

## PEMILIHAN MODEL PENENTUAN KELAYAKAN PINJAMAN ANGGOTA KOPERASI BERDASARKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE, GENETIC ALGORITHMS, DAN NEURAL NETWORK

SYAMSIAH

[ncham.unindra08@gmail.com](mailto:ncham.unindra08@gmail.com),

Teknologi Sistem Informasi, Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur  
Jl. Ciledug Raya, Pertukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260, Indonesia

**Abstrak.** Saat ini kredit/pinjaman merupakan salah satu sumber keuntungan bisnis yang dengan resiko tinggi. Banyak metode klasifikasi telah diusulkan dalam literatur untuk mengatasi masalah ini. Tapi kebanyakan tidak diterima oleh para ahli karena berbagai alasan. Kebutuhan untuk mengetahui dan membedakan antara anggota baik dan yang buruk perlu dibangun sehingga pihak yang berkepentingan dapat mengambil salah satu tindakan pencegahan terjadinya masalah kredit macet. Dalam penelitian ini dilakukan Support vector machine, Genetic Algorithms, dan Neural Network terhadap data Anggota yang mendapat pembiayaan kredit/pinjaman koperasi baik yang bermasalah dalam pembayaran angsurannya maupun tidak. Dari hasil pengujian dengan mengukur kinerja ketiga algoritma tersebut menggunakan metode pengujian Cross Validation, Confusion Matrix dan Kurva ROC, diketahui bahwa algoritma GA memiliki nilai accuracy paling tinggi, yaitu 85.25%, diikuti oleh metode SVM dengan accuracy sebesar 83.50% dan yang terendah adalah metode NN dengan nilai accuracy 74.75%. Nilai AUC untuk metode GA juga menunjukkan nilai tertinggi, yaitu 0.776 disusul metode SVM dengan nilai AUC sebesar 0.760, dan yang terendah adalah nilai AUC NN, yaitu 0.714. Melihat nilai AUC dari ketiga metode tersebut maka ketiganya termasuk kelompok klasifikasi cukup karena nilai AUC-nya antara 0.70-0.80.

**Kata kunci:** Support vector machine, Genetic Algorithms, Neural Network, Receiver Operating Characteristic, Confusion Matrix

**Abstract.** Currently the credit / loan is one source of business advantage with a high risk. Many classification methods have been proposed in the literature to overcome this problem. But most aren't accepted by experts for various reasons. The need to identify and distinguish between good and bad members need to be constructed so that interested parties can take one precaution the bad credit problems. In this research, Support vector machines, Genetic Algorithms, and Neural Network Member Data that gets the credit financing / lending cooperatives in the troubled either installment payments or not. From the test results to measure the performance of the three algorithms using Cross Validation testing methods, Confusion Matrix and the ROC curve, it is known that the GA algorithm has the highest accuracy value, ie 85.25%, followed by the SVM method with the accuracy of 83.50% and the lowest is the NN method with 74.75% accuracy rate. AUC values for the GA method also showed the highest value, ie 0.776 SVM method followed by the AUC value of 0.760, and the lowest is NN AUC values, namely 0.714. Seen from the AUC values of these three methods, the classification of three groups include enough because AUC values between 0.70 to 0.80.

**Keywords:** Support vector machine, Genetic Algorithms, Neural Network, Receiver Operating Characteristic, Confusion Matrix

## **PENDAHULUAN**

Sejalan dengan pertumbuhan bisnis, masalah perkreditan tetap menarik untuk dikaji dan diungkap karena pada dasarnya dunia bisnis selalu bergerak, Sementara itu, kebutuhan dana atau pinjaman meningkat dengan pesatnya, namun ketersediaan sumber dana yang terbatas dapat terjadi menjadi penghambat dalam memajukan apapun usahanya.

Adanya penyedia modal mendukung jalannya kegiatan perekonomian. Dalam Peraturan Menteri Negara Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia no. 2/Per/M.KUKM/XI/2008 mendefinisikan bahwa koperasi adalah badan usaha yang beranggotakan orang-seorang atau badan hukum koperasi dengan melandaskan kegiatannya berdasarkan prinsip koperasi sekaligus sebagai gerakan ekonomi rakyat yang berdasar atas asas kekeluargaan sebagaimana yang dimaksud dalam peraturan perundang-undangan perkoperasian. Sehingga tujuan dari koperasi itu sendiri ialah untuk meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan anggota-anggotanya dan memenuhi kebutuhan para anggotanya.

