

# **PENENTUAN KELAYAKAN PENERIMA PEMBIAYAAN KREDIT MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES DAN ALGORITMA C4.5 (Studi Kasus: KSPPS. BMT ADIL BERKAH SEJAHTERA)**

Tri Ardiyanto<sup>1\*</sup>, Handoyo Widi Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Pascasarjana Magister IIB Darmajaya, <sup>2</sup>IIB Darmajaya

triardiyanto.mti@gmail.com<sup>1</sup>, handoyo.wn@darmajaya.ac.id<sup>2</sup>

## *Abstract*

*Banking provides credit services to facilitate the community in running a business. To minimize risk, banks need to analyze the feasibility of extending credit to customers. This research aims to obtain the best procedure for classifying credit worthiness to customers. The reason for choosing the best method is the method that is appropriate for use in the classification of credit granting with the highest accuracy value. The highest accuracy was selected through a comparison of the c4.5 and naive bayes algorithms. The accuracy results obtained from the c4.5 algorithm with three tests were 91.23% and AUC 0.686 while Naive Bayes produced an accuracy of 89.90% and AUC 0.744*

**Keywords:** *Creditworthiness; classification; algorithm C4.5 Naive Bayes.*

## **Abstrak**

Perbankan memberi layanan kredit untuk memudahkan masyarakat dalam menjalankan usaha. Untuk meminimalkan risiko, bank perlu melakukan analisis kelayakan pemberian kredit kepada nasabah. Penelitian ini bertujuan buat memperoleh tata cara yang terbaik buat klasifikasi kelayakan pemberian kredit kepada nasabah. Alasannya memilih metode terbaik yaitu metode yang layak digunakan dalam klasifikasi pemberian kredit dengan nilai akurasi tertinggi. Akurasi tertinggi dipilih melalui perbandingan algoritma c4.5 dan naive bayes. Hasil akurasi yang didapatkan dari algoritma c4.5 dengan tiga kali pengujian adalah 91.23% dan AUC 0.686 sedangkan naive bayes menghasilkan akurasi 89.90% dan AUC 0.744

**Kata Kunci:** **Kelayakan pemberian kredit; klasifikasi; algoritma C4.5; Naive Bayes**

## **1. PENDAHULUAN**

Di Indonesia sendiri lembaga keuangan berbasis syariah juga mengalami perkembangan yang cukup pesat. Beberapa lembaga keuangan termasuk bank dan koperasi berbasis syariah mulai terbentuk. Pada tahun 2004 koperasi simpan pinjam berbasis syariah dikenal sebagai Koperasi Jasa Keuangan Syariah (KJKS) dan kemudian pada tahun 2015 dikenal dengan Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah (KSPPS). (Winarto & Falah, 2020).

Berdasarkan Peraturan Menteri Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia Nomor: 11/PER/M.KUKM/XII/2017 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah Oleh Koperasi, Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah yang selanjutnya disingkat KSPPS adalah Koperasi yang kegiatan usaha simpan, pinjam dan pembiayaan sesuai prinsip syariah, termasuk mengelola zakat, infak, sedekah, dan wakaf.

Pada prosesnya, KSPPS memberikan sejumlah pinjaman kepada nasabah dengan jaminan dapat berupa surat atau barang penting yang pengembaliannya diangsur secara bertahap. Namun, terkadang proses simpan pinjam tidak berjalan lancar karena terkendala kredit macet. Kredit macet dapat diartikan sebagai pinjaman yang mengalami kesulitan atau kendala dalam angsurannya yang terjadi secara sengaja atau tidak sengaja. Adanya kredit macet tersebut

tentunya mempengaruhi kelancaran usaha KPPS sendiri. Untuk itu pihak pengelola KSPPS memiliki beberapa kebijakan untuk menentukan kelayakan nasabah apakah pengajuan pinjaman diproses atau tidak.

KSPPS. BMT Adil Berkah Sejahtera merupakan jenis koperasi simpan pinjam syaria'ah, yang melayani peminjaman kepada anggotanya. KSPPS. BMT Adil Berkah Sejahtera sudah berdiri sejak tahun 2015 sampai dengan saat ini. Pada KSPPS. BMT Adil Berkah Sejahtera, ada beberapa proses yang harus diikuti anggota untuk mendapatkan pinjaman atau pembiayaan. Pertama, peminjam harus melengkapi berkas permohonan peminjaman, melengkapi persyaratan administrasi seperti salinan KTP, salinan KK, salinan buku nikah, dan juga surat pernyataan dari yang bersangkutan. Permohonan pinjaman yang diajukan juga memerlukan jaminan berupa surat tanda kepemilikan kendaraan ataupun surat tanah yang asli. Setelah semua persyaratan permohonan peminjaman sudah terpenuhi, kemudian akan disepakati jangka waktu dan jumlah biaya yang perlu dibayar perbulannya untuk melunasi peminjaman tersebut. Permohonan pinjaman akan diproses jika pemohon memenuhi syarat kelayakan pinjaman, salah satunya adalah tidak memiliki catatan kredit macet.

