

Perbandingan Algoritma Naive Bayes dan Naive Bayes Berbasis PSO untuk Analisis Kredit pada PT. BPR Syariah Paokmotong

Yupi Kuspani Putra¹, Muhamad Sadali²
Fakultas Teknik Universitas Hamzanwadi
yupi.putra@gmail.com¹, sadali2022@gmail.com²

Abstrak

Menurut UU No.21 tahun 2008, dinyatakan bahwa bank syariah adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkan kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan/atau bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat. Kredit adalah penyediaan uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu, berdasarkan persetujuan pinjam meminjam antara bank dengan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam melunasi hutangnya setelah jangka waktu tertentu dengan pemberian bunga (UU Perbankan No.10 Tahun 1998).

Dalam melakukan analisa sebuah kredit terkadang seorang analisis melakukan analisa kurang akurat, sehingga ada beberapa nasabah yang kurang mampu dalam melakukan pembayaran angsuran kredit, sehingga mengakibatkan kredit kurang lancar bahkan macet. Dari permasalahan di atas, peneliti melakukan analisis kredit menggunakan teknik komputerisasi dengan memanfaatkan perangkat lunak RapidMiner dalam melakukan pengolahan data. Teknik pengolahan data yang tepat untuk digunakan adalah klasifikasi. Salah satu metode klasifikasi data mining adalah algoritma *Naive Bayes*. Peneliti menggunakan pembobotan dengan menerapkan *Particle Swarm Optimization (PSO)* untuk seleksi atribut guna meningkatkan akurasi *Naive Bayes*.

Setelah melakukan pengujian dengan model algoritma *Naive Bayes* sebesar 71.00%, sedangkan dengan model algoritma *Naive Bayes* berbasis *particle swarm optimization* menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi yaitu 88.51% dibandingkan dengan model algoritma *Naive Bayes*. Dari hasil tersebut didapatkan selisih antara kedua model yaitu 17.51%.

Kata kunci : *Analisis, Kredit, Naive Bayes, Particle Swarm Optimization*

Abstract

According to Law No.21 of 2008, it is stated that Islamic banks are business entities that collect funds from the public in the form of deposits and channel to the public in the form of loans and / or other forms in order to improve people's lives. Credit is the provision of money or bills that can be equated with it, based on a loan and loan agreement between the bank and another party which requires the borrower to repay the debt after a certain period of time with interest (Banking Law No.10 of 1998).

In analyzing a credit, sometimes an analysis performs an inaccurate analysis, so there are some customers who are less able to pay credit installments, resulting in substandard loans and even defaults. From the above problems, researchers conducted a credit analysis using computerized techniques by utilizing RapidMiner software in processing data. The right data processing technique to use is classification. One method of classification of data mining is the Naive Bayes algorithm. The researcher used weighting by applying Particle Swarm Optimization (PSO) for attribute selection to improve the accuracy of Naive Bayes.

After testing with the Naive Bayes algorithm model of 71.00%, the Naive Bayes algorithm based on particle swarm optimization results in a higher accuracy value of 88.51% compared to the Naive Bayes algorithm model. From these results the difference between the two models is 17.51%.

Keywords : *Analysis, Credit, Naive Bayes, Particle Swarm Optimization*

1. Pendahuluan

Bank dikenal sebagai lembaga keuangan yang kegiatannya tidak hanya menghimpun dana dan menyalurkan kembali kepada masyarakat melainkan memberikan berbagai fasilitas perbankan[11]. Persaingan dalam dunia perbankan di Indonesia sangat kompetitif dan dinamis, hal tersebut disebabkan banyaknya bank yang beroperasi di Indonesia. Perkembangan dunia perbankan syariah dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang sangat pesat. Apalagi dengan adanya komitmen dari pemerintah yang ingin memajukan industri keuangan syariah di Tanah Air. Kredit adalah penyediaan uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu, berdasarkan persetujuan pinjam meminjam antara bank dengan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam melunasi hutangnya setelah jangka waktu tertentu dengan pemberian bunga (UU Perbankan No.10 Tahun 1998). Pembiayaan adalah peyediaan dana oleh pemerintah, dunia usaha, dan masyarakat melalui lembaga keuangan bank, lembaga keuangan bukan bank, atau melalui lembaga lain dalam rangka memperkuat pemodalannya usaha kecil (UU RI nomor 9 tahun 1995 pasal 1). Seperti halnya PT. BPR Syariah Paokmotong sebagai pemberi dana dalam melakukan proses pemberian pembiayaan kepada para nasabahnya. Pengajuan kredit bisa dilakukan oleh pemohon yang telah memenuhi syarat dari pihak Bank. Pemberian kredit ini masih menjadi

