

Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Nasabah Dalam Memprediksi Kredit Macet

Aldi Zein Pratama¹, Laela Kurniawati^{1,*}, Simson Larbona¹, Tuti Haryanti²

¹ Sistem Informasi; STMIK Nusa Mandiri Jakarta; Jl. Damai No. 8 Warung Jati (Margasatwa), Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540, 021 7883 9513; e-mail: aldizeinpratama@gmail.com, laela@nusamandiri.ac.id, simsonambon@gmail.com

² Sistem Informasi Akuntansi; Universitas Bina Sarana Informatika, Jl. Kamal Raya No. 18 Ringroad Barat, Cengkareng Jakarta Barat, 11730, Indonesia; e-mail: tuti.tty@bsi.ac.id

* Korespondensi: e-mail: laela@nusamandiri.ac.id

Diterima: 7 Maret 2019; Review: 12 Maret 2019; Disetujui: 18 Maret 2019

Cara citasi: Pratama AZ, Kurniawati L, Larbona S, Haryanti T. 2019. Algoritma C4.5 Untuk Klasifikasi Nasabah Dalam Memprediksi Kredit Macet. Information System For Educators and Professionals. 3 (2): 121 –130.

Abstrak: Lemahnya pengawasan dalam proses pemberian kredit kepada karyawan PT. X Group menyebabkan tingginya kredit macet. Dalam menyalurkan kreditnya, PT. X Group haruslah pintar dalam menilai para nasabah dimasa yang akan datang apakah akan menguntungkan atau tidak. Faktor ini sangatlah penting bagi pihak perusahaan karena hal ini akan menunjukkan bahwa layak atau tidaknya suatu usaha atau individu yang akan diberikan pinjaman atau kredit, pada penelitian ini digunakan teknik data mining klasifikasi dengan metode C4.5 untuk mengetahui apakah nasabah tergolong nasabah lancar ataupun tidak. Dengan penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak perusahaan dalam membaca pola pembayaran dari nasabahnya sehingga dapat menentukan apakah nasabah tersebut layak mendapatkan kredit atau tidak dan menghasilkan rule dari pohon keputusan yang diterapkan pada implementasi sistem klasifikasi data nasabah kredit di PT. X Group.

Kata kunci: Data Mining, Decision Tree, Kredit, Metode C4.5.

Abstract: Weak supervision in the process of granting credit to employees of PT. X Group causes high bad credit. In channeling its loans, PT. X Group must be smart in assessing customers in the future whether it will be profitable or not. This factor is very important for the company because this will show that the feasibility or failure of a business or individual to be given a loan or credit, in this study used data mining techniques classification with the C4.5 method to find out whether the customer is a smooth or not customer. With this research, it is expected to help the company in reading the pattern of payment from its customers so that it can determine whether the customer is eligible to get credit or not and produce a rule from the decision tree that is applied to the implementation of a credit customer data classification system at PT. X Group.

Keywords: C4.5 Method, Credit, Data Mining, Decision Tree.

1. Pendahuluan

Pemberian pinjaman kredit kepada debitur khususnya pada perusahaan peminjaman kredit atau perbankan merupakan sumber penghasilan utama yang dimiliki oleh perusahaan, sehingga kelancaran pembayaran tersebut sangat berpengaruh terhadap profit perusahaan. Selain perusahaan kredit dan perbankan beberapa perusahaan juga melakukan pemberian pinjaman atau kredit sebagai salah satu fasilitas yang diberikan untuk karyawannya, namun dalam memberikan fasilitas pemberian pinjaman atau kredit tersebut tentunya perusahaan memiliki syarat yang telah ditentukan agar proses pembayaran yang dilakukan oleh karyawan

yang melakukan pinjaman berjalan dengan lancar, perusahaan wajib menentukan layak atau tidaknya calon debitur menerima kredit [Heryono and Kardanawati, 2018].

