

Perbandingan Algoritma C4.5 dan KNN Untuk Menentukan Pemberian Kredit Bagi Nasabah Koperasi

Yholanda Maldini
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.yholandamaldini@mhs.ubpkarawang.ac.id

Amril Mutoi Siregar
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
Amrilmutoi@ubpkarawang.ac.id

Tohirin Al Mudzakir
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
tohirin@ubpkarawang.ac.id

Abstract—

Koperasi memberikan simpan pinjam kepada nasabah yang ingin mengajukan pinjaman, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Pada proses simpan pinjam sering terjadi kredit macet, yang disebabkan nasabah koperasi memiliki masalah ekonomi yang buruk sehingga pembayaran kredit sedikit terhambat. Maka dilakukan penelitian untuk menentukan pemberian kredit bagi nasabah dengan cara memperhatikan data yang dimasukan nasabah untuk proses peminjaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan algoritma C4.5 dan KNN. Hasil akurasi yang diperoleh dengan algoritma KNN sebesar 62%. Sedangkan hasil akurasi algoritma C4.5 sebesar 57.50%. Sehingga hasil akurasi terbaik dari algoritma KNN bisa dijadikan acuan untuk menentukan pemberian kredit kepada nasabah.

Kata kunci— C4.5, KNN, Koperasi, Kredit

I. PENDAHULUAN

Koperasi merupakan anggota dari orang-orang yang bergabung secara sukarela untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi ekonomi, sosial serta budaya mereka yang sama melalui perusahaan yang dimiliki dan diawasi secara demokratis. Dalam pemberian kredit perlu menganalisa kebutuhan kreditur, maka yang harus diketahui terlebih dahulu adalah prinsip-prinsip yang perlu di tegakan dalam rangka pemberian kredit [1].

Banyak peneliti membahas tentang penerapan untuk menentukan pemberian kredit dengan berbagai algoritma data mining. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Uryani & Hidayat [2] yaitu tentang kelayakan pemberian kredit nasabah, dan metode yang digunakan yaitu algoritma C4.5. Dataset diperoleh dari salah satu Bank BPR di Tasikmalaya sebanyak 700 data dengan jumlah 8 atribut menghasilkan akurasi 87.36% merupakan tingkat akurasi yang baik dibandingkan dengan menggunakan 4 atribut menghasilkan akurasi 79.50%. Kemudian penelitian kedua dilakukan oleh Hadi [3] yaitu tentang menganalisa pemberian pinjaman dan metode yang digunakan yaitu algoritma C5.0” telah berhasil menerapkan aplikasi data mining algoritma C5.0 dapat membantu KJKS Kelurahan Lambung dalam meminimalisir terjadinya kredit yang macet karena dilakukan perhitungan yang menghasilkan pohon keputusan dan dari pohon keputusan tersebut diperoleh rule yang akan digunakan untuk menentukan pengajuan kredit berikutnya yang akan diolah oleh sistem sehingga akan kecil kemungkinan terjadinya pemberian kredit yang mengakibatkan terjadinya kredit macet. Penelitian ketiga dilakukan oleh Iriadi [4] yaitu tentang penentuan Pemberian Pinjaman Koperasi telah berhasil menguji untuk mengukur kinerja penguji algoritma menggunakan Cross Validation, Confusion Matrix dan Kurva ROC, diketahui bahwa algoritma C4.5 memiliki nilai akurasi tertinggi yaitu 90,67% yang sangat baik. Penelitian keempat dilakukan oleh Nandang & Nia [5] yaitu tentang Penentuan Kelayakan Pemberian Kredit Operasi” Nilai accuracy, precision, dan recall nyadari data training dapat dihitung dengan menggunakan Rapid Miner. Setelah diuji coba dengan metode crossvalidation, didapatkan hasil pengukuran terhadap data trainingnya yaitu hanya mencapai akurasi 79.50%, precision 86.50% dan recall = 91.00%. Penelitian Kelima dilakukan oleh Simha & Satchidananda [6] membandingkan dua model algoritma untuk analisa resiko kredit, yaitu Pohon Keputusan dan Regresi Logistik. Data diambil dari dua bank yang berbeda, kemudian untuk mengelompokkan kasus positif dan negatif maka dilakukan klustering data dengan menggunakan k-means. Hasil analisa dari masing-masing model dikomparasi dan kemudian diukur, kemudian didapatkan bahwa algoritma pohon keputusan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan algoritma regresi logistik.