masalah yang sangat krusial, karena pihak Bank masih mengalami kesulitan dalam menentukan pola pemohon atau peminjam yang dapat menyebabkan angsuran kredit menjadi macet atau lancar. Banyak faktor yang menentukan nasabah tidak lancar dalam membayar angsuran kredit salah satu contoh adalah situasi ekonomi yang terjadi sehingga mengganggu usaha yang dijalankannya. Dalam arti luas resiko kredit adalah ketidak pastian atau fluktuasi laba dalam kegiatan kredit [6]. Untuk mengantisipasi resiko kredit, maka dipandang perlu untuk melakukan analisa kredit. Dari permasalahan di atas, peneliti melakukan analisis kredit menggunakan teknik komputerisasi dengan memanfaatkan perangkat lunak RapidMiner dalam melakukan pengolahan data. Teknik pengolahan data yang tepat untuk digunakan adalah klasifikasi. Salah satu metode klasifikasi data mining adalah algoritma *Naive Bayes* menggunakan pembobotan dengan menerapkan *Particle Swarm Optimization (PSO)* untuk seleksi atribut guna meningkatkan akurasi *Naive Bayes*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini antara lain :

Penelitian oleh Saduldyn Pato (2013) yang berjudul Analisis Pemberian Kredit Mikro Pada Bank Syariah Mandiri Cabang Manado dengan hasil yang dapat disimpulkan bahwa : pihak Bank

Mandiri Syariah telah melaksanakan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Menganalisis dalam rangka meminimalisir dan mengantisipasi terjadinya kredit macet yang kemungkinan akan dialami oleh calon debitur[13].

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Masripah (2015) dengan judul evaluasi penentuan kelayakan pemberian kredit koperasi syariah menggunakan algoritma klasifikasi C4.5. Dalam penelitian ini menghasilkan nilai akurasi algoritma C4.5 sebesar 88% serta dievaluasi menggunakan ROC curve yaitu, 0.898 dengan tingkat diagnosa *Good classification*[14].

Pada penelitian Muhammad Saiful (2016) dengan judul Klasifikasi Kinerja Dosen STT Hamzanwadi Menggunakan Naive Bayes Berbasis PSO. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan model algoritma *Naive Bayes* mendapatkan nilai *accuracy* sebesar (98,37%), sedangkan pengujian dengan menggunakan *Naive bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization* didapat nilai *accuracy* adalah (98,78%). Maka dapat disimpulkan pengujian data kinerja dosen menggunakan *Naive Bayes* dan penerapan *Particle Swarm Optimization* dalam pemilihan atribut didapat bahwa metode tersebut lebih akurat dalam penentuan Prediksi kinerja dosen STT Hamzanwadi dibandingkan dengan metode *Naive Bayes* tunggal, ditandai dengan peningkatan nilai akurasi sebesar (0,41%)[15].

Penelitian yang dilakukan oleh Ade Mubarak, (2019) dengan judul Sistem Pendukung

Keputusan Kelayakan Pemberian Kredit Dengan Metode TOPSIS. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Koperasi Syariah Bmt itQan adalah menyarankan menggunakan aplikasi pendukung keputusan untuk membantu pemberian pembiayaan agar hasil keputusan lebih akurat dan objektif[16].

2.2. Landasan Teori

1. Pengertian Bank Syariah

Pengertian bank syariah adalah lembaga keuangan yang usaha pokoknya memberikan kredit atau pembiayaan dan jasa-jasa lainnya dalam lalu lintas pembayaran serta peredaran uang yang pengoperasiannya disesuaikan dengan prinsip-prinsip syariah[12]. Selain itu juga dalam UU No.21 tahun 2008, dinyatakan bahwa bank syariah adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkan kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan/atau bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat.