PT. X Group merupakan salah satu perusahaan yang memberikan fasilitas kredit kepada karyawannya, untuk antisipasi dalam menghadapi berbagai resiko saat pemberian kredit terhadap karyawan, perusahaan dituntut untuk dapat memprediksi kemungkinan adanya kredit macet yang terjadi atau harus selektif di dalam melakukan pemilihan calon debitur [Maryandi et al., 2019] agar pembayaran pinjaman yang dilakukan karyawan yang melakukan pinjaman lancar sehingga tidak menghambat keuangan perusahaan. Proses pemberian kredit yang dilakukan oleh PT. X Group saat ini masih belum cukup maksimal didalam melakukan pemilihan dan menentukan calon debitur. Hal ini dikarenakan penganalisis perusahaan terhadap kredit kurang cermat dan dinilai tidak hati-hati terhadap konsumen yang memiliki karakter yang tidak baik. Berdasarkan uraian di atas maka dalam melakukan analisis diperlukan beberapa aspek yang nantinya dapat dijadikan sebuah pertimbangan bagi penganalisis di dalam menentukan layak atau tidaknya diberikan kredit, salah satunya yaitu dengan cara melakukan pengklasifikasian karyawan yang akan melakukan pinjaman berdasarkan kriteria-kriteria tertentu yang telah menjadi standar perusahaan [Hadi, 2017]. Klasifikasi adalah menemukan sebuah data record data baru ke salah satu dari beberapa katagori (kelas) yang telah didefinisikan sebelumnya [Hermawati, 2013]. Klasifikasi merupakan salah satu teknik dan sifat dalam data mining. Data mining merupakan proses yang mengerjakan satu atau lebih teknik pembelajaran komputer untuk menganalisis dan mengekstrasi pengetahuan secara otomatis [Hermawati, 2013]. Teknik klasifikasi yang dapat digunakan untuk klasifikasi nasabah yang melakukan pinjaman atau kredit adalah algoritma C.45. Algoritma C.45 adalah salah satu algoritma metode data mining dengan teknik klasifikasi dan telah banyak digunakan untuk klasifikasi kelayakan calon kredit. Metode algoritma C4.5 merupakan metode klasifikasi yang cukup baik karena memiliki tingkat akurasi yang lebih baik [Masripah, 2016]. Dengan metode C.45 diharapkan dapat menganalisa kriteria nasabah sebagai dasar dalam pemberian kredit terhadap karyawan sehingga penelitian ini diharapkan dapat menunjang dalam meminimalisir kemungkinan kredit yang bermasalah lebih dini dan akurat.