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh [2, 3, 4, 5, 6] terbukti mampu menangani permasalahan yang terjadi. Maka pada penelitian ini akan mengambil judul “Penerapan Algoritma C4.5 dan KNN untuk Menentukan Pemberian Kredit Bagi Nasabah Koperasi.

II. DATA DAN METODE

A. Algoritma C4.5

Pohon keputusan mirip sebuah struktur pohon dimana terdapat node internal (bukan daun) yang mendeskripsikan atribut, setiap cabang menggambarkan hasil dari atribut yang diuji, dan setiap daun menggambarkan kelas. Ada beberapa tahap dalam membuat sebuah pohon keputusan dengan algoritma C4.5 [7] yaitu :

1. Siapkan data training. Data training diambil dari data yang pernah diteliti sebelumnya dan sudah dikelompokkan ke dalam kelas-kelas tertentu
2. Menentukan akar dari pohon keputusan. Akar akan diambil dari atribut yang terpilih, dengan cara menghitung nilai gain dari masing-masing atribut, nilai gain yang paling tinggi yang akan menjadi akar pertama. Sebelum

menghitung nilai gain dari atribut, hitung dahulu nilai entropy. Cara untuk mencari nilai *entropy* ditunjukkan pada persamaan (1) :

$$\text{Entropy}(S) = \sum_{i=1}^n - p_i \cdot \log_2 p_i \tag{1}$$

Keterangan :

- S = Himpunan *dataset*
- K = Banyak nya partisi S
- Pj = Probabilitas yang didapat dari sum (ya) dibagi total kasus

3. Kemudian mencari nilai *gain* ditunjukkan pada persamaan (2) :

$$\text{Gain}(A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^k \frac{|S_i|}{|S|} \cdot \text{Entropy}(S_i) \tag{2}$$

Keterangan :

- S = ruang (data) sampel yang digunakan untuk training
- A = Atribut
- |Si| = Jumlah sampel untuk nilai V
- |S| = Jumlah seluruh sampel data
- Entropy (Si) = *entropy* untuk sampel-sampel yang memiliki nilai i

4. Ulang Ulangi langkah ke-2 hingga semua record terpartisi.

Algoritma C4.5 merupakan pengembangan dari algoritma ID3. Algoritma C4.5 mengkonstruksi pohon keputusan dari sebuah data *training*, yang berupa kasus atau *record-record* dalam data basis, dimana tiap *record* memiliki atribut *continue* diskrit atau keduanya [8]

B. Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN)

Algoritma yang digunakan dalam klasifikasi atau prediksi yaitu algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Algoritma KNN adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan jarak tersebut [9]. Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan *obyek* tersebut. Algoritma KNN menggunakan algoritma *supervised* [10]. Rumus untuk mencari *Euclidean Distance* ditunjuk pada persamaan (3).

$$d(x,y) = \sqrt{[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]} \tag{3}$$

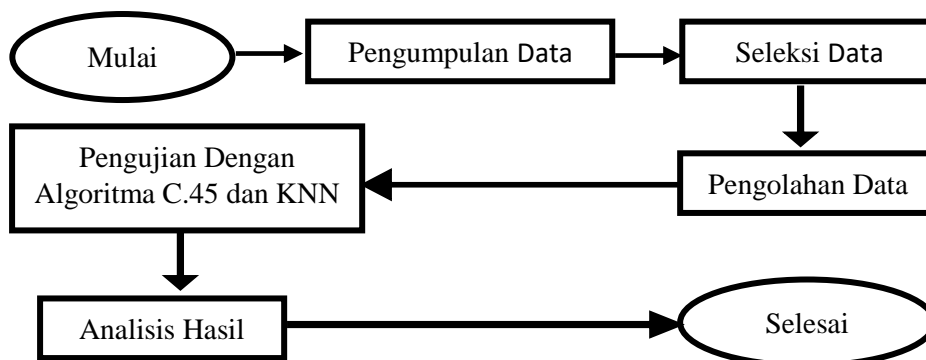
Keterangan :