Dengan kata lain kredit merupakan salah satu sumber keuntungan bisnis yang dengan resiko tinggi. Untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keuntungan, penting bagi bank untuk membangun sebuah sistem penilaian pelanggan yang dapat diandalkan untuk meminimalkan risiko kredit [Jiang, Yi et al.,2007]. Kebutuhan sistem untuk mengetahui dan membedakan antara anggota baik dan yang buruk perlu dibangun sehingga pihak yang berkepentingan dapat mengambil salah satu tindakan pencegahan terjadinya masalah kredit macet.

Evaluasi resiko kredit adalah masalah yang sangat menantang dan penting dalam domain analisis keuangan. Banyak metode klasifikasi telah diusulkan dalam literatur untuk mengatasi masalah ini. Tapi kebanyakan dari mereka tidak diterima oleh para ahli karena berbagai alasan (Satchidananda & Simha, 2006).

Data mining dan Knowledge discovery adalah bagian dari metode komputasi yang bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang terkait dengan fungsi dari sebuah sistem untuk tujuan memperoleh pemahaman yang lebih baik (Triantaphyllou, 2010).

Koperasi tempat melakukan penelitian ini merupakan usaha berbadan hukum koperasi yang mempunyai Unit Usaha dibidang Jasa Keuangan. Karena perkembangan Koperasi yang semakin pesat, terbukti dibukanya banyak kantor cabang di beberapa kota. Hingga sekarang Koperasi ini sudah memiliki Unit Usaha sejumlah 4 Kantor yang tersebar di 2 Jakarta dan 2 luar Jakarta.

Karena banyaknya anggota maka banyak juga permasalahan yang di hadapi di lembaga keuangan ini. Kredit macet merupakan salah satu masalah yang kompleks. Pada tahun-tahun terakhir kredit macet di bidang pembiayaan koperasi mengalami peningkatan, pada tahun 2012 ada 31 nasabah, tahun 2013 ada 36 nasabah dan tahun 2014 ada 37 nasabah. Kurang tepatnya penilaian awal sebelum menjadi anggota kredit koperasi merupakan penyebab dari kredit macet. Sehingga ditemukan sebuah knowledge baru yang mampu membantu koperasi dalam mengambil penilaian yang tepat bagi calon anggota baru.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Koperasi**

Pengertian koperasi secara sederhana berawal dari kata "co" yang berarti bersama dan "operation" (Koperasi operasi) artinya bekerja. Jadi pengertian koperasi adalah kerja sama. Sedangkan pengertian umum koperasi adalah: suatu kumpulan orang-orang yang mempunyai tujuan sama, diikat dalam suatu organisasi yang berasaskan kekeluargaan dengan maksud mensejahterakan anggota.

Menurut Arifin <sup>[Arifinal Chaniago, 1984]</sup> dalam bukunya Perkoperasian Indonesia memberikan definisi, “Koperasi adalah suatu perkumpulan yang beranggotakan orang – orang atau badan hukum yang memberikan kebebasan masuk dan keluar sebagai anggota dengan bekerja sama secara kekeluargaan menjalankan usaha untuk mempertinggi kesejahteraan jasmaniah para anggotanya”. Menurut Doren <sup>[Doren, 2004]</sup> tidak ada satu definisi koperasi yang diterima secara umum. Disini Dooren memperluas pengertian koperasi, dimana koperasi tidak hanya kumpulan orang-orang melainkan juga kumpulan badan-badan hukum. Definisi koperasi menurut “Bapak Koperasi Indonesia” Moh. Hatta adalah usaha bersama untuk memperbaiki nasib penghidupan ekonomi berdasarkan tolong-menolong. Definisi Undang-undang No.25 tahun 1992 tentang koperasi adalah badan usaha yang beranggotakan orang seorang atau badan hukum koperasi, dengan melandaskan kegiatannya berdasarkan prinsip koperasi sekaligus sebagai gerakan ekonomi rakyat, yang berdasar atas azas kekeluargaan.

### **Koperasi Simpan Pinjam (KSP)**

Dalam Peraturan Menteri Negara Koperasi, dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia No. 19/Per/M.KUKM/XI/2008 pasal 1 (2) menyebutkan bahwa Koperasi Simpan Pinjam selanjutnya dalam peraturan ini disebut “KSP” adalah koperasi yang melaksanakan kegiatan usahanya hanya simpan pinjam. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa KSP merupakan suatu lembaga ekonomi yang sangat diperlukan dan penting untuk dipertahankan serta merupakan alat bagi orang-orang untuk meningkatkan taraf hidupnya juga dapat memecahkan berbagai masalah atau persoalan yang mereka hadapi masing- masing.