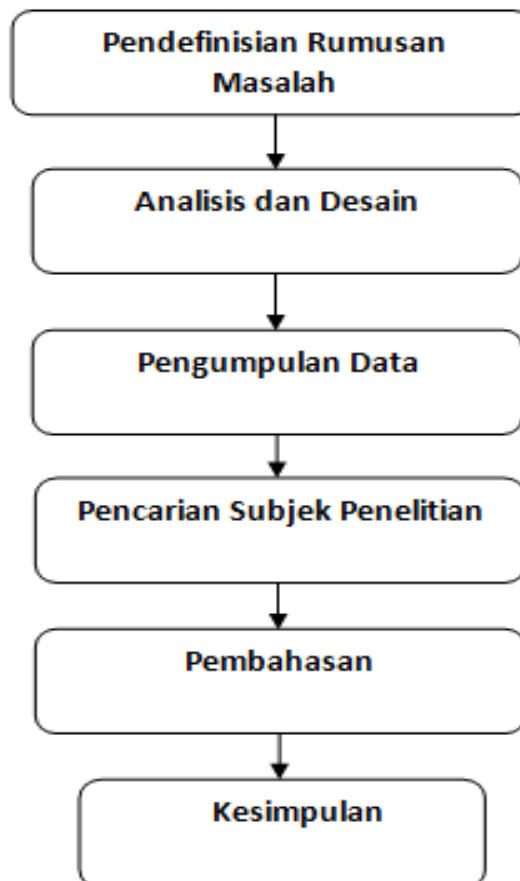
2. Metode Penelitian

Langkah – langkah Penelitian

Supaya penelitian ini dapat dilakukan secara terstruktur maka dibuat langkah - langkah penelitian, langkah-langkah penelitian yang dilakukan yaitu: **1) Pengumpulan data**, pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dan akan digunakan untuk proses algoritma klasifikasi C4.5. **2) Seleksi data**, seleksi data yang dilakukan dengan cara memilih data yang sudah dikumpulkan pada langkah sebelumnya, tujuan dari seleksi data adalah untuk menghasilkan himpunan data target, menghasilkan pemilihan himpunan data, atau memfokuskan pada sampel data yang akan digunakan untuk proses seleksi, dimana penemuan (*discovery*) akan dilakukan. **3) Transformasi data**, transformasi data dilakukan dengan cara melakukan proses mentransformasi atau mengubah data ke dalam bentuk yang sesuai, supaya data tersebut dapat di proses dengan perhitungan algoritma C4.5. **4) Perhitungan entropy** dan *information gain*, setelah melakukan transformasi data kemudian dilakukan perhitungan semua atribut atau variable yaitu perhitungan entropy dan perhitungan *information gain*, dari hasil perhitungan *information gain*, nilai tertinggi dari hasil perhitungan akan dijadikan simpul akar pada pembuatan pohon keputusan. **5) Pohon keputusan** (*decision tree*), hasil dari proses perhitungan *entropy* dan *information gain*, akan menghasilkan pohon keputusan (*decision tree*) perhitungan dilakukan secara berulang-ulang sampai semua atribut pohon memiliki kelas dan tidak bisa lagi dilakukan proses perhitungan. **6) Aturan-aturan atau rule model**, setelah menghasilkan pohon keputusan kemudian terbentuklah aturan-aturan atau *rule model* yang berupa uraian dan penjelasan yang merepresentasikan sebuah pohon keputusan subjek yang diteliti. **7) Validasi dan pengujian**, langkah selanjutnya melakukan validasi dan pengujian, hal ini dilakukan untuk mengetahui semua fungsi bekerja dengan baik atau tidak, tujuan dilakukan validasi dan pengujian yaitu untuk mengetahui tingkat akurasi, presisi, dan *recall* dari hasil prediksi klasifikasi yang diperoleh dengan menggunakan C.45. 8) Analisis hasil pengujian, untuk memastikan hasil pengujian sesuai dengan pembahasan analisa yang dilakukan dengan melakukan perhitungan kembali hasil validasi dan pengujian (akurasi, presisi, dan *recall*) secara manual.

Menentukan Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan gambaran penelitian yang dilakukan dan sebagai acuan peneliti dalam melakukan penelitian terhadap klasifikasi nasabah dalam memprediksi kredit macet. Kerangka pemikiran dari penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Tahapan pertama adalah pendefinisian rumusan masalah, kemudian pada tahapan yang kedua melakukan analisis dan desain menggunakan teknik data mining untuk membantu memecahkan rumusan masalah yang ada, tahap ketiga adalah metode pengumpulan data dimana data di ambil sebagai kepentingan penelitian dengan menggunakan sampel, tahap keempat merupakan pencarian subjek penelitian, dimana peneliti mendapatkan data yang di butuhkan dalam pencapaian tujuannya, tahapan berikutnya adalah pembahasan dan yang terakhir adalah pengambilan kesimpulan.



Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Gambar 1. Kerangka Penelitian

Analisa Data

Pada tahap ini peneliti melakukan analisa berdasarkan data yang sudah dikumpulkan lalu dilakukan pemodelan dengan menggunakan salah satu teknik data mining yaitu algoritma C4.5 diawali dengan menghitung nilai *entropy* dan nilai *gain*. nilai *entropy* masing-masing atribut menurut Chen, Y., Dai, L., dan Cheng, X.Q dalam [Hermanto et al., 2017] nilai *entropy* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Entropy(X) = \sum_{i=0}^m -p_i * \log_2 p_i$$

Keterangan:

- X : himpunan kasus
- m : jumlah partisi variabel tujuan dari S
- pi : probabilitas kasus dalam partisi ke-i

