

**PENENTUAN NILAI KREDIT DENGAN ALGORITMA KLASIFIKASI
SUPPORT VECTOR MACHINE BERBASIS PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION**

Ela Nurelasari

Program Studi Manajemen Informatika

AMIK BSI Jakarta

Jl. RS. Fatmawati No. 24, Pondok Labu, Jakarta Selatan,
elanurelasari.87@gmail.com

ABSTRACT

Bad credit is one of the credit risk faced by the financial industry and banking. Credit jams can be avoided by means of an accurate credit analysis of borrowers. The accuracy of credit ratings is crucial to the profitability of financial institutions. Improved accuracy of credit ratings can be done by selecting the attributes, because the selection of attributes reduce the dimensionality of the data so that the operation of the data mining algorithms can be run more effectively and more quickly. The purpose of this study is to apply the Particle swarm optimization (PSO) to do the selection of attributes on a Support Vector Machine to improve the accuracy of the accuracy of credit analysis at anugerah. Banyak employee cooperative research has been conducted to determine credit ratings. One of the methods most widely used method of support vector machine. In this study will be used method of support vector machine and will have the attributes using the Particle Swarm Optimization for determining credit ratings. After testing