Klasifikasi nasabah berdasarkan pembayaran ketepatan pembayaran kredit menggunakan metode Naive Bayes dan *Probabilistic Neural Network*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data normatif nasabah periode tahun 2014-2018 milik PT. BPR Anugrah Bintang Sejahtera. Pada hasil penelitian metode Naive Bayes menghasilkan akurasi sebesar 89,90% dan *Probabilistic Neural Network* menghasilkan akurasi sebesar 93,58%.(Qurahman et al., 2019)

Sedangkan pada penelitiannya, Permana, dkk melakukan klasifikasi kredit macet menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dan C.5 dengan menggunakan beberapa kriteria penilaian, yaitu status tinggal, penghasilan, permohonan pinjaman, serta jangka waktu cicilan. Pada penelitiannya, Permana, dkk menggunakan dua kelas yaitu lancar dan macet sebagai target keluaran yang digunakan dalam penentuan kelayakan nasabah (Permana et al., 2020)

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan klasifikasi kelayakan nasabah dalam menerima pinjaman menggunakan metode Naive Bayes dan C4.5.

## **2. KERANGKA TEORI**

### **2.1 Koperasi Jasa Keuangan Syariah**

Berdasarkan Peraturan Menteri Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia Nomor: 11/PER/M.KUKM/XII/2017 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah Oleh Koperasi, Koperasi Simpan Pinjam dan Pembiayaan Syariah yang selanjutnya disingkat KSPPS adalah Koperasi yang kegiatan usaha simpan, pinjam dan pembiayaan sesuai prinsip syariah, termasuk mengelola zakat, infak, sedekah, dan wakaf..Perbedaan antara koperasi konvensional dengan koperasi berbasis syariah terletak pada akad dimana pada koperasi berbasis konvensional tidak ada akad yang disepakati oleh kedua belah pihak. Salah satu jenis akad yang digunakan pada pembiayaan koperasi berbasis syariah adalah akad murabahah dimana mekanisme pembayarannya dapat dilakukan dengan cara kredit atau cicilan. Akad murabahah juga bisa dikatakan sebagai akad jual beli barang dimana harga perolehan dan keuntungan akan disepakati oleh kedua belah pihak yaitu penjual dan pembeli, dan pengembalian dana pinjaman nasabah dapat dilakukan melalui cicilan atau kredit dengan waktu yang disepakati (Supriyadi, 2016)

## 2.2. Naive Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu teknik prediksi berbasis probabilitas sederhana yang berdasar pada konsep Teorema Bayes. Naive Bayes memprediksi keanggotaan suatu kelas dengan menghitung probabilitas kelas tersebut menggunakan perhitungan “Bayes” sederhana. Pada Naive Bayes diasumsikan fitur merupakan fitur *independent*, tidak terikat atau bergantung pada fitur lain secara kuat (*naive*). Ide dasar dari Teorema Bayes adalah hipotesis atau peristiwa dapat diperkirakan berdasarkan pada beberapa *evidence* atau bukti yang diamati. Naive Bayes mempelajari bukti yang ada dengan menghitung korelasi di antara variabel yang diinginkan dan semua variabel yang lain. Secara umum, persamaan Teorema Bayes dapat dilihat pada persamaan (2.1) berikut.

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E)} \quad (2.1)$$

$$Posterior = \frac{(Likelihood \times Prior)}{Evidence} \quad (2.2)$$

Pada persamaan (3.1)  $H$  merupakan hal yang menyebabkan suatu peristiwa terjadi (*cause*) dan  $E$  adalah akibatnya (*evidence*). Mengacu pada persamaan (3.1),  $P(H|E)$  disebut juga posterior atau menyatakan probabilitas munculnya  $H$  jika diketahui  $E$ . Sedangkan  $P(E|H)$  atau *likelihood* adalah probabilitas sebuah *evidence*  $E$  terjadi akan mempengaruhi hipotesis  $H$ . Pada persamaan (3.2) *prior* atau  $P(H)$  adalah probabilitas awal (priori) hipotesis  $H$  terjadi tanpa memandang *evidence* apapun. Sedangkan *evidence* atau  $P(E)$  adalah hipotesis awal  $E$  terjadi tanpa memandang hipotesis/*evidence* yang lain (Wijaya & Dwiasnati, 2020).