Sedangkan untuk nilai gain menurut Chen, Y., Dai, L., dan Cheng, X.Q dalam [Hermanto et al., 2017] dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

S : Himpunan kasus

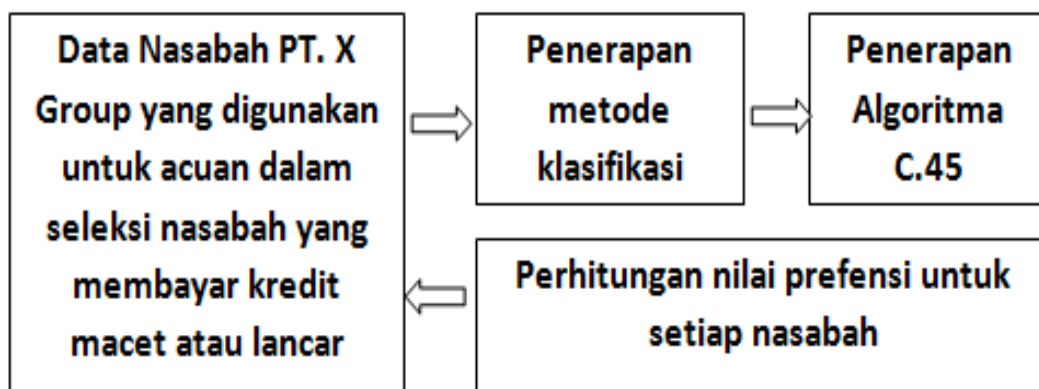
A : Variabel penentu

N : Jumlah partisi atribut

A |S_i| : Jumlah kasus pada partisi ke i

|S| : Jumlah kasus dalam S

Alur metode yang diusulkan untuk klasifikasi nasabah dalam memprediksi kredit macet dengan algoritma C4.5. dapat dilihat pada gambar 2.



Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Gambar 2. Alur metode yang diusulkan

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan proses seleksi terhadap data tersebut, lalu cleaning dan transformasi data sehingga diperoleh atribut dan subset atribut yang akan digunakan dalam klasifikasi nasabah untuk memprediksi kredit macet, tabel 1 berikut adalah atribut yang digunakan:

Tabel 1. Penentuan Atribut Nasabah Kredit
No Kontrak
Nama
Jangka Waktu
Penghasilan
Angsuran
Lancar
Macet

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

3.1. Analisa Data

Pada analisis data, peneliti menentukan data yang akan digunakan pada penelitian ini, data yang digunakan peneliti bisa dilihat pada tabel 2. Tabel 2 adalah contoh data kreditur yang dipegang oleh salah seorang *debt collector* pada PT. X Group:

Tabel 2. Data Kredit Nasabah

No.	No. Kontrak	Nama	Jangka Waktu	Penghasilan	Angsuran	Lancar	Macet
1	105000818116	Kaswatiningsih	35	3.500.000	763.000	Ya	Tidak
2	105000692618	Rahmawati	35	2.100.000	899.000	Tidak	Tidak
3	105002977417	Muhammad Husain	12	4.800.000	1.790.000	Ya	Tidak
4	105900185715	Nanang	24	2.200.000	887.000	Tidak	Ya
5	105001699917	Rostalia Yunita	35	3.800.000	961.000	Ya	Tidak
6	105000199618	Hendra Wijaya	35	3.300.000	683.000	Ya	Ya
7	105002449117	Ivan Wibawa	24	3.400.000	1.203.000	Ya	Tidak
8	105000908217	Jumhari	12	2.100.000	609.000	Ya	Tidak
9	105002103717	Muhammad R	24	2.300.000	618.000	Ya	Tidak
10	105001434216	Fajar Saputra	12	2.450.000	1.064.000	Tidak	Ya
11	105001539716	Hajrotunisa	24	2.800.000	679.000	Ya	Tidak
12	105001514916	Runingsih	24	3.750.000	487.000	Ya	Tidak
13	105900731916	Fernando Bifel	35	2.250.000	782.000	Tidak	Ya
14	105900613716	Ragil Prakoso	35	1.990.000	693.000	Tidak	Ya
15	105000805217	Nani Nurcahyani	35	2.000.000	480.000	Tidak	Ya
16	105001413516	Toto	24	2.800.000	461.000	Ya	Tidak
17	105002243617	Tuty Kastanya	35	1.800.000	591.000	Tidak	Ya
18	105000713216	Ribka Yuvita	24	2.300.000	397.000	Ya	Tidak
19	105000286617	Dewi Lasmaya	24	2.275.000	792.000	Ya	Tidak
20	105001515016	Uun Runingsih	35	2.350.000	487.000	Ya	Tidak
21	105002162017	Welly Kartika	35	2.050.000	619.000	Ya	Tidak
22	105003101417	Sandra Adam	35	2.470.000	330.000	Ya	Tidak
23	105002703017	Yuanita Sundari	35	1.800.000	386.000	Ya	Tidak
24	105002994216	Santoso Agus	12	3.000.000	989.000	Ya	Tidak
25	105000131517	Kurniawan Rizki	12	3.600.000	991.000	Ya	Tidak
26	105001540818	Fikri Maulana	35	5.150.000	890.000	Ya	Tidak
27	105002196116	Yanto adi yulistianto	35	4.250.000	951.000	Ya	Tidak
28	105001921315	Munawarman	12	4.500.000	821.000	Ya	Tidak
29	105000142216	Asep Sunarsep	35	2.200.000	595.000	Tidak	Ya
30	10500433117	Rizal Nugraha	12	2.385.000	521.000	Ya	Tidak

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Berdasarkan tabel 2. Dibuat klasifikasi “jangka waktu”, klasifikasi berdasarkan penghasilan” dan klasifikasi “angsuran” untuk klasifikasi “jangka waktu” dilihat pada tabel. 3

Tabel 3. Klasifikasi Berdasarkan Jangka Waktu

Jangka Waktu	Kolektibilitas	
	Lancar	Macet
35	9	6
24	7	1
12	7	6

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Untuk klasifikasi berdasarkan penghasilan bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Berdasarkan Penghasilan

Penghasilan	Kolektibilitas	
	Lancar	Macet
Kecil	10	6
Menengah	6	1
Tinggi	6	1

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Klasifikasi berdasarkan angsuran dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Berdasarkan Angsuran

Angsuran	Kolektibilitas	
	Lancar	Macet
<500.000	4	1
>500.000	16	6
>1.000.000	2	1

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Data kredit karyawan tersebut lalu diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu pembagian berdasarkan Jangka Waktu, Penghasilan, dan Angsuran yang telah melakukan kredit

3.2. Penerapan Algoritma C4.5

Langkah awal algoritma C4.5 adalah mencari nilai *entropy*, *entropy* digunakan untuk menentukan seberapa informatif sebuah masukan atribut untuk menghasilkan sebuah atribut. Tentukan terlebih dahulu nilai *entrophpy* total dengan jumlah nasabah 30 yang terdiri dari kelas Lancar berjumlah 22 dan kelas Macet berjumlah 8. Jumlah kasus setiap atribut dan subset atribut yang akan digunakan untuk menghitung *entropy* total dan *entropy* pada tiap atribut bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Total Sampel Jumlah Kasus Tiap Atribut

Simpul	Kasus	Kolektibilitas	
		Lancar	Macet
Jumlah Kasus	30	22	8
Jangka Waktu			
35	15	9	6
24	8	7	1
12	7	6	1

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

Entropy Total (S)

$$\begin{aligned} E_{\text{total}}(22,8) &= ((-22/30) * \log_2(22/30) + (-8/30) * \log_2(8/30)) \\ &= 0.8366 \end{aligned}$$

Setelah nilai *entropy* total ditemukan tahap berikutnya yaitu melakukan perhitungan *entropy* pada tiap atribut berdasarkan pada jumlah kasus per subset atribut.