- d (x,y) merupakan jarak antara data x ke data y
- X_i adalah data uji ke -i
- y_i adalah fata latih ke -i

Adapun langkah-langkah algoritma KNN sebagai berikut :

1. Tentukan sejumlah K data *training* yang memiliki jarak terdekat dengan data uji dan tentukan sejumlah K data *training* terdekat berdasarkan jarak minimum
2. Hitung jarak antara data latih dan data uji menggunakan jarak *Euclidean Distance*
3. Urut data latih berdasarkan jarak terkecil
4. Menetapkan kelas, dimana kelas yang dipilih adalah kelas dengan jumlah k terbanyak pada data uji

C. Gambaran Umum Alur Penelitian



Gambar 1 Alur Penelitian

D. Persiapan Data

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengambil *dataset* yang diperoleh dari Koperasi Simpan Pinjam Mugi Lestari. *Dataset* yang didapatkan dari koperasi tersebut berjumlah 40 data nasabah dengan 4 atribut yaitu : (Pendapatan, Jumlah Pinjaman, Lama Kredit, Angsuran Perbulan) yang ingin mengajukan pinjaman kepada pihak koperasi tersebut.

E. Seleksi Data

Terdapat dua belas atribut pada *datasets*, kemudian dari dua belas atribut tersebut di seleksi dan mendapatkan empat atribut yang digunakan Empat atribut tersebut dipilih karena cocok digunakan untuk perhitungan, dan nilai dari ke empat atribut tersebut lebih bisa digunakan sebagai referensi untuk menentukan pemberian kredit bagi nasabah. Berikut merupakan beberapa kriteria untuk menentukan seorang nasabah tersebut Acc atau Tidak dalam proses peminjaman kreditnya :

1. Pendapatan

Variabel pendapatan dikonversikan dengan sebuah nilai, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Pendapatan

Nomor	Pendapatan	Nilai
1	1 Juta – 2 Juta	1
2	2 Juta – 3 Juta	2
3	4 Juta – 6 Juta	3
4	7 Juta – 10 Juta	4

2. Jumlah Pinjaman

Variabel jumlah pinjaman dikonversikan dengan sebuah nilai, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Pinjaman

Nomor	Jumlah Pinjaman	Nilai
1	>20 Juta	1
2	8 Juta – 10 Juta	2
3	5 Juta – 7 Juta	3
4	1 Juta – 4 Juta	4

3. Lama Kredit

Variabel lama kredit dikonversikan dengan sebuah nilai, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Lama Kredit

Nomor	Lama Kredit	Nilai
1	3 Bulan – 6 Bulan	1
2	7 Bulan – 10 Bulan	2
3	11 Bulan – 15 Bulan	3
4	16 Bulan – 25 Bulan	4

4. Angsuran Perbulan

Variabel angsuran perbulan dikonversikan dengan sebuah nilai, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Angsuran Perbulan

Nomor	Angs/Bulan	Nilai
1	100 – 200	1
2	200 – 400	2
3	400 – 700	3
4	>700	4

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Algoritma KNN

1. Menentukan Data *Testing* dan Data *Training*

Pada perhitungan manual KNN data *training* yang diambil dari *dataset* yaitu nomor 1 sampai 39, karena dari data nomor 40 yaitu dijadikan sebagai data *testing*. Data dapat dilihata pada tabel 5.

