain dengan membandingkan metode tersebut untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi dalam memprediksi keluhan pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nurzahputra, A. R. Safitri, and M. A. Muslim, "Klasifikasi Pelanggan pada Customer Churn Prediction Menggunakan Decision Tree," *Pros. Semin. Nas. Mat. X 2016*, pp. 717–722, 2016, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/download/21528/10288/>.
- [2] E. Istiatin, "Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Konsumen Pada Dealer Pt. Ramayana Motor Sukoharjo," *J. Paradig. Univ. Islam Batik Surakarta*, vol. 13, no. 1, p. 115736, 2015.
- [3] A. Fahrudin, L. Listiyoko, P. Surya, and ..., "Prediksi Peringkat Kelulusan Mahasiswa Untuk Menentukan Strategi Pemasaran Kampus Menggunakan Pohon Keputusan," *Pros. Semin. ...*, no. November, 2017.
- [4] A. Shiddiq, R. K. Niswatin, and I. N. Farida, "Ahmad Shiddiq Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Klasifikasi Decision Tree Di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri)," *Gener. J.*, vol. 2, no. 1, p. 9, 2018, doi: 10.29407/gj.v2i1.12051.
- [5] S. M. Putri and S. A. Arnomo, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Konsumen (Studi Kasus : Hinet Batam)," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–76, 2020.
- [6] S. Takalapeta, "Penerapan Data Mining Untuk Menganalisis Kepuasan Konsumen Menggunakan Metode Algoritma C4.5," *J I M P - J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 3, no. 3, pp. 34–38, 2018, doi: 10.37438/jimp.v3i3.186.
- [7] L. S. Helling, "Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Pelanggan Pada Citra Laundry

- Bogor,” *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 68, 2018, doi: 10.29407/intensif.v2i1.11792.
- [8] W. N. Wassouf, R. Alkhatib, K. Salloum, and S. Balloul, “Predictive analytics using big data for increased customer loyalty: Syriatel Telecom Company case study,” *J. Big Data*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1186/s40537-020-00290-0.
- [9] A. N. Rohmawati, “Rohman, Penerapan Algoritma C.45 Pada Kepuasan Pelanggan Perum Damri Ibnu Fatchur,” *Ilmu Komput.*, pp. 1–14, 2015.
- [10] E. Irfiani, “Prediksi Keluhan Pelanggan Pada Apartemen Menggunakan Algoritma C4.5,” *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 13–20, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/paradigma/article/view/773>.
- [11] A. S. Febriarini and E. Z. Astuti, “Penerapan Algoritma C4.5 untuk Prediksi Kepuasan Penumpang Bus Rapid Transit (BRT) Trans Semarang,” *Eksplora Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 95–103, 2019, doi: 10.30864/eksplora.v8i2.156.
- [12] A. Ghazzawi and B. Alharbi, “Analysis of Customer Complaints Data using Data Mining Techniques,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 163, pp. 62–69, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.12.087.
- [13] W. Supriyanto, “Strategi Komunikasi Internal PDAM Tirta Satria Mengatasi Keluhan Pelanggan,” *Warta ISKI*, vol. 2, no. 1. Jurnal Komunikasi ISKI, pp. 48–53, 2019, doi: 10.25008/wartaiski.v2i01.27.
- [14] N. Afni, M. Susanti, and Z. Zulfajri, “Prediksi Kepuasan Tenant Pada Gedung Wisma Keiai Menggunakan Algoritma C4.5,” *J. Infortech*, vol. 2, no. 2, pp. 238–243, 2020, doi: 10.31294/infortech.v2i2.9247.
- [15] D. Telaumbanua and I. Kurniawati, “Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Kepuasan Pelanggan Pada Jasa Layanan Pengiriman,” *J. Multi Media Dan IT*, vol. 6, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.46961/jommit.v6i1>.