a. Perhitungan nilai subset pada atribut jangka waktu

$$\begin{aligned} \text{Entropy } 35(9,6) &= ((-9/15) * \log_2(9/15) + (-6/15) * \log_2(6/15)) \\ &= 0.9709 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy } 24(7,1) &= ((-7/8) * \log_2(7/8) + (-1/8) * \log_2(1/8)) \\ &= 0.5435 \end{aligned}$$

b. Perhitungan nilai subset pada atribut penghasilan

$$\begin{aligned} \text{Entropy Kecil } (10/6) &= ((-10/16) * \log_2(10/16) + (-6/16) * \log_2(6/16)) \\ &= 0.9544 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy Menengah } (6/1) &= ((-6/7) * \log_2(6/7) + (-1/7) * \log_2(1/7)) \\ &= 0.5916 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy Tinggi } (6/1) &= ((-6/7) * \log_2(6/7) + (-1/7) * \log_2(1/7)) \\ &= 0.5916 \end{aligned}$$

c. Perhitungan nilai subset pada atribut angsuran

$$\begin{aligned} \text{Entropy } <500.000(4/1) &= ((-4/5) * \log_2(4/5) + (-1/5) * \log_2(1/5)) \\ &= 0.7219 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy } >500.000(16/6) &= ((-16/22) * \log_2(16/22) + (-6/22) * \log_2(6/22)) \\ &= 0.8453 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entropy } >1.000.000(2/1) &= ((-2/3) * \log_2(2/3) + (-1/3) * \log_2(1/3)) \\ &= 0.9182 \end{aligned}$$

Setelah selesai melakukan semua perhitungan *entropy* pada masing-masing subset atribut, tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan nilai gain

a. Gain Jangka Waktu

$$\begin{aligned} &= (0.8366 - ((15/30) * 0.9709) - ((8/30) * 0.5435) - ((7/30) * 0.5916)) \\ &= 0.06816 \end{aligned}$$

b. Gain Penghasilan

$$\begin{aligned} &= ((0.8366 - ((16/30) * 0.9544) - ((7/30) * 0.5916) - ((7/30) * 0.5916))) \\ &= 0.0515 \end{aligned}$$

c. Gain Angsuran

$$= ((0.8366 - ((5/30) * 0.7219) - ((22/30) * 0.8453) - ((3/30) * 0.9182)))$$

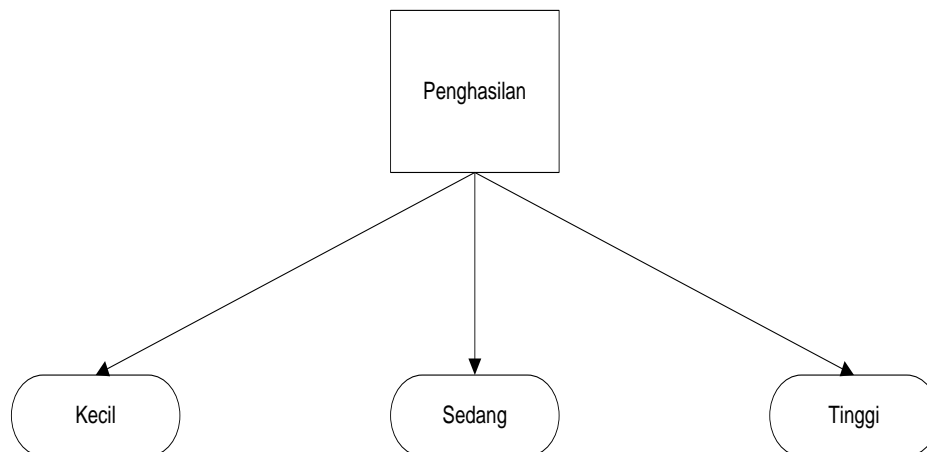
$$= 0.00457$$

Tabel 7. Hasil Hitungan Entropy Dan Gain

NODE	Atribut	Simpul	Kasus	Kolektibilitas		Entropy	Gain
				Lancar	Macet		
1	Jumlah Kasus		30	22	8	0.8366	0.06816
	Jangka Waktu	35	15	9	6	0.9709	
		24	8	7	1	0.5435	
		12	7	6	1	0.5916	0.0515
	Penghasilan	Kecil	16	10	6	0.9544	
		Menengah	7	6	1	0.5916	
		Tinggi	7	6	1	0.5916	0.00457
	Angsuran	<500.000	5	4	1	0.7219	
		>500.000	22	16	6	0.8453	
		>1.000.000	3	2	1	0.9182	