Tabel 5 Data *Training*

No	Pendapatan	JP	LK	Angs/bulan	Status
1	4	1	4	4	Acc
2	1	4	2	2	Tidak
3	2	3	2	3	Tidak
4	4	4	3	2	Acc
5	3	4	1	4	Acc
6	3	2	3	4	Acc
7	2	4	3	3	Acc
8	2	4	3	3	Acc
9	3	3	1	4	Acc
10	1	4	2	2	Acc
.					
.					
.					
40	1	4	1	4	?

2. Langkah Penyelesaian

Pada tahap penyelesaian untuk parameter “K” yang digunakan yaitu “5” dan untuk menghitung data baru dengan semua data *training* menggunakan *Euclidean Distance*. Pada perhitungan nomor 40 mempunyai nilai yang akan dihitung yaitu 1,4,1,4. Kemudian nilai tersebut dihitung menggunakan rumus *Euclidean Distance* bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Jarak *Euclidean Distance*

A	B	C	D	Perhitungan Euclidean Distance
4	1	4	4	$\sqrt{[(4-1)^2+(1-4)^2+(4-1)^2+(4-4)^2]} = 5,20$
1	4	2	2	$\sqrt{[(1-1)^2+(4-4)^2+(2-1)^2+(2-4)^2]} = 2,24$
2	3	2	3	$\sqrt{[(2-1)^2+(3-4)^2+(2-1)^2+(3-4)^2]} = 2,00$
4	4	3	2	$\sqrt{[(4-1)^2+(4-4)^2+(3-1)^2+(2-4)^2]} = 4,12$
3	4	1	4	$\sqrt{[(3-1)^2+(4-4)^2+(1-1)^2+(4-4)^2]} = 2,00$
.				
.				
.				
1	4	1	4	$\sqrt{[(1-1)^2+(4-4)^2+(1-1)^2+(4-4)^2]} = ?$

Kemudian untuk tahap selanjutnya yaitu mengurutkan jarak dari data baru dengan data *training* dan menentukan tetangga terdekat berdasarkan jarak minimum “K”. Selanjutnya menentukan kategori tetangga terdekat dapat dilihat di Tabel 7.

Tabel 7 Urutan Jarak *Distance* Terkecil Dengan Minimum K

No	NP	Pendapatan	JP	LK	Angs/bulan	Distance	Status
1	01.02.0328	1	4	2	3	1,41	Acc
2	01.01.0074	1	4	2	3	1,41	Acc
3	01.01.0224	1	4	2	3	1,41	Acc
4	01.01.0197	2	4	2	3	1,73	Tidak
5	01.02.0089	2	3	2	3	2	Tidak

Hasil akurasi yang diperoleh dari tabel 7 kategori tetangga terdekat yaitu :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Sesuai}}{\text{Jumlah}} = \frac{25}{40} * 100 = 62,5\%$$

Berdasarkan hasil akhir dari perhitungan “K5” maka kategori diatas kelas mayoritas adalah “Acc”. Karna 3 diantaranya “Acc” dan 2 diantaranya “Tidak”.

Tabel 8 Hasil Klasifikasi

No	NP	Pendapatan	Jumlah Pinjaman	Lama Kredit	Angs/Bulan	Status
40	01.02.0318	1	4	1	4	Acc

3. Pada pengujian menggunakan *tools Rapidminer Studio* algoritma KNN mendapatkan hasil akurasi 57.50%. Dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Akurasi KNN Rapidminer

	True Acc	True Tidak	Class Precision
Pred Acc	23	15	60.53%
Pred Tidak	2	0	0.00%
Class Recall	92.00%	0.00%	
Accuracy	57.50% +/- 12.08% (Micra Average 57.50%)		

B. Hasil Algoritma C4.5

Pada perhitungan manual ini menggunakan 40 dataset, dengan jumlah anggota 25 orang "Acc", dan 15 orang "Tidak".