Menurut Firdaus <sup>[Firdaus 2002,68]</sup> dan Susanto <sup>[Susanto 2002,68]</sup>, Koperasi Simpan Pinjam adalah koperasi yang anggota-anggotanya setiap orang memiliki kepentingan langsung dibidang perkreditan. Dalam pengertian Koperasi Simpan Pinjam disimpulkan bahwa koperasi simpan pinjam kesempatan bagi siapa saja tanpa membedakan kedudukan sosial dalam menjadi anggota dalam koperasi simpan pinjam tersebut.

### **Konsep Support vector machine**

Support Vector Machine (SVM) adalah metode supervised dimana dalam tahap training kita ingin menemukan parameter dual,  $a$  dan bias  $b$ . Setelah ditemukan kedua parameter yang optimal melalui optimasi program kuadrat (quadratic programming). Jika ukurannya problem cukup besar, solver program kuadrat biasanya lambat <sup>[Budi Santoso, 2007, 103]</sup>.

SVM adalah suatu teknik yang baru (1995) untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi yang sangat populer pada saat ini. SVM berada dalam satu kelas dengan ANN dalam hal fungsi dan kondisi permasalahan yang biasa diselesaikan. Keduanya masuk dalam kelas supervised learning. Baik para ilmuwan ataupun praktisi telah banyak menerapkan teknik ini dalam menyelesaikan masalah-masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Baik dalam masalah gene exception analysis, financial, cuaca hingga pada bidang kedokteran. Terbukti dalam banyak implementasi, SVM member hasil yang lebih baik dari ANN, terutama dalam solusi yang dicapai. ANN menemukan solusi berupa local optimal sedangkan SVM menemukan solusi yang global optimal <sup>[Budi Santoso, 2007, 103]</sup>.

### **Konsep Genetic Algorithms**

Genetic algorithm adalah suatu algoritma yang biasanya digunakan untuk mencari solusi-solusi yang optimal untuk berbagai masalah yang sulit <sup>[Matic, 2010]</sup>, misalnya masalah

optimasi, traveling salesperson problem, dan learning. Algoritma ini menggunakan mekanisme seleksi alamiah dan genetika alamiah yang dikenal dalam dunia ilmu biologi, yaitu teori “Survival of the Fittest” yang dicetuskan oleh Charles Darwin. Dari kedua hal tersebut muncul istilah-istilah seperti gen, kromosom, populasi, crossover, mutasi, seleksi, dan fitness [Malhotra, 2011].

### **Konsep Neural network**

Neural network adalah [Han, 2006] satu set unit input/output yang terhubung dimana tiap relasinya memiliki bobot. Neural Network dimaksudkan untuk mensimulasikan perilaku sistem biologi susunan syaraf manusia, yang terdiri dari sejumlah besar unit pemroses yang disebut neuron, yang beroperasi secara paralel [Alpaydi, 2010]. Neuron mempunyai relasi dengan synapse yang mengelilingi neuron-neuron lainnya. Susunan syaraf tersebut dipresentasikan dalam neural network berupa graf yang terdiri dari simpul (neuron) yang dihubungkan dengan busur, yang berkorespondensi dengan synapse. Sejak tahun 1950-an, neural network telah digunakan untuk tujuan prediksi, bukan hanya klasifikasi tapi juga untuk regresi dengan atribut target kontinu [Vecellis, 2009].

### **METODE**

Menurut Zikmund dan Hermawan [Zikmund & Hermawan, 2005] menyatakan bahwa Eksperimen merupakan suatu penelitian dimana kondisi-kondisi tertentu dikendalikan, sehingga satu atau beberapa variable dapat di control untuk menguji hipotesis.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mencari Algoritma yang paling akurat dengan membandingkan beberapa metode. Data yang digunakan dalam penelitian dari data kuisisioner dimana setiap anggota koperasi yang ingin diperoleh pinjaman harus mengisi kuisisioner. Dari sistem tersebut diambil beberapa variabel atau atribut yang akan di analisa menggunakan komparasi data mining dan akan di tarik kesimpulan dari hasil analisa.

Penelitian ini menggunakan data eksperimen, yaitu data anggota dan data kuisisioner yang berkaitan yaitu data pinjaman. Kemudian ditentukan atribut yang akan digunakan dalam data mining.

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan melihat, mengamati dan memahami proses bisnis Koperasi pada sistem pembiayaan yang dilakukan, secara langsung maupun melalui pemahaman terhadap data yang diperoleh dari sistem pembiayaan, untuk menentukan objek penelitian data mining, mengetahui hubungan antara data yang satu dengan data lainnya dan untuk mengetahui atribut yang digunakan. Objek penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik data mining untuk mendapatkan prediksi algoritma yang tepat terhadap calon anggota koperasi yang akan menerima pinjaman.