## 2.3. Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 merupakan salah satu algoritma pohon keputusan yang dapat digunakan untuk menghasilkan aturan yang mudah diinterpretasikan dan tercepat diantara algoritma lainnya. Algoritma tersebut juga mampu menghasilkan subsistem model dasar yang dapat digunakan untuk mendukung sistem pendukung keputusan. Sehingga penelitian tentang peningkatan performansi algoritma C4.5 masih sangat menarik untuk dilakukan. Ada banyak fitur yang terlibat dalam Algoritma C4.5 yaitu data, data atribut, instance, dan kelas atribut. Dalam beberapa kasus klasifikasi, algoritma ini masih menghasilkan akurasi yang kurang maksimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja Algoritma C4.5 dengan menerapkan proses modifikasi persamaan dan penambahan perlakuan untuk meningkatkan akurasi pemilihan node yang akan dipangkas. Beberapa metode pengembangan algoritma C4.5 fokus pada fase pruning yang masih memungkinkan untuk trimming node dengan informasi bernilai tinggi atau kontributif. Cara mengatasinya adalah dengan memodifikasi fungsi pruning dan akan memastikan bahwa proses pruning dilakukan terhadap cabang yang benar-benar non-kontributif, sehingga meningkatkan akurasi hasil [11].

$$entropy(S) = \sum_{i=1}^n - \pi * \log_2 \pi \quad (2.3)$$

Keterangan:

S: himpunan kasus.

n: jumlah partisi S.

$\pi$ : proporsi dari  $S_i$  terhadap S.

*K-Fold Cross Validation* merupakan teknik validasi dengan membagi data menjadi sebanyak k-subset dengan ukuran yang sama, kemudian sebanyak k-1 buah subset digunakan sebagai data uji dan sisanya sebagai data latih. Sebagai ilustrasi terdapat data sebanyak k subset yaitu D1, D2, ..., Dk dengan ukuran yang sama. Data kemudian secara acak dibagi menjadi data latih dan data uji dengan proses pelatihan dan pengujian dilakukan sebanyak k-kali secara berulang-ulang

### 3. METODOLOGI

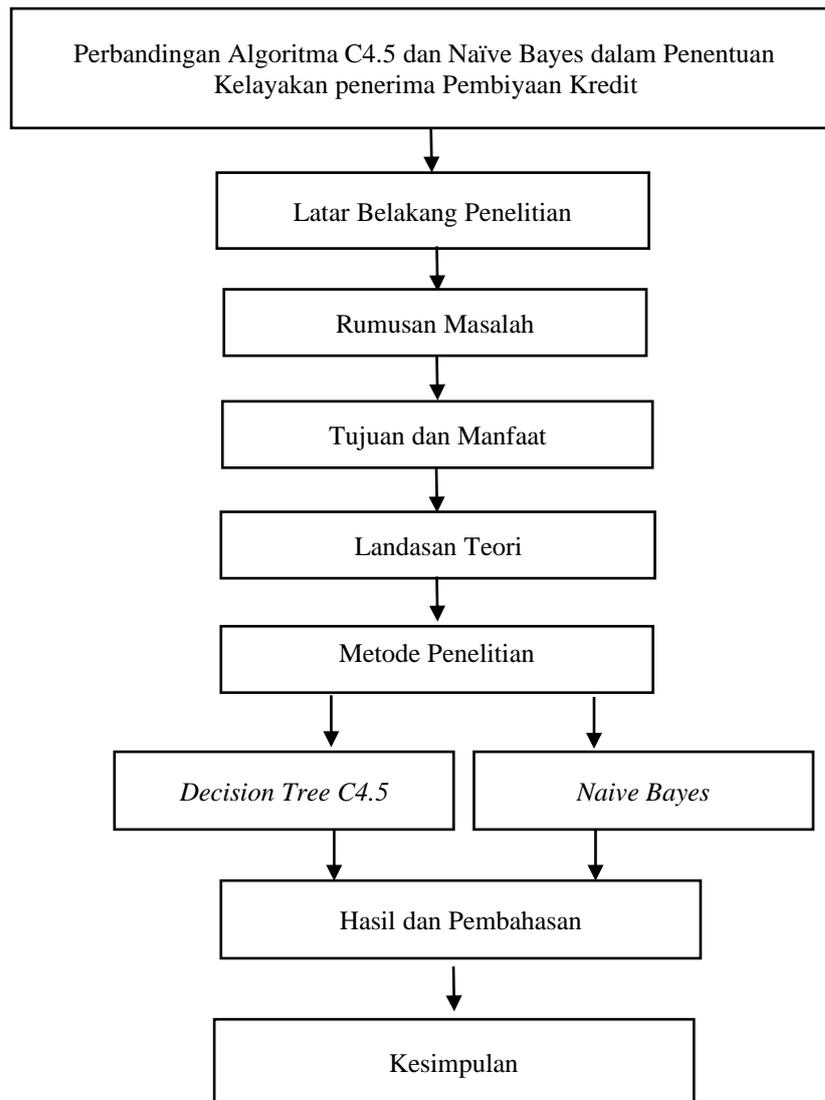
Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya :

- a) Melakukan identifikasi masalah yang ada kemudian menganalisisnya untuk menemukan kemungkinan-kemungkinan solusi yang dapat dilakukan.
- b) Melakukan studi literatur mengenai resiko kredit macet, serta metode-metode klasifikasi yang akan digunakan, dari berbagai sumber seperti buku ataupun jurnal penelitian.
- c) Melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing atau dosen lain yang ahli di bidang data mining mengenai rancangan yang akan dibuat serta penyelesaian yang dilakukan.
- d) Mengumpulkan data penelitian yang dibutuhkan yaitu berupa data transaksi yang berasal dari KSPPS. BMT Adil Berkah Sejahtera.
- e) Membuat rancangan sistem penelitian yang terdiri dari yaitu *preprocessing* dataset, pembagian data latih dan data uji, pelatihan dan pengujian data menggunakan *Naive Bayes* dan algoritma C4.5.
- f) Mengimplementasikan rancangan sistem serta menganalisa hasil.

Pada proses pelaksanaan penelitian, terlebih dahulu dilakukan pencarian latar belakang, rumusan masalah serta tujuan dan manfaat yang ingin dipecahkan pada penelitian ini. Alur rancangan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data mentah menjadi data siap merupakan salah satu proses penting yang perlu dilakukan sebelum data siap diolah untuk proses selanjutnya. Langkah ini disebut juga pembersihan data atau *data cleaning*. Data penelitian merupakan data sekunder dimana data telah ada sebelumnya yaitu data milik KPPS. BMT Adil Berkah Sejahtera yang dikumpulkan untuk kebutuhan penelitian sebanyak 1536 data berbentuk tabel berekstensi .xlsx. Sebelum proses implementasi model, dilakukan praproses data diantaranya menghapus data yang memiliki null atau *NaN* atau data kosong serta menghapus data duplikasi. Pada proses ini dataset berkurang sehingga jumlahnya menjadi 1426 data dengan sebanyak 1311 berlabel lancar dan 115 berlabel macet. Selain itu juga dilakukan perubahan terhadap kolom Masa karena memiliki jenis data yang berbeda yaitu minggu dan bulan sehingga perlu diubah menjadi satuan bulan untuk masa angsuran. Pada proses ini juga dilakukan pemilihan atribut yang akan digunakan pada proses klasifikasi. Potongan data yang siap diproses dapat dilihat pada Tabel 4.1.



**Gambar 1.** Skema Lengkap Alur Penelitian

**Tabel 1.** Potongan *Dataset* yang Sudah Siap

Masa	Jenis Pembiayaan	Pokok	Margin	Plafond	Label
4	Modal Usaha	5000000	580000	5580000	Lancar
10	Modal Usaha	4000000	1000000	5000000	Lancar
2	Pendidikan	10000000	580000	10580000	Lancar
5	Multiguna	3000000	435000	3435000	Lancar
15	Pendidikan	15000000	3375000	18375000	Lancar
10	Modal Usaha	2000000	500000	2500000	Lancar
6	Modal Usaha	5000000	405000	5405000	Macet
4	Modal Usaha	2000000	232000	2232000	Lancar
10	Modal Usaha	2000000	500000	2500000	Lancar

### Hasil Pengujian Menggunakan Naive Bayes

Pada pengujian ini, metode Naive Bayes diimplementasikan sebagai metode klasifikasi yang menggunakan *cross validation* pada pembagian data latih dan data uji sehingga data dibagi menjadi beberapa subset sesuai jumlah *folds* yang ditentukan. Untuk menentukan jumlah *folds* yang menghasilkan akurasi terbaik, dilakukan pengujian terhadap beberapa variasi jumlah *folds*. Pada penelitian ini digunakan jumlah *folds* sebanyak lima, sepuluh, dan lima belas.