2. Tujuan Bank Syariah

Bank syariah mempunyai beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut [12] :

- a. Mengarahkan kegiatan ekonomi umat untuk bermuamalat secara islam, khususnya *Muamalah* yang berhubungan dengan perbankan, agar terhindar dari praktik-praktik riba atau jenis usaha lainnya yang mengandung unsur *Ghara* (tipuan).

- b. Untuk mencapai suatu keadilan di bidang ekonomi dengan jalan meratakan pendapatan melalui kegiatan investasi, agar tidak terjadi kesenjangan yang amat besar antara pemilik modal dengan pihak yang membutuhkan dana.
- c. Untuk meningkatkan kualitas hidup umat dengan jalan membuka peluang berusaha yang lebih besar terutama kelompok miskin, yang diarahkan kepada kegiatan usaha yang produktif menuju terciptanya kemandirian usaha.
- d. Untuk menaggulangi masalah kemiskinan, yang pada umumnya merupakan program utama dari negara-negara yang sedang berkembang.
- e. Untuk menjaga kestabilan ekonomi dan moneter. Dengan aktivitas bank syariah akan mampu menghindari pemanasan ekonomi diakibatkan adanya inflasi.
- f. Untuk menyelamatkan ketergantungan umat islam terhadap bank non syariah.

3. Pengertian Kredit

Kredit adalah penyediaan uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu, berdasarkan persetujuan pinjam meminjam antara bank dengan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam melunasi hutangnya setelah jangka waktu tertentu dengan pemberian bunga (UU Perbankan No.10 Tahun 1998).

4. Data Mining

Data Mining meramalkan tren dan sifat perilaku bisnis yang sangat berguna untuk mendukung pengambilan keputusan penting. Secara umum, tugas Data Mining dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu, deskriptif dan prediktif. Tugas pertambangan deskriptif mengkarakterisasi sifat umum data dalam database pertambangan prediktif, tugas data pada saat ini untuk membuat prediksi[5]. Mendefinisikan *data mining* sebagai proses untuk mendapatkan informasi yang berguna dari gudang basis data yang besar[3]. Istilah *data mining* kadang disebut juga *knowledge discovery in Database (KDD)*. KDD adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar.

Model Data Mining memberikan contoh penerapannya pada berbagai algoritma dan dataset yang besar[1].

5. Algoritma Naive Bayes

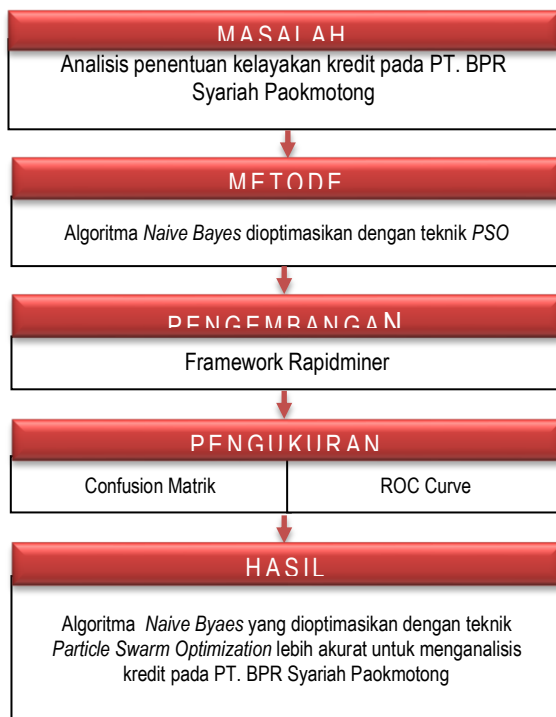
Pendekatan Bayesian digunakan untuk menentukan kemungkinan terhadap asumsi disekitarnya[2]. Naive Bayes Klasifikasi merupakan metode terbaru yang digunakan untuk memprediksi probabilitas. Algoritma ini memanfaatkan teori probabilitas yang dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes, yaitu memprediksi probabilitas di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya.

6. Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan algoritma pencarian berbasis populasi dan diinisialisasi dengan populasi solusi acak dan digunakan untuk memecahkan masalah optimasi[4]. *Particle swarm optimization (PSO)* adalah teknik yang terinspirasi oleh proses alami burung yang berkelompok, dan juga dikenal sebagai segerombolan intelijen dengan mempelajari perilaku sosial atau kelompok hewan[10].