### **Langkah Langkah Penelitian**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pemilihan kelayakan pinjaman anggota koperasi berdasarkan algoritma support vector machines, genetic algorithm, dan neural network adalah sebagai berikut:

1. Studi awal, tahapan ini berawal dari Identifikasi masalah yang berkaitan dengan pencarian materi, mempelajari sistem yang ada, merumuskan permasalahan, kemudian dilakukan analisa kebutuhan untuk memecahkan masalah tersebut selanjutnya menyusun hipotesis.
2. Pengumpulan data  
Pada tahap ini, pengumpulan data yang dibutuhkan dilakukan dengan cara studi literatur, observasi, dan kuisisioner. Data yang diperoleh kemudian dianalisa untuk

menentukan atribut dan record mana yang diperlukan dan tidak diperlukan untuk tahap selanjutnya.

3. Eksperimen

Dalam eksperimen ini dilakukan penentuan metode-metode yang akan dikomparasi, kemudian data training diaplikasikan ke dalam metode tersebut, setelah itu dilakukan pengujian menggunakan Tahap ini mulai menentukan model yang digunakan, memasukkan data training ke dalam model dan menguji menggunakan Rapid Miner.

4. Implementasi

Menerapkan model yang dihasilkan ke dalam sistem untuk menganalisa konsumen yang termasuk Layak atau Tidak Layak sehingga dapat dipakai oleh pengguna.

5. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui model mana yang paling akurat dalam menentukan kelayakan konsumen.

6. Penulisan

Penelitian dituangkan dalam bentuk laporan (tesis). Agar efisien, pembuatan laporan dilakukan sejalan dengan tahap lain yang dilakukan dalam penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### Algoritma SVM (Support Vector Machine)

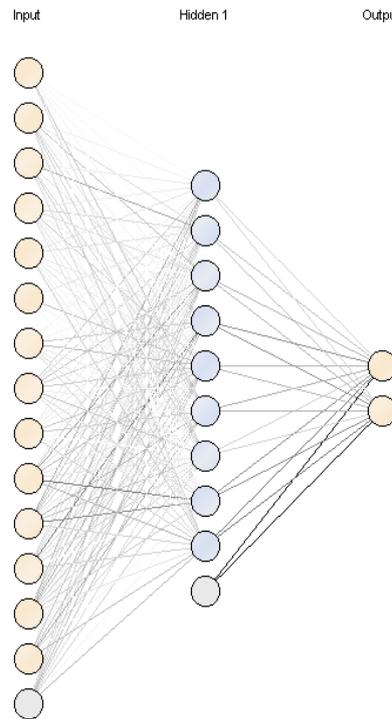
Data training pada tabel III.2 adalah untuk menentukan apakah seorang anggota koperasi layak atau tidak layak dalam pemberian pinjaman. Berikut akan dibahas prediksi apakah anggota koperasi bermasalah atau tidak, menggunakan metode klasifikasi support vector machine sehingga didapat Kernal Model dari rapid miner dengan bobot dari masing masing atribut dengan:  $w[\text{Jenis Kelamin}] = 0.005$ ,  $w[\text{Status perkawinan}] = 0.009$ ,  $w[\text{Jumlah tanggungan}] = -0.069$ ,  $w[\text{Pendidikan terakhir}] = 0.013$ ,  $w[\text{Usia}] = 0.004$ ,  $w[\text{Status tempat tinggal}] = 0.001$ ,  $w[\text{Masa anggota}] = 0.029$ ,  $w[\text{Jenis pekerjaan}] = -0.021$ ,  $w[\text{Masa kerja}] = 0.025$ ,  $w[\text{Besarnya pinjaman}] = 0.113$ ,  $w[\text{Type pinjaman}] = 0.030$ ,  $w[\text{Jangka pinjaman}] = 0.010$ ,  $w[\text{gaji pokok}] = -0.016$ ,  $w[\text{Beban lain}] = 0.053$  dan Bias (offset): -1.212.

#### Algoritma GA (Genetic Algorithm)

Dengan menggunakan optimasi genetic algorithm(GA), attribute akan diberikan bobot sehingga model yang terbentuk dapat lebih baik. Bobot attribute yang diberikan oleh algoritma optimasi genetic algorithm(GA) adalah Beban lain = 0.0, Besar pinjaman = 1.0, Jangka pinjaman = 0.0, Jenis Kelamin = 0.0, Jenis pekerjaan = 0.0, Jumlah tanggungan = 1.0, Masa anggota = 0.0, Masa kerja = 0.0, Pendidikan terakhir = 0.0, Status perkawinan = 1.0, Status tempat tinggal = 0.0, Type pinjaman = 0.0, Usia = 0.0, gaji pokok = 0.0.