1. Menghitung Jumlah Entropy

$$\text{Entropy Total} = \left(-\frac{25}{40} * \log_2 \left(\frac{25}{40}\right)\right) + \left(-\frac{15}{40} * \log_2 \left(\frac{15}{40}\right)\right) = 0,954434003$$

Entropy (Pendapatan)

- $\text{Entropy (1)} = \left(-\frac{14}{25} * \log_2 \left(\frac{14}{25}\right)\right) + \left(-\frac{11}{25} * \log_2 \left(\frac{11}{25}\right)\right) = 0,989587521$
- $\text{Entropy (2)} = \left(-\frac{6}{9} * \log_2 \left(\frac{6}{9}\right)\right) + \left(-\frac{3}{9} * \log_2 \left(\frac{3}{9}\right)\right) = 0,918295834$
- $\text{Entropy (3)} = \left(-\frac{3}{4} * \log_2 \left(\frac{3}{4}\right)\right) + \left(-\frac{1}{4} * \log_2 \left(\frac{1}{4}\right)\right) = 0,811278124$
- $\text{Entropy (4)} = \left(-\frac{2}{2} * \log_2 \left(\frac{2}{2}\right)\right) + \left(-\frac{0}{2} * \log_2 \left(\frac{0}{2}\right)\right) = 0$

Entropy (Jumlah Pinjaman)

- $\text{Entropy (1)} = \left(-\frac{1}{1} * \log_2 \left(\frac{1}{1}\right)\right) + \left(-\frac{0}{1} * \log_2 \left(\frac{0}{1}\right)\right) = 0$
- $\text{Entropy (2)} = \left(-\frac{1}{1} * \log_2 \left(\frac{1}{1}\right)\right) + \left(-\frac{0}{1} * \log_2 \left(\frac{0}{1}\right)\right) = 0$
- $\text{Entropy (3)} = \left(-\frac{5}{8} * \log_2 \left(\frac{5}{8}\right)\right) + \left(-\frac{3}{8} * \log_2 \left(\frac{3}{8}\right)\right) = 0,9544344003$
- $\text{Entropy (4)} = \left(-\frac{18}{30} * \log_2 \left(\frac{18}{30}\right)\right) + \left(-\frac{12}{30} * \log_2 \left(\frac{12}{30}\right)\right) = 0,970950594$

Entropy (Lama Kredit)

- $\text{Entropy (1)} = \left(-\frac{3}{5} * \log_2 \left(\frac{3}{5}\right)\right) + \left(-\frac{2}{5} * \log_2 \left(\frac{2}{5}\right)\right) = 0,970950594$
- $\text{Entropy (2)} = \left(-\frac{14}{27} * \log_2 \left(\frac{14}{27}\right)\right) + \left(-\frac{13}{27} * \log_2 \left(\frac{13}{27}\right)\right) = 0,999010271$
- $\text{Entropy (3)} = \left(-\frac{7}{7} * \log_2 \left(\frac{7}{7}\right)\right) + \left(-\frac{0}{7} * \log_2 \left(\frac{0}{7}\right)\right) = 0$
- $\text{Entropy (4)} = \left(-\frac{1}{1} * \log_2 \left(\frac{1}{1}\right)\right) + \left(-\frac{0}{1} * \log_2 \left(\frac{0}{1}\right)\right) = 0$

Entropy (Angsuran Perbulan)

- $\text{Entropy (1)} = \left(-\frac{0}{1} * \log_2 \left(\frac{0}{1}\right)\right) + \left(-\frac{1}{1} * \log_2 \left(\frac{1}{1}\right)\right) = 0$