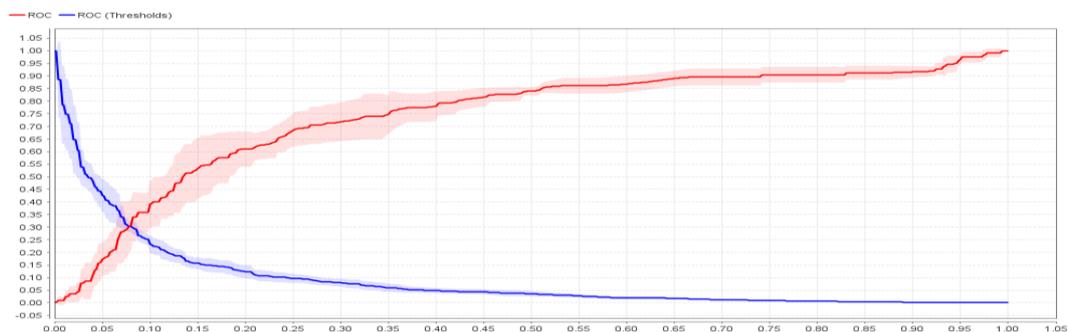
#### Pengujian Naive Bayes Menggunakan Lima *Folds*

Dari hasil pengujian menggunakan lima *folds* diperoleh akurasi model sebesar 89.20% dengan *score* AUC sebesar 0.744. Hasil tangkapan layar *confusion matrix* dan grafik ROC dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

accuracy: 89.20% +/- 1.54% (micro average: 89.20%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1268	111	91.95%
pred. Macet	43	4	8.51%
class recall	96.72%	3.48%	

**Gambar 2.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* Naive Bayes dengan lima *folds*



**Gambar 3.** Grafik ROC Naive Bayes dengan lima *fold*

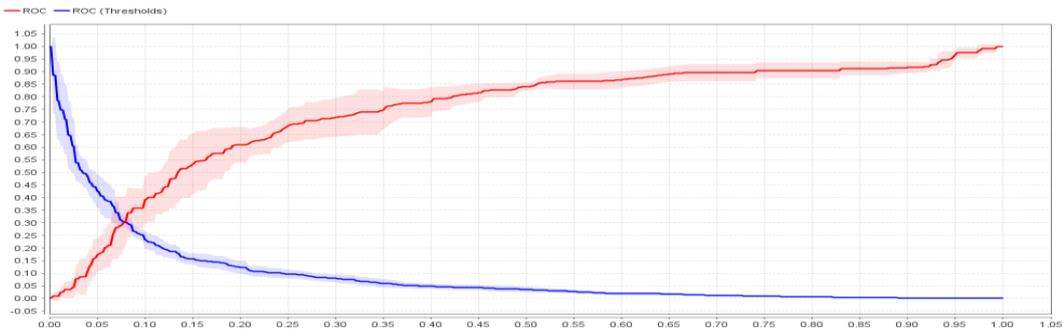
#### Pengujian Naive Bayes Menggunakan Sepuluh *Folds*

Pada pengujian Naive Bayes menggunakan sepuluh *folds* diperoleh akurasi yang sedikit lebih tinggi dibanding sebelumnya yaitu sebesar 89.90% dengan *score* AUC sebesar 0.743. Hasil *confusion matrix* dan grafik ROC dapat dilihat pada tangkapan layar yang ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

accuracy: 89.90% +/- 1.05% (micro average: 89.90%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1276	109	92.13%
pred. Macet	35	6	14.63%
class recall	97.33%	5.22%	

**Gambar 4.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* Naive Bayes dengan sepuluh *folds*



**Gambar 5.** Grafik ROC Naive Bayes dengan sepuluh *fold*s

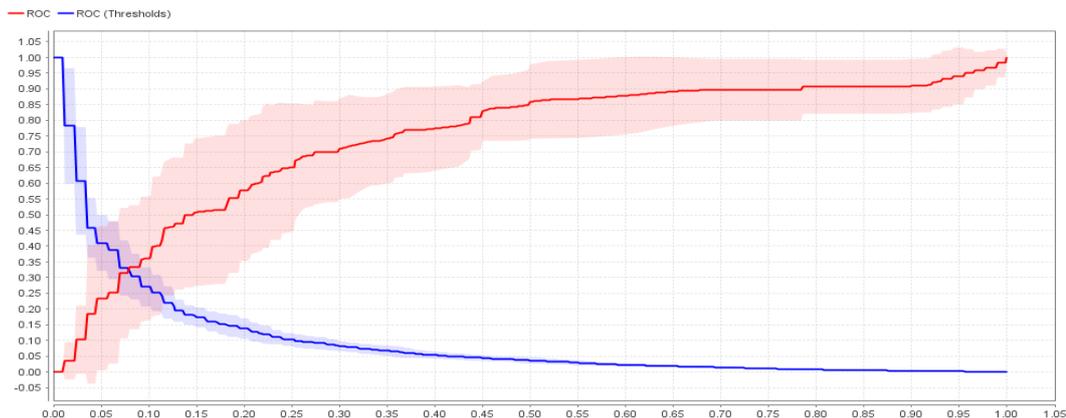
### Pengujian Naive Bayes Menggunakan Lima Belas *Folds*