#### Algoritma NN (Neural Network)

Neural net yang dihasilkan dari pengolahan data training dengan metode neural network adalah multilayer perceptron yang dihasilkan dari data training pada Tabel Terdiri dari tiga layer, yaitu Input layer terdiri dari lima belas simpul, sama dengan jumlah atribut prediktor ditambah satu simpul bias. Pada pembahasan ini digunakan satu hidden layer yang terdiri dari sembilan simpul ditambah satu simpul bias. Di bagian output layer terdapat dua simpul yang mewakili atribut kelas yaitu layak dan tidak layak



Gambar 1. Neural net yang dihasilkan dengan metode neural network

Untuk setiap data pada data training, dihitung input untuk simpul berdasarkan nilai input dan jaringan saat itu. Bobot awal untuk input layer, hidden layer, dan bias diinisialisasi secara acak. Simpul bias terdiri dari dua, yaitu pada input layer yang terhubung dengan simpul-simpul pada hidden layer, dan pada hidden layer yang terhubung pada output layer. Setelah semua nilai awal diinisialisasi, kemudian dihitung masukan, keluaran, dan error. Selanjutnya membangkitkan output untuk simpul menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Setelah didapat nilai dari fungsi aktivasi, hitung nilai error antara nilai yang diprediksi dengan nilai yang sesungguhnya. Setelah nilai error dihitung, selanjutnya dibalik ke layer sebelumnya (backpropagated). Nilai Error yang dihasilkan dari langkah sebelumnya digunakan untuk memperbarui bobot relasi. Hasil perhitungan akhir backpropagation fungsi aktivasi untuk simpul pada hidden layer. Kolom pertama pada Tabel merupakan atribut yang dinyatakan berupa simpul pada input layer seperti pada Gambar 1. Sedangkan Kolom satu sampai Sembilan mewakili jumlah simpul pada hidden layer.

Tabel 1 adalah nilai akhir fungsi aktivasi pada output layer. Kolom pertama pada Tabel 1 menyatakan class, yaitu atribut kelas yang dinyatakan dengan simpul pada output layer seperti pada Gambar 1 Nilai yang terdapat pada kolom berlabel angka satu sampai Sembilan adalah nilai bias terbaru yang terdapat pada relasi antara simpul pada hidden layer dan simpul pada output layer.

Tabel 1. Nilai Bobot Akhir untuk Output Layer

Class	output (sigmoid)						threshold			
	1	2	3	4	5	6				
Layak	4	5.2	6	8.9	6	6.8	3.8	9.51	12	-21
Tidak	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
layak	4	-5	6	-9	6	-7	-4	9.51	12	21

### Pengujian Model

Model yang telah dibentuk diuji tingkat akurasi dengan memasukkan data uji yang berasal dari data training. Karena data yang didapat dalam penelitian ini setelah proses preprocessing hanya 481 data maka digunakan metode cross validation untuk menguji tingkat akurasi. Untuk nilai akurasi model untuk metode SVM sebesar 83.50%, metode GA sebesar 85.25% dan metode NN sebesar 74.75%

### Confusion Matrix algoritma SVM

Tabel IV.5 adalah perhitungan akurasi data training menggunakan algoritma SVM. Diketahui dari 400 data training, dengan menggunakan metode algoritma SVM didapat klasifikasi 294 data prediksi layak sesuai memang layak, 56 data prediksi Layak ternyata memang tidak layak, didapat klasifikasi 10 data prediksi tidak layak ternyata malah layak, dan 40 data prediksi tidak layak memang sesuai dengan tidak layak.

Perhitungan nilai akurasi dari confusion matrix tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{akurasi} &= \frac{(TP + FN)}{(TP + TN + FN + FP)} \\
 &= \frac{(294 + 40)}{(294 + 56 + 40 + 10)} \\
 &= 0.835 = \mathbf{83.5\%}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{precision} &= \frac{FN}{(FN + FP)} \\
 &= \frac{40}{(40 + 10)} \\
 &= 0.80 = \mathbf{80.00\%}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{recall} &= \frac{FN}{(FN + TN)} \\
 &= \frac{40}{(40 + 56)} \\
 &= 0.4167 = \mathbf{41.67\%}
 \end{aligned}$$

### Confusion Matrix algoritma GA

Perhitungan akurasi data training menggunakan algoritma GA. Diketahui dari 400 data training, dengan menggunakan metode algoritma GA didapat klasifikasi 300 data prediksi layak sesuai memang layak, 55 prediksi Layak ternyata memang tidak layak,

didapat klasifikasi 4 data prediksi tidak layak ternyata malah layak, dan 41 data prediksi tidak layak memang sesuai dengan tidak layak.