2.3 Kerangka Pemikiran

Pada penelitian ini berawal dari algoritma yang belum menghasilkan akurasi terbaik dalam menganalisis kredit pada PT. BPR Syariah Paokmotong. Berikut ini adalah kerangka pemikiran yang dibuat dalam bentuk bagan :



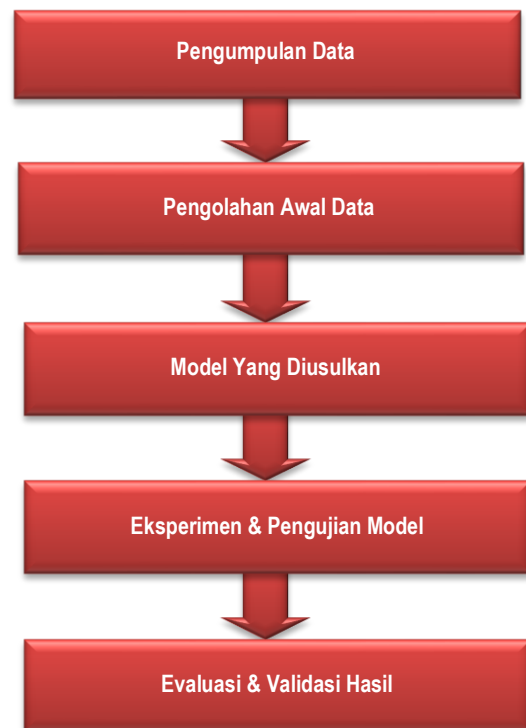
Gambar 1. Kerangka Pemikiran

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Dalam konteks sebuah penelitian, pendekatan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah, diantaranya: mengumpulkan data, merumuskan hipotesis atau proposisi, menguji hipotesis, hasil penafsiran, dan kesimpulan yang dapat dievaluasi secara independen oleh orang lain[7]. Terdapat empat metode penelitian yang umum digunakan, diantaranya: *Action Research*, *Experiment*, *Case Study*, dan *Survey*[8].

Dalam penelitian ini juga dilakukan beberapa tahapan pada proses penelitian. Seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2 Tahapan Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini menggunakan metode observasi dan interview,

dengan menggunakan data-data yang berhubungan dengan kredit secara langsung kepada pihak yang terkait. Sedangkan dalam pengumpulan data sekunder menggunakan buku, jurnal, publikasi dan lain-lain serta data yang sebelumnya pernah dibuat oleh seseorang baik di terbitkan atau tidak.

3.3 Pengolahan Data Awal

Jumlah data awal yang diperoleh dari PT. BPR Syariah Paokmotong sebanyak 400 data dan terdiri dari 30 atribut, namun tidak semua atribut bisa digunakan karena harus melalui beberapa tahap pengolahan awal data. Untuk mendapatkan data yang berkualitas, beberapa teknik yang dilakukan sebagai berikut[9].

1. Data validation, untuk mengidentifikasi dan menghapus data yang ganjil (*outlier/noise*), data yang tidak konsisten, dan data yang tidak lengkap (*missing value*).
2. Data *integration and transformation*, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi algoritma. Data yang digunakan dalam penulisan ini bernilai kategorikal. Data ditransformasikan kedalam *software Rapidminer*. Tabel kategorikal atribut terlihat pada table 3.2.
3. Data *size reduction and discrization*, untuk memperoleh data set dengan jumlah atribut dan record yang lebih sedikit tetapi bersifat informative.

Dataset yang tidak ada nilainya atau kosong dapat dihilangkan, namun datanya tidak ada yang kosong hanya atribut atau variabel yang mengalami perubahan. Sehingga jumlah data yang digunakan sebanyak 400 record dan terdiri dari 12 atribut. Dari data semula menggunakan 30 atribut, kemudian yang digunakan hanya 12 atribut yaitu nomor, nama nasabah, tanggal realisasi, jumlah pinjaman, level pinjaman, tanggal jatuh tempo, tanggal angsuran, jangka waktu, jenis pinjaman, tunggakan pokok, jumlah bunga, serta ditambahkan dengan atribut tujuan yaitu status pinjaman. Sampel data training yang digunakan seperti terlihat pada tabel 3.1 dan tabel pengkategorian atribut terlihat pada tabel 3.2