Pengujian Naive Bayes menggunakan 15 *fold*s memiliki nilai akurasi yang sama dengan sepuluh *fold*s yaitu sebesar 89.90% dan *score* AUC sebesar 0.741. Hasil tangkapan layar *confusion matrix* dan grafik ROC dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

accuracy: 89.90% +/- 1.18% (micro average: 89.90%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1274	107	92.25%
pred. Macet	37	8	17.78%
class recall	97.18%	6.96%	

**Gambar 6.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* Naive Bayes dengan lima belas *fold*s



**Gambar 7.** Grafik ROC Naive Bayes dengan lima belas *fold*s

### Hasil Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5

Pada implementasi algoritma C4.5 *criterion* yang digunakan adalah *Gain Ratio* dan *max\_depth* yang berjumlah 20. Pengujian juga dilakukan berdasarkan beberapa jumlah *fold*s untuk melihat nilai *fold*s yang menghasilkan akurasi tertinggi. Jumlah *fold*s yang digunakan yaitu lima, sepuluh, dan lima belas.

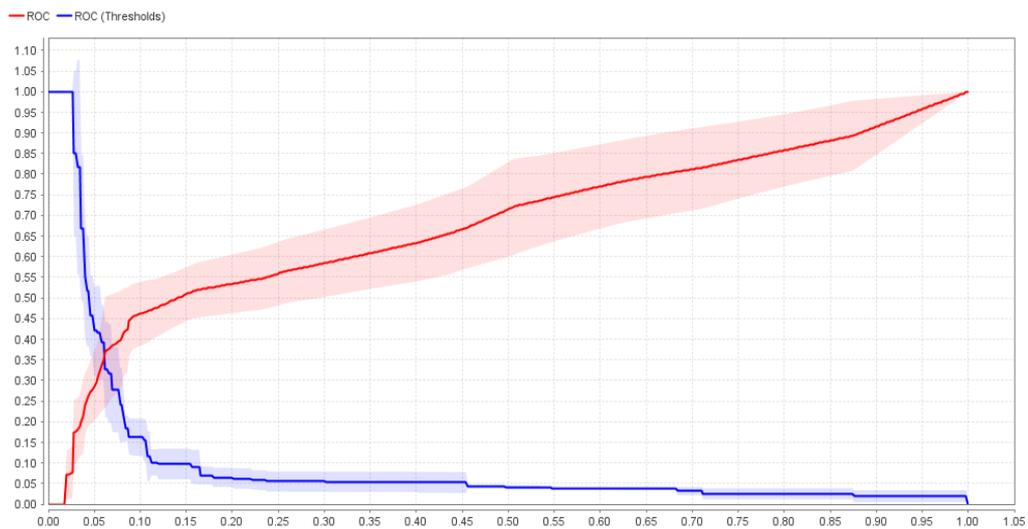
### Pengujian Algoritma C4.5 Menggunakan Lima Folds

Implementasi algoritma C4.5 menggunakan lima folds menghasilkan akurasi sebesar 90.18% dengan AUC score sebesar 0.681. Hasil confusion matrix dan grafik ROC dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

accuracy: 90.18% +/- 0.83% (micro average: 90.18%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1265	94	93.08%
pred. Macet	46	21	31.34%
class recall	96.49%	18.26%	

**Gambar 8.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* algoritma C4.5 dengan lima folds



**Gambar 9.** Grafik ROC algoritma C4.5 dengan lima folds

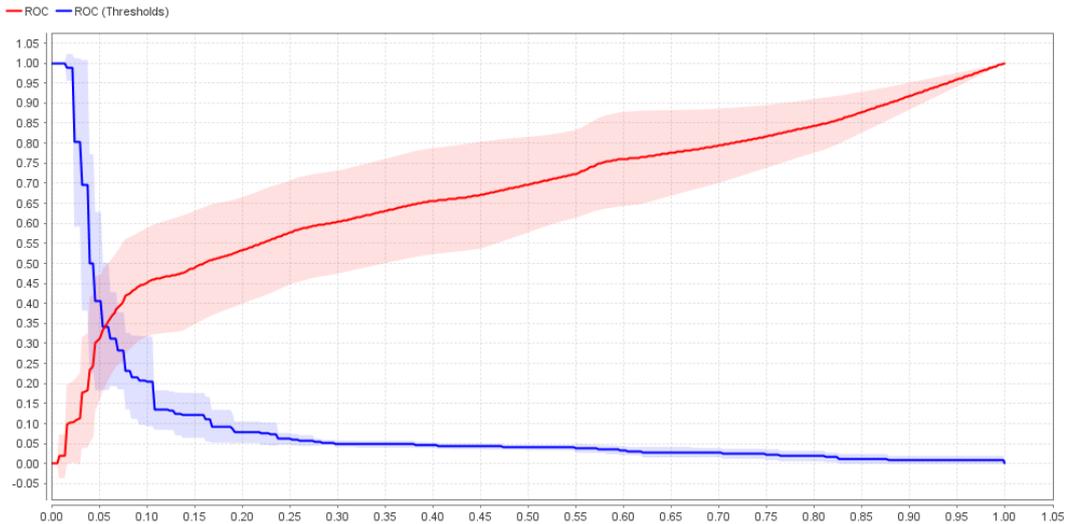
### Pengujian Algoritma C4.5 Menggunakan Sepuluh Folds