Nilai akurasi dari confusion matrix tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{(TP + FN)}{(TP + TN + FN + FP)} \\ &= \frac{(300 + 41)}{(300 + 55 + 41 + 4)} \\ &= 0.8525 = \mathbf{85.25\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{precision} &= \frac{FN}{(FN + FP)} \\ &= \frac{41}{(41 + 4)} \\ &= 0.8627 = \mathbf{86.27\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{recall} &= \frac{FN}{(FN + TN)} \\ &= \frac{41}{(41 + 55)} \\ &= 0.4583 = \mathbf{45.83\%} \end{aligned}$$

#### Confusion Matrix algoritma NN

Perhitungan akurasi data training menggunakan algoritma NN Diketahui dari 400 data training, dengan menggunakan metode algoritma NN didapat klasifikasi 262 data prediksi layak sesuai memang layak, 59 prediksi Layak ternyata memang tidak layak, didapat klasifikasi 42 data prediksi tidak layak ternyata malah layak, dan 37 data prediksi tidak layak memang sesuai dengan tidak layak.

Nilai akurasi dari confusion matrix tersebut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{(TP + FN)}{(TP + TN + FN + FP)} \\ &= \frac{(262 + 37)}{(262 + 59 + 37 + 42)} \\ &= 0.7475 = \mathbf{74.75\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{precision} &= \frac{FN}{(FN + FP)} \\ &= \frac{37}{(37 + 42)} \\ &= 0.4684 = \mathbf{46.84\%} \end{aligned}$$

$$\text{recall} = \frac{FN}{(FN + TN)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{37}{(37 + 59)} \\
 &= 0.3854 = \mathbf{38.54\%}
 \end{aligned}$$

### Confusion Matrix Komparasi

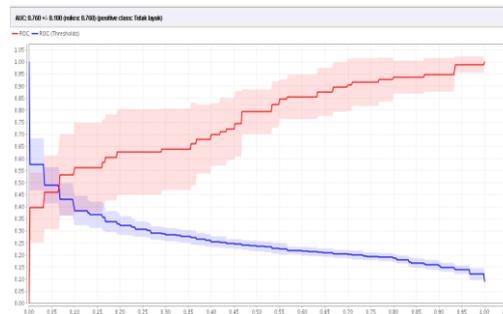
Dari tiga table confusion matrix, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai accuracy, precision, dan recall. Perbandingan nilai accuracy, precision, dan recall yang telah dihitung untuk metode SVM, GA, dan neural network dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komparasi Nilai Accuracy, Precision, dan Recall

	SVM	GA	Neural network
Accuracy	83.50%	85.25%	74.75%
Precision	80.00%	86.27%	44.11%
Recall	41.67%	45.83%	38.22%

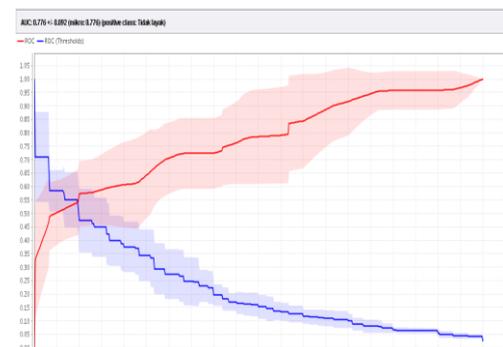
### Kurva ROC

Hasil perhitungan divisualisasikan dengan kurva ROC. Perbandingan ketiga metode komparasi bisa dilihat pada Gambar 3 yang merupakan kurva ROC untuk algoritma SVM.



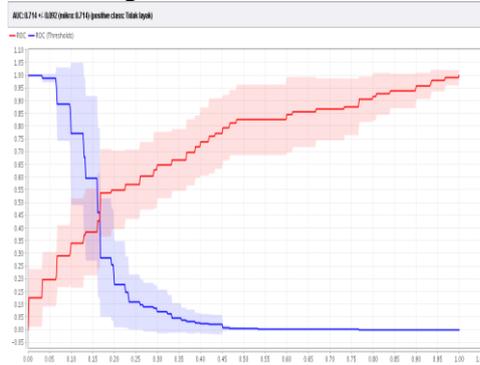
Gambar 3. Kurva ROC dengan algoritma SVM

Kurva ROC pada gambar 4. mengekspresikan confusion matrix dari Tabel IV.6 Garis horizontal adalah false positives dan garis vertikal true positives.