Sumber: Hasil Penelitian (2019)

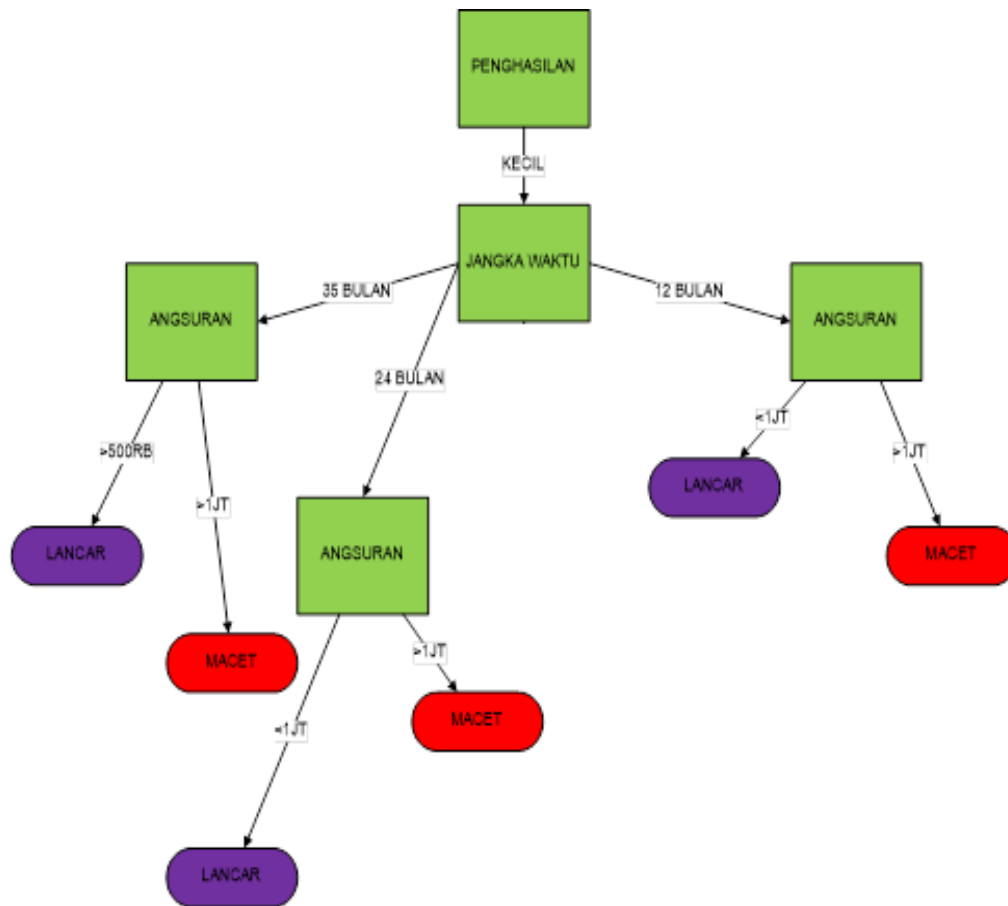
Pada tabel 7 telah dipaparkan rincian hitungan *entropy* tiap nilai atribut dan gain untuk setiap atribut. Dengan nilai gain terbesar adalah atribut penghasilan yaitu 0.0515. Karena nilai atribut tersebut belum mengklasifikasikan kolektibilitas (lancar atau macet), maka nilai atribut tersebut akan menjadi *node* pada level-level selanjutnya. Dengan demikian berdasarkan perhitungan *node* 1 sudah dapat menggambarkan pohon keputusan seperti gambar 5 di bawah ini.