Pengujian algoritma C4.5 menggunakan sepuluh folds menghasilkan akurasi yang lebih tinggi yaitu sebesar 90.60% dengan nilai AUC sebesar 0.679. Hasil perhitungan akurasi dan kurva ROC dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

accuracy: 90.60% +/- 0.69% (micro average: 90.60%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1272	95	93.05%
pred. Macet	39	20	33.90%
class recall	97.03%	17.39%	

**Gambar 10.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* algoritma C4.5 dengan sepuluh folds



**Gambar 11.** Grafik ROC algoritma C4.5 dengan sepuluh *folds*

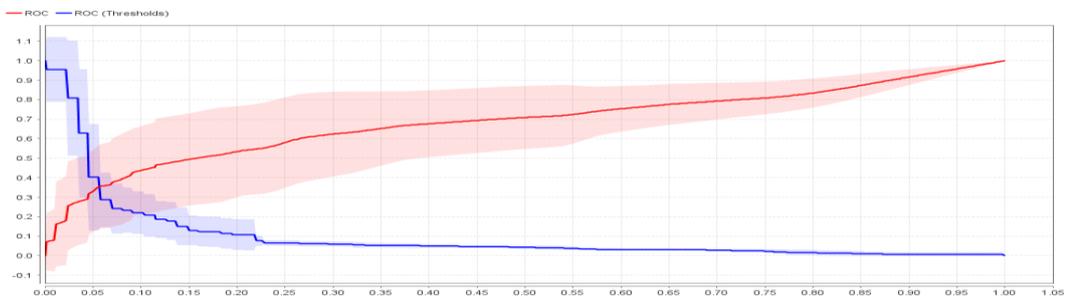
**Pengujian Algoritma C4.5 Menggunakan Lima Belas *Folds***

Pada pengujian menggunakan 15 *folds* akurasi yang dihasilkan memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar 91.23% dengan nilai AUC sebesar 0.686. Nilai akurasi ini memiliki nilai yang paling tinggi dibanding pengujian sebelumnya, baik metode Naive Bayes ataupun algoritma C4.5. Hasil *confusion matrix* serta kurva ROC pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

accuracy: 91.23% +/- 2.44% (micro average: 91.23%)

	true Lancar	true Macet	class precision
pred. Lancar	1279	93	93.22%
pred. Macet	32	22	40.74%
class recall	97.56%	19.13%	

**Gambar 12.** Hasil tangkapan layar *confusion matrix* algoritma C4.5 dengan lima belas *folds*



**Gambar 13.** Grafik ROC algoritma C4.5 dengan lima belas *folds*

**Perbandingan Akurasi Naive Bayes dan Algoritma C4.5**

Dari hasil pengujian terhadap kedua metode, Naive Bayes memiliki nilai akurasi tertinggi pada pengujian menggunakan sepuluh dan lima belas *folds* yaitu sebesar 89.90% sedangkan algoritma C4.5 menghasilkan akurasi

tertinggi sebesar 91.23% dengan menggunakan 15 *folds*. Perbandingan besar akurasi kedua metode dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan akurasi algoritma C4.5 dan Naive Bayes

No	Metode yang digunakan	Akurasi	AUC
1	Naive Bayes	89.90%	0.744
2	Algoritma C4.5	91.23%	0.686