Tabel 1. Sampel Data Training

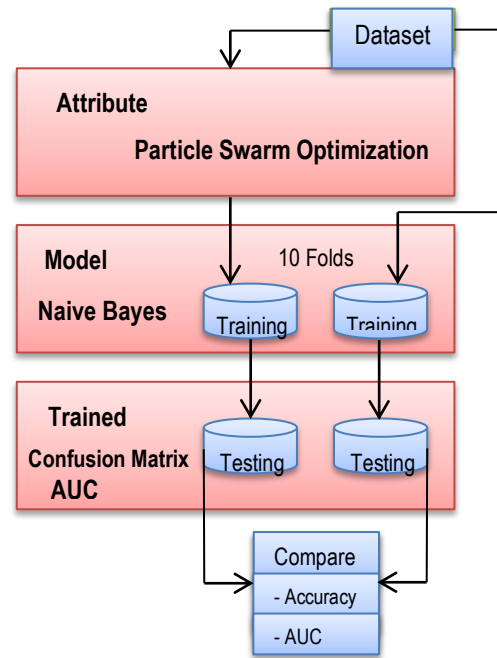
NO	NAMA NASABAH	TGL	JUMLAH	LEVEL	TGL	TGL	JENIS	TUNGGAKAN	JUMLAH	STATUS	
		REALISASI	PINJAMAN	PINJAMAN	JATUH TEMPO	ANGSURAN	JKW	PINJAMAN	POKOK		BUNGA
1	HAHJAD SUHRUM	19/10/2011	4000000	BESAR	19/10/2011	19/10/2014	36	152	26688000	31680000	LANCAR
2	SITI HAFSAH	30/12/2011	11000000	SEDANG	30/12/2011	30/12/2015	48	152	7000000	79320000	LANCAR
3	JAIAD OVAL	19/05/2012	20000000	SEDANG	19/05/2012	19/05/2013	12	152	16220000	57600000	LANCAR
4	NIKI SERIKASA	07/08/2012	20000000	KECIL	07/08/2012	07/08/2014	12	152	9650000	70000000	LANCAR
5	MISLABI	23/01/2013	40000000	BESAR	23/01/2013	23/01/2015	24	152	12303000	20160000	LANCAR
6	MALMULLON	24/07/2013	5000000	KECIL	20/04/2013	20/04/2016	36	152	6867000	37800000	LANCAR
7	SAPARUDIN	19/10/2013	8000000	KECIL	24/07/2013	24/07/2015	24	152	1750000	42240000	LANCAR
8	HISIMADI	15/11/2013	7100000	KECIL	31/08/2013	31/08/2016	36	152	8400000	51120000	LANCAR
9	SAUFIAH	28/11/2013	3000000	KECIL	19/10/2013	19/10/2015	24	152	7853000	15120000	LANCAR
10	MUJIBAL	11/12/2013	22000000	BESAR	15/11/2013	15/11/2017	48	152	5198000	10560000	LANCAR
11	MAHARDI	20/12/2013	10800000	KECIL	28/11/2013	28/11/2017	48	152	11400000	75840000	LANCAR
12	MARNI	30/12/2013	6000000	KECIL	11/12/2013	11/12/2016	36	152	3666016	32400000	LANCAR
13	ASTAMUJI	31/12/2013	12000000	SEDANG	20/12/2013	20/12/2015	12	152	2606000	43120000	LANCAR
14	SINAREP	28/02/2014	13000000	SEDANG	30/12/2011	30/12/2017	60	152	7700000	14700000	LANCAR
15	Jugeri	28/02/2014	3000000	KECIL	31/12/2013	31/12/2016	36	152	5000000	16200000	LANCAR
16	SULAEWAN	28/02/2014	5700000	KECIL	28/02/2014	28/02/2017	24	152	7500000	30360000	LANCAR