- $Entropy (2) = \left(-\frac{10}{20} * \log_2 \left(\frac{10}{20}\right)\right) + \left(-\frac{10}{20} * \log_2 \left(\frac{10}{20}\right)\right) = 1$
 - $Entropy (3) = \left(-\frac{10}{13} * \log_2 \left(\frac{10}{13}\right)\right) + \left(-\frac{3}{13} * \log_2 \left(\frac{3}{13}\right)\right) = 0,779349837$
 - $Entropy (4) = \left(-\frac{5}{6} * \log_2 \left(\frac{5}{6}\right)\right) + \left(-\frac{1}{6} * \log_2 \left(\frac{1}{6}\right)\right) = 0,650022422$
2. Menghitung Jumlah Gain
- Gain (Pendapatan) =
 $0,954434003 - \left(\left(\frac{1}{40} * 0\right) + \left(\frac{1}{40} * 0\right) + \left(\frac{8}{40} * 0,954434003\right) + \left(\frac{30}{40} * 0,970950594\right)\right) = 0,035334256$
 - Gain (Jumlah Pinjaman) =
 $0,954434003 - \left(\left(\frac{5}{40} * 0,970950594\right) + \left(\frac{27}{40} * 0,999010271\right) + \left(\frac{7}{40} * 0\right) + \left(\frac{1}{40} * 0\right)\right) = 0,158733246$
 - Gain (Lama Kredit) =
 $0,954434003 - \left(\left(\frac{1}{40} * 0\right) + \left(\frac{20}{40} * 1\right) + \left(\frac{13}{40} * 0,779349837\right) + \left(\frac{6}{40} * 0,650022422\right)\right) = 0,103641943$
 - Gain (Angsuran Perbulan) =
 $0,954434003 - \left(\left(\frac{1}{40} * 0\right) + \left(\frac{20}{40} * 1\right) + \left(\frac{13}{40} * 0,779349837\right) + \left(\frac{6}{40} * 0,650022422\right)\right) = 0,103641943$

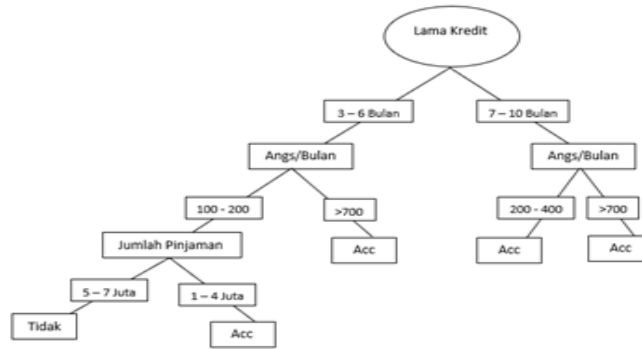
Dari perhitungan *entropy* diatas maka didapat hasil seperti pada tabel 10.

Tabel 10 Hasil C4.5 Node 1

Atribut	Nilai	Jumlah (S)	ACC(Si)	TIDAK (Si)	Entropy	Gain
Total		40	25	15	0,954434003	
Pendapatan	1	25	14	11	0,989587521	0,048197427
	2	9	6	3	0,918295834	
	3	4	3	1	0,811278124	
	4	2	2	0	0	
Jumlah pinjaman	1	1	1	0	0	0,035334256
	2	1	1	0	0	
	3	8	5	3	0,954434003	
	4	30	18	12	0,970950594	
Lama Kredit	1	5	3	2	0,970950594	0,158733246
	2	27	14	13	0,999010271	
	3	7	7	0	0	
	4	1	1	0	0	
Angs/Bulan	1	1	0	1	0	0,103641943
	2	20	10	10	1	
	3	13	10	3	0,779349837	
	4	6	5	1	0,650022422	

Dari Tabel 10 maka dapat dilihat yang mempunyai *gain* tertinggi yaitu Lama Kredit, maka *gain* tertinggi dapat dijadikan sebagai akar dari pohon keputusan *Node 1*. Dari pohon keputusan *Node 1* masih ada yang belum mempunyai nilai akhir, yaitu Pendapatan, Jumlah Pinjaman, Angsuran Perbulan. Maka harus dihitung kembali untuk mencari *Node* selanjutnya, lakukan perhitungan dengan cara yang sama sampai semua atribut mempunyai hasil akhir.