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Metode Naive Bayes memiliki akurasi tertinggi menggunakan sepuluh dan lima belas *folds* dengan akurasi sebesar 89.80%.
- Algoritma C4.5 memiliki akurasi tertinggi sebesar 91.23% dengan menggunakan *folds* sebanyak 15 *folds*.
- Pada penelitian ini, Algoritma C4.5 memiliki akurasi yang lebih baik dibanding Naive Bayes dalam melakukan klasifikasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, H. W., Adji, T. B., & Setiawan, N. A. (2018). Performance Improvement of C4.5 Algorithm using Difference Values Nodes in Decision Tree. *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CITSM.2018.8674250>
- Permana, T., Siregar, A. M., Masruriyah, A. F. N., & Juwita, A. R. (2020). Perbandingan Hasil Prediksi Kredit Macet Pada Koperasi. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology*, 3(1), 737–746.
- Qurahman, T., Mustakim, & Jaini, A. (2019). Penerapan Algoritma Naïve Bayes Classifier Dan Probabilistic Neural Network Untuk Klasifikasi Nasabah Bank Dalam Membayar Kredit. ... *Komunikasi Dan Industri*, November, 205–213.
- Supriyadi. (2016). Desain Penyelesaian Kredit Macet Pembiayaan Murabahah BMT Bina UMMat Sejahtera Melalui Pendekatan Sosio Legal Research. *Al-Adalah*, Vol. XIII (No. 2), 192.
- Wijaya, H. D., & Dwiasnati, S. (2020). Implementasi Data Mining dengan Algoritma Naïve Bayes pada Penjualan Obat. *Jurnal Informatika*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.31311/ji.v7i1.6203>
- Winarto, W. W. A., & Falah, F. (2020). Analisis Sistem Pengelolaan Keuangan Produk Pembiayaan Syariah Dengan Akad Murabahah. *JPS (Jurnal Perbankan Syariah)*, 1(2), 150–161. <https://doi.org/10.46367/jps.v1i2.234>
- Desyanita, L., & Wibowo, A. (2020). Pemodelan Sistem Prediksi Kelayakan Pengajuan Kredit. *Elkom Elektronika Dan Komputer*, 13(2), 10–22.
- Gorunescu, F. (2011). Data Mining : Concepts, Models and Techniques. In *Springer* (Vol. 2).
- Idris, M., Mustafid, & Suseno, J. E. (2019). Implementation of C4.5 Algorithm and Forward Chaining Method for Higher Education Performance Analysis. *E3S Web of Conferences*, 125(2019), 2–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912521002>
- Mardiyah, P. A., Siregar, R. R. A., & Palupiningsih, P. (2020). Klasifikasi untuk Memprediksi Pembayaran Kartu Kredit Macet. *Jurnal Teknologia*, 3(1), 91–101.
- Nirwana, A., Siregar, A. M., & Rahmat, R. (2022). Klasifikasi Permasalahan Kredit Macet Pada Bank Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5. *III*, 43–50.

- 
- Nugroho, H. W., Adji, T. B., & Setiawan, N. A. (2018). Performance Improvement of C4.5 Algorithm using Difference Values Nodes in Decision Tree. *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CITSM.2018.8674250>
- Permana, T., Siregar, A. M., Masruriyah, A. F. N., & Juwita, A. R. (2020). Perbandingan Hasil Prediksi Kredit Macet Pada Koperasi. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology*, 3(1), 737–746.
- Putro, H. F., Vlandari, R. T., & Saptomo, W. L. Y. (2020). Penerapan Metode Naive Bayes Untuk Klasifikasi Pelanggan. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKoSIN)*, 8(2). <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v8i2.500>
- Qurahman, T., Mustakim, & Jaini, A. (2019). Penerapan Algoritma Naïve Bayes Classifier Dan Probabilistic Neural Network Untuk Klasifikasi Nasabah Bank Dalam Membayar Kredit. ... *Komunikasi Dan Industri*, November, 205–213.
- Rusdiyono. (2009). Perkembangan pengaturan pendirian koperasi di indonesia. *Tesis*, 1–80.
- Sumanto, S., Marita, L. S., Mazia, L., & Ratnasari, T. W. (2021). Analisis Kelayakan Kredit Rumah Menggunakan Metode Naïve Bayes untuk Mengurangi Kredit Macet. *Applied Information System and Management (AISM)*, 4(1), 17–22. <https://doi.org/10.15408/aism.v4i1.20274>
- Supriyadi. (2016). Desain Penyelesaian Kredit Macet Pembiayaan Murabahah BMT Bina UMMat Sejahtera Melalui Pendekatan Sosio Legal Research. *Al-Adalah*, Vol. XIII(No. 2), 192.
- Wijaya, H. D., & Dwiasnati, S. (2020). Implementasi Data Mining dengan Algoritma Naïve Bayes pada Penjualan Obat. *Jurnal Informatika*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.31311/ji.v7i1.6203>
- Winarto, W. W. A., & Falah, F. (2020). Analisis Sistem Pengelolaan Keuangan Produk Pembiayaan Syariah Dengan Akad Murabahah. *JPS (Jurnal Perbankan Syariah)*, 1(2), 150–161. <https://doi.org/10.46367/jps.v1i2.234>