Gambar 4. Kurva ROC dengan Metode Genetic algorithms (GA)

Seperti terlihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5, area di bawah kurva pada Gambar 5 paling luas diantara ketiga metode



Gambar 5. Kurva ROC dengan Metode Neural Network

Pebandingan hasil perhitungan nilai AUC untuk metode SVM, GA dan neural network dapat dilihat pada Tabel IV.9

Tabel 2. Komparasi Nilai AUC

	SVM	GA	Neural network
AUC	0.760	0.776	0.714

### Analisis Hasil Komparasi

Model yang dihasilkan dengan metode SVM, GA, dan neural network diuji menggunakan metode Cross Validation, terlihat perbandingan nilai accuracy, precision, sensitivity, dan recall pada Tabel IV.8, untuk metode GA memiliki nilai accuracy, precision, dan recall yang paling tinggi, diikuti dengan metode SVM, dan yang terendah adalah neural network.

Tabel 3 Komparasi Nilai Accuracy dan AUC

	SVM	GA	Neural network
Accuracy	83.50%	85.25%	74.75%
AUC	0.760	0.776	0.714

Tabel 3. membandingkan accuracy dan AUC dari tiap metode. Terlihat bahwa nilai accuracy GA paling tinggi begitu pula dengan nilai AUC-nya. Untuk metode neural network dan SVM juga menunjukkan nilai yang sesuai. Untuk klasifikasi data mining, nilai AUC dapat dibagi menjadi beberapa kelompok [Gorunescu, 2011].

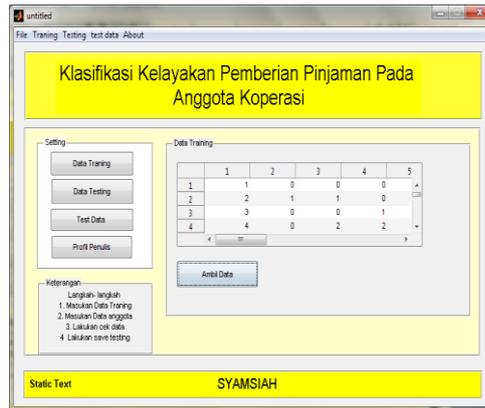
- 0.90-1.00 = klasifikasi sangat baik
- 0.80-0.90 = klasifikasi baik
- 0.70-0.80 = klasifikasi cukup
- 0.60-0.70 = klasifikasi buruk
- 0.50-0.60 = klasifikasi salah

Berdasarkan pengelompokan di atas dan Tabel IV.10 maka dapat disimpulkan bahwa metode SVM, GA, dan neural network termasuk klasifikasi cukup karena memiliki nilai AUC antara 0.70-0.80.

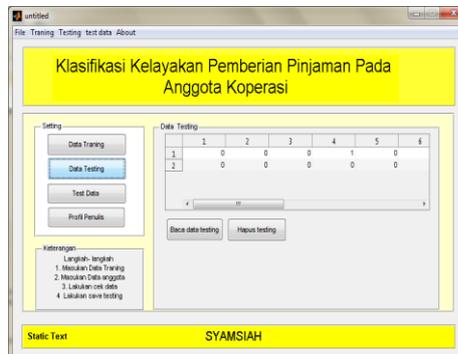
### Hasil Algoritma terpilih

Berdasarkan hasil perbandingan akurasi pada tabel IV.10 algoritma terpilih sebagai algoritma terbaik dalam klasifikasi penentuan kelayakan pinjaman anggota koperasi yaitu algoritma GA yang memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan persentase 85.25% dilakukan penerapan pada data baru.

Hasil klasifikasi dari algoritma GA diterapkan kedalam pembuatan aplikasi untuk klasifikasi promosi jabatan dengan menggunakan MATLAB seperti pada gambar IV.8



Gambar 6. Aplikasi untuk Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi form data training



Gambar 7. Aplikasi untuk Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi form Data Testing



Gambar 8. Aplikasi untuk Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi from Test Data



Gambar 9. Aplikasi untuk Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi form Profil Penulis

Pada aplikasi untuk klasifikasi Kelayakan pinjaman anggota koperasi pada gambar 5 dihasilkan klasifikasi layak dan tidak layak Input data Anggota koperasi pada program tersebut sesuai dengan atribut yang dibutuhkan, kemudian klik tombol Cek data, maka secara otomatis tampil hasil klasifikasi kelayakan pinjaman layak atau tidak layak.