- [16] Y. Indah, “Prediksi Tingkat Kepuasan Pelayanan Online Menggunakan Metode Algoritma C4.5,” *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 4, pp. 59–64, 2022, doi: 10.37034/infeb.v4i2.99.
- [17] S. Rahayu, I. S. Damanik, and M. Fauzan, “Analisis Kepuasan Masyarakat Terhadap Kualitas Pelayanan Pada Pengadilan Negeri Simalungun Menggunakan Metode Algoritma C4.5,” *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, p. 89, 2021, doi: 10.30645/jurasik.v6i1.273.
- [18] D. Bayu Febriyanto, L. Handoko, and H. Aisyah, “Implementasi Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pembeli Online Shop,” *J. Ris. Komput.*, vol. 5, no. 6, pp. 569–575, 2018, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom%7CPage%7C569>.
- [19] G. Thailambal, R. Subramani, and S. Saradha, “Drugs Usage Prediction in Weka Tool Using C4. 5 Classification Algorithm,” *Int. J. Pure ...*, vol. 119, no. 15, pp. 3633–3642, 2018, [Online]. Available: <https://acadpubl.eu/hub/2018-119-15/2/383.pdf>.
- [20] W. Wahyono and A. Nugroho, “Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Tingkat Kompetensi Karyawan Pt Multistrada Arah Sarana,” *Joutica*, vol. 3, no. 1, p. 145, 2018, doi: 10.30736/jti.v3i1.201.
- [21] I. Purnamasari, F. Handayanna, E. Arisawati, L. S. Dewi, E. G. Sihombing, and Rinawati, “The Determination Analysis of Telecommunications Customers Potential Cross-Selling with Classification Naive Bayes and C4.5,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1641, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1641/1/012010.
- [22] A. I. Jamhur, “Penerapan Data Mining Untuk Menganalisa Jumlah Pelanggan Aktif Dengan Menggunakan Algoritma C4.5,” *Maj. Ilm.*, vol. 23, no. 2, pp. 12–20, 2016.
- [23] N. Azwanti, “Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Mahasiswa Yang Mengulang Mata Kuliah (Studi Kasus Di Amik Labuhan Batu),” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.1627.
- [24] Sucipto, Kusriani, and E. L. Taufiq, “Classification method of multi-class on C4.5 algorithm for fish diseases,” *Proceeding - 2016 2nd Int. Conf. Sci. Inf. Technol. ICSITech 2016 Inf. Sci. Green Soc. Environ.*, pp. 5–9, 2017, doi: 10.1109/ICSITech.2016.7852598.

- [25] Y. Mendrofa, "Implementasi Algoritma C4.5 Untuk Memprediksi Tingkat Kerusakan Akibat Banjir (Studi Kasus : BPBD Prov. Sumut)," *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 584–592, 2019.
- [26] S. Moedjiono, Y. R. Isak, and A. Kusdaryono, "Customer loyalty prediction in multimedia Service Provider Company with K-Means segmentation and C4.5 algorithm," *2016 Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2016*, no. Icic, pp. 210–215, 2017, doi: 10.1109/IAC.2016.7905717.
- [27] P. Mochamad Rizki Ilham, "Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Kepuasan Pelanggan Taksi Kosti," *Simplementasi Data Min. Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Kepuasan Pelangg. Tak. Kosti*, vol. Vol. 4, No, no. 5, p. 11, 2016.
- [28] M. A. Sembiring, "Penerapan Metode Decision Tree Algoritma C45 Untuk Memprediksi Hasil Belajar Mahasiswa Berdasarkan Riwayat Akademik," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 60–65, 2016.
- [29] A. Asistiyasari and T. Baidawi, "Analisis Penerimaan Karyawan Posisi Field Collector Menggunakan Algoritma C4.5 Pada PT. Prismas Jamintara Jakarta," *J. Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.nusamandiri.ac.id/ejurnal/index.php/jitk/article/view/223/199>.
- [30] Sugiyono, *Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Bandung CV.Afabeta, 2018.