Tabel 2. Atribut yang digunakan

No	Atribut	Nilai
1	Nomor	Nomor urut
2	Nama Nasabah	Nama nasabah
3	Tanggal Realisasi	Tanggal realisasi
4	Jumlah Pinjaman	Jumlah pinjaman
5	Level Pinjaman	Kategori pinjaman
6	Tanggal Jatuh Tempo	Tanggal jatuh tempo angsuran
7	Tanggal Angsuran	Tanggal mulai angsuran
8	Jangka Waktu	Jangka waktu angsuran
9	Jenis Pinjaman	Jenis Pinjaman
10	Tunggakan Pokok	Angsuran pokok
11	Jumlah Bunga	Besar bunga perbulan
12	Status Pinjaman	Kategori kredit nasabah

3.4 Model Yang Diusulkan

Model yang diusulkan dalam penelitian ini adalah menggunakan algoritma *Naive Bayes* berbasis *Particle swarm optimization*. Model ini melakukan pengolahan dataset dan mengukur tingkat akurasi dalam menganalisis kredit pada PT. BPR Syariah Paokmotong.



Gambar 3. Model Yang Diusulkan

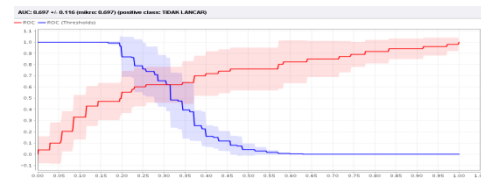
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Model Naive Bayes

Hasil dari pengujian model yang sudah dilakukan adalah untuk mengukur tingkat akurasi dan AUC (*Area Under Curve*) sebagai berikut :

accuracy: 71.00% +/- 5.83% (mix): 71.00%			
	true LANCAR	true TIDAK LANCAR	class precision
pred. LANCAR	254	19	93.33%
pred. TIDAK LANCAR	99	30	23.44%
class recall	72.16%	62.50%	

Gambar 4. Nilai Akurasi Algoritma Naive Bayes



Gambar 5. Nilai AUC dalam grafik ROC algoritma Naive Bayes

Tabel 3. Hasil Pengujian Algoritma Naive Bayes

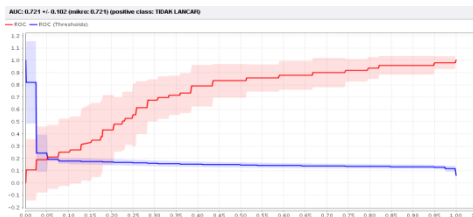
Naive Bayes	Accuracy	AUC
Uji Coba 1	69.99%	0.693
Uji Coba 2	69.75%	0.723
Uji Coba 3	71.00%	0.697

4.2. Hasil Pengujian Model Naive Bayes Berbasis PSO

Hasil dari pengujian model yang sudah dilakukan adalah untuk mengukur tingkat akurasi dan AUC (Area Under Curve) sebagai berikut :

accuracy: 88.51% +/- 1.59% (misroc: 88.50%)			
	true LANCAR	true TIDAK LANCAR	class precision
pred. LANCAR	351	45	88.64%
pred. TIDAK LANCAR	1	3	75.00%
class recall	99.72%	6.25%	

Gambar 6. Nilai Akurasi Algoritma Naive Bayes berbasis PSO



Gambar 7. Nilai AUC dalam grafik ROC algoritma Naive Bayes berbasis PSO

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Algoritma Naive Bayes Berbasis PSO Menggunakan Population Size dan Maximum Number of Generation

Naive Bayes Berbasis PSO	Accuracy	AUC	Parameter PSO
Uji Coba 1	85.00%	0.597	Posize=5, Generate=30
Uji Coba 2	87.75%	0.774	Posize=10, Generate=35
Uji Coba 3	87.26%	0.802	Posize=15, Generate=35
Uji Coba 4	87.75%	0.816	Posize=15, Generate=40
Uji Coba 5	87.75%	0.531	Posize=20, Generate=40
Uji Coba 6	87.76%	0.811	Posize=20, Generate=45
Uji Coba 7	87.25%	0.773	Posize=25, Generate=45
Uji Coba 8	88.00%	0.500	Posize=30, Generate=50
Uji Coba 9	88.51%	0.721	Posize=35, Generate=50