#### Analisis Aplikasi (SQA)

Untuk mengetahui kualitas dari Aplikasi Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi maka digunakan Software Quality Assurance (SQA). Komponen dari SQA yang digunakan pada pengujian ini dapat di liat pada tabel 4:

Tabel 4. Metric of Software Quality Assurance (SQA)

No	Metrik	Deskripsi	Bobot
1	Accuracy	Ketepatan perhitungan	0.25
2	Completeness	Kelengkapan kebutuhan	0.15
3	Operability	Kemudahan untuk dioperasikan	0.25
4	Simplicity	Kemudahan untuk difahami	0.1
5	Training	Kemudahan pembelajaran	0.25

Ada 5 komponen dalam software quality assurance (SQA) yang digunakan. Dari 5 komponen tersebut akan dibuat 5 pertanyaan untuk angket yang akan disebarakan kepada 5 orang pengamat yang merupakan user yang diambil secara acak.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Software Quality Assurance (SQA)

User	Skor Metrik					Skor
	1	2	3	4	5	
1	100	80	80	100	100	87
2	100	80	80	60	100	83
3	100	80	100	80	80	85
4	80	60	80	100	80	75
5	100	60	80	100	100	84
<b>Rata-Rata</b>						<b>82.8</b>

Skor rata-rata yang dihasilkan adalah 82.28 merupakan hasil skor yang baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas perangkat lunak “Aplikasi Klasifikasi penentuan kelayakan pemberian pinjaman Anggota Koperasi” ini cukup baik.

## **PENUTUP**

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan model menggunakan algoritma SVM, GA dan neural network menggunakan data anggota koperasi yang mendapat kelayakan peminjaman. Model yang dihasilkan, dikomparasi untuk mengetahui algoritma yang paling baik dalam penentuan kelayakan pinjaman anggota koperasi. Untuk mengukur kinerja ketiga algoritma tersebut digunakan metode pengujian Cross Validation, Confusion Matrix dan Kurva ROC, diketahui bahwa algoritma GA memiliki nilai accuracy dan AUC paling tinggi, diikuti oleh metode SVM, dan yang paling rendah metode neural network.

Dengan demikian, metode GA merupakan metode yang cukup baik dalam pengklasifikasian data, dengan demikian algoritma GA dapat memberikan pemecahan untuk permasalahan penentuan kelayakan anggota koperasi yang mendapatkan kelayakan pinjaman anggota koperasi pada lembaga koperasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Chaniago, Arifinal. 1984. **Perkoperasian Indonesia**. Bandung: Angkasa.
- Budi Santosa. 2007. **Aplikasi Metode Cross Entropy Untuk Support Vector Machines Data**. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Muhamad Firdaus & Agus Edhi Susanto. 2002. **Perkoperasian Sejarah, Teori dan Peraktek**. Jakarta: Angkasa.
- Gorunescu. 2011. **Data Mining: Concepts, Models, and Techniques**. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Han, Jiawei and Kamber, M. 2007. **Data Mining: Concepts and Techniques**. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Malhotra, R., Singh, N., & Singh, Y. 2011. **Genetic Algorithm: Concepts, Design for Optimization of Process Controllers**. Canadian Center of Science and Education, 2011.
- Matic, Dragan. 2010. **A Genetic Algorithm for Composing Music**. Yugoslav Journal of Operations Research.
- Moedjiono. 2012. **Pedoman Penelitian, Penyusunan dan Penilaian Tesis (V.5)**. Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- Santosa & Widyarini. 2009. **Aplikasi Metode Cross Entropy Untuk Support Vector Machine**.
- Satchidananda, S S & Jay B.Simha. **Comparing Decision Trees With Logistic Regression For Credit Risk Analysis (SAS APAUGC)**
- Triantaphyllou, Evangelos. 2010. **Data Mining and Knowledge Discovery Via Logic-Based Methods**. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
- Yi Jiang Yan & Chen & Zhimin, Zeng & Xiangjian He, Penelitiannya menyatakan bahwa C4.5 adalah algoritma pembelajaran yang mengadopsi strategi pencarian lokal, dan tidak dapat memperoleh aturan keputusan terbaik, 2008
- Yi, Jiang et al. 2007. **A Bank Customer Credit Evaluation Based on the Decision Tree and the Simulated Annealing Algorithm**. Journal of Department of Computer Science Xiamen University (IEEE International Co 8-11 July 2008)