3. Hasil Akhir Pohon Keputusan



Gambar 2 Pohon Keputusan

Dari gambar diatas dapat diperoleh keputusan jika pinjamannya model pohon keputusan tersebut didapat aturan sebagai berikut :

Lama Kredit = 3-6 Bulan ; Angsuran Perbulan, 7-10 Bulan ; Angsuran Perbulan

Angsuran Perbulan = 200-400 “Acc”, >700 “Acc”

Angsuran Perbulan = 100-200 ; Jumlah Pinjaman >700 “Acc”

Jumlah Pinjaman = 5-7 Juta ‘Tidak’, 1-4 Juta “Acc”

4. Pada pengujian menggunakan *tools Rapidminer Studio* algoritma C4.5 mendapatkan hasil akurasi 57.50% dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11 Hasil Akurasi Rapidminer Studio C4.5

	True Acc	True Tidak	Class Precision
Pred Acc	22	14	61.11%
Pred Tidak	3	1	25.00%
<i>Class Recall</i>	88.00%	6.67%	
<i>Accuracy</i>	57.50% +/-16.87% (<i>Micro Average: 57.50%</i>)		

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan algoritma KNN dan C4.5 yang diterapkan dalam *dataset* sebanyak 40 data menghasilkan jarak *Euclidean Distance* dengan “K4” 3 diantaranya Acc dan 2 diantaranya Tidak. Sedangkan hasil akurasi algoritma KNN dan C4.5 menggunakan *Rapidminer Studio* yaitu sebesar 57.50%.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Yholanda Maldini dengan judul Penerapan Algoritma C4.5 dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) Untuk Menentukan Pemberian Kredit Bagi Nasabah Koperasi, yang dibimbing oleh Amril Mutoi Siregar dan Tohirin Al Mudzakir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Hadi, S.Kom, M.Kom, "Penerapan Data Mining Dalam Menganalisa Pemberian Pinjaman Dengan Menggunakan Metode Algoritma C5.0 (Studi Kasus : Koperasi Jasa Keuangan Syariah Kelurahan Lambung Bukik)," UPI YPTK Jurnal KomTekInfo, vol. 4, no. 2, pp. 214-233, Desember 2017.
- [2] S. N. Sri Uryani and C. Rahmat Hidayat, "Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Menganalisis Kelayakan Pemberian Kredit Nasabah," 2013.
- [3] N. Iriadi, "Penerapan Algoritma Klasifikasi Data Mining Dalam Penentuan Pemberian Pinjaman Koperasi," Paradigma, vol. XIV, no. 2, September 2012.
- [4] f. "Penerapan Algoritma Klasifikasi C4.5 untuk Penentuan Kelayakan Pemberian Kredit Operasi," eprints.unpam.ac.id, 2011.

- [5] N. Iriadi and N. Nuraeni, "Kajian Penerapan Metode Klasifikasi Data Mining Algoritma C4.5 untuk Prediksi Kelayakan Kredit Pada Bank Mayadaya Jakarta," *Jurnal teknik komputer amik BSI*, vol. 2, no. 1, pp. 2442-2436, Februari 2016.
- [6] S. S. Satchidananda and J. B. Simha, "Comparing decision trees with logistic regression for credit risk analysis," *SAS APAUGC*, 2006.
- [7] A. Nurzahputra and M. A. Muslim, "Peningkatan Akurasi Pada Algoritma C4.5 Menggunakan Adabost Untuk Meminimalkan Resiko Kredit," *Fakultas Teknik – Universitas Muria Kudus*, Vols. 1180-50-1, pp. 978-602, 2017.
- [8] S. Wahyuningsih and D. R. utari, "Perbandingan Metode K-Nearest Neighbor, Naive Bayes dan Decision Tree Untuk Prediksi Kelayakan Pemberian Kredit," *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, Maret 2018.
- [9] D. T. Larose and C. D. Larose, *Discovering Knowledge in Data*, vol. 17, 2014.
- [10] J. Han and M. Kamber, "Data Mining Concepts And Techniques," USA, Morgan Kaufmann, 2006.