Sumber: Hasil penelitian (2019)

Gambar 5. Node 1

Kemudian hitung *node* satu persatu pada tiap atributnya. Berdasarkan gambar 5 pohon keputusan *node* 1 maka akan di temukan hasil *entropy* dan gain. Selanjutnya setelah menghitung *entropy* dan gain pada seluruh node maka akan didapat suatu pohon keputusan dan rules untuk yang bisa diterapkan kedalam sebuah program aplikasi penerapan data mining. Berikut adalah gambar 6 yang merupakan hasil pohon keputusannya.



Sumber: Hasil penelitian (2019)

Gambar 6. Decision Tree Penghasilan, Angsuran, Jangka Waktu.

Berdasarkan pohon keputusan yang ada pada gambar 6. maka akan terbentuk aturan – aturan dari penurunan data. Berdasarkan sampel nasabah yang akan melakukan kredit maka terbentuklah aturan atau rule. Daftar aturan yang terbentuk adalah: 1) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 35 Bulan, Angsuran > 500RB, Maka Lancar. 2) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 35 Bulan, Angsuran > 1JT, Maka Macet. 3) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 24 Bulan, Angsuran < 1JT, Maka Lancar. 4) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 24 Bulan, Angsuran > 1JT, Maka Macet. 5) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 12 Bulan, Angsuran > 1JT, Maka Macet. 6) Jika Penghasilan Kecil, Jangka Waktu 12 Bulan, Angsuran < 1JT, Maka Lancar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa Algoritma C4.5 dengan melakukan perhitungan *entropy* dan *gain* pada setiap atribut dan subset atribut dapat mengidentifikasi kelayakan kredit dengan baik, selain itu Algoritma C4.5 merupakan salah satu algoritma dalam teknik klasifikasi data mining yang sangat membantu dalam melakukan klasifikasi data karena karakteristik data yang diklasifikasikan sangat jelas, baik dalam bentuk struktur pohon keputusan (*decision tree*) maupun dalam bentuk aturan atau *rule If – Then*, serta memudahkan pengguna dalam melakukan penggalian informasi terhadap data yang dibutuhkan. Pemilihan variabel yang digunakan (atribut kondisi dan atribut keputusan) dalam penelitian yang peneliti lakukan dan digunakan dalam menentukan sebuah klasifikasi juga sangat mempengaruhi *rule* atau *knowledge* yang akan dihasilkan. Sistem yang dibangun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat membantu dalam mengklasifikasikan kriteria karyawan yang berpeluang melakukan pembayaran kredit dengan Lancar atau Macet.

Referensi

- Hadi AF. 2017. Analisis Data Mining Untuk Menentukan Variabel – Variabel Yang Mempengaruhi Kelayakan Kredit Kepemilikan Rumah Menggunakan Teknik Klasifikasi. Jurnal Komputer dan Teknologi Informasi (KomTekInfo). 4 (1): 108–115.
- Hermanto B, Sn A, Putra FP. 2017. Analisis Kinerja Decision Tree C4.5 dalam Prediksi Potensi Pelunasan Kredit Calon Debitur. Jurnal Inovasi dan Teknologi (Inovtek) Polbeng Seri Informatika. 2 (2): 189–197.
- Hermawati FA. 2013. Data Mining. Yogyakarta: ANDI.
- Heryono H, Kardianawati A. 2018. Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Klasifikasi Kredit Motor. JOINS (Journal of Information System). 3 (1): 10–21.
- Maryandi MS, Yaya R, Supriyono E. 2019. Analisis Pengaruh Faktor Internal Bank Terhadap Non Performing Loan Berdasarkan Generalized Method of Moment. Jurnal Keuangan dan Perbankan. 20 (3): 496–506.
- Masripah S. 2016. Komparasi Algoritma Klasifikasi Data Mining untuk Evaluasi Pemberian Kredit. Bina Insani ICT Journal. 3 (1): 187–193.