Melihat dari hasil pengujian *confusion matrix* dan *AUC* ternyata dapat memberikan nilai akurasi yang terbaik. Berdasarkan pengujian tersebut nilai akurasi yang terbaik adalah algoritma *Naive Bayes* berbasis *PSO*. Setelah melakukan evaluasi dan validasi berdasarkan kedua model di atas, kemudian dilakukan perbandingan hasil yang berupa nilai akurasi dan performa *AUC*. Maka diperoleh data perbandingan sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan algoritma Naive Bayes dan Naive Bayes berbasis PSO

	Accuracy	AUC
Naive Bayes	71.00%	0.697
Naive Bayes berbasis PSO	88.51%	0.721
Selisih	17.51%	0.024

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis model algoritma *Naive Bayes* berbasis *particle swarm optimization* menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi yaitu 88.51% dibandingkan dengan model algoritma *Naive Bayes* sebesar 71.00%. Dari hasil tersebut didapatkan selisih antara kedua model yaitu 17.51%. Kemudian untuk evaluasi menggunakan *ROC curve* untuk kedua model yaitu, untuk model algoritma *Naive Bayes* nilai *AUC* adalah 0.697 dengan tingkat diagnosa *Poor Classification*, dan untuk model algoritma *Naive Bayes* berbasis *particle swarm optimization* nilai *AUC* adalah 0.721 dengan tingkat diagnosa *Fair Classification*. Dari evaluasi *ROC curve* tersebut terlihat bahwa model *Naive Bayes* berbasis

particle swarm optimization lebih tinggi jika dibandingkan dengan algoritma *Naive Bayes*. Dari hasil nilai AUC tersebut didapatkan selisih antara kedua model yaitu 0.024. Sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma *Naive Bayes* berbasis *particle swarm optimization* lebih akurat dalam menganalisis kredit pada PT. BPR Syariah Paokmotong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Larose, Daniel T, 2005, *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*, John Willey & Sons. Inc
- [2] Daniel T. Larose. *Data Mining Methods and Models*. Hoboken, New Jersey :John Wiley & Sons, Inc.2007.
- [3] J. Han and M. Kamber, "Data Mining: Concepts and Techniques," *Ann. Phys. (N. Y.)*, vol. 54, p. 770, 2006.
- [4] Abraham, A., Grosan, C., & Ramos, V. (2006). *Swarm Intelligence in Data Mining*. New York: Springer., p. 2006, 2006.
- [5] Han, J., & Kamber, M. (2007). *Data Mining Concepts and Technique*. Morgan Kaufmann publisher
- [6] Yu, L., Chen, G., Koronios, a., Zhu, S., & Guo, X. (2007). Application and Comparison of Classification Techniques in Controlling Credit Risk. *World Scientific* , 111.
- [7] Berndtsson, M., Hansson, J., Olsson, B., & Lundell, B. (2008). *A Guide for Students in Computer Science and Information Systems*. London: Springer., p. 2008, 2008
- [8] Dawson, C. W. (2009). *Project in Computing and Information System A Student's Guide*. England: Addison-Wesley
- [9] Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence : Data Mining and Optimization for Decision Making*. John Wiley & Sons, Ltd
- [10] Shukla, A., Tiwari, R., & Kala, R. (2010). *Real Life Application of Soft Computing*. CRC Press., p. 2010, 2010.
- [11] Kasmir. 2012. *Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [12] Sudarsono, Heri. 2012. *Bank dan Lembaga Keuangan Syariah*. Edisi Keempat. Yogyakarta : Ekonisia.
- [13] Saduldyn Pato (2013). *Analisis Pemberian Kredit Mikro Pada Bank Syariah Mandiri Cabang Manado*. Jurnal EMBA Vol. 1 No.4, 875-885.
- [14] Siti Maspilah, (2015). *Algoritma Klasifikasi C4.5 berbasis Particle Swarm Optimization untuk Evaluasi Penentuan kelayakan Prmberian Kredit Koperasi Syariah*.
- [15] Muhammad Saiful, (2016). *Klasifikasi Kinerja Dosen STT Hamzanwadi Menggunakan Naive Bayes Berbasis PSO*. Jurnal Informatika Hamzanwadi Vol. 1 No.1.
- [16] Ade Mubarok, (2019). *Sistem Pendukung Keputusan kelayakan Prmberian Kredit Dengan Metode TOPSIS*. Jurnal Informatika Vol. 6 No.1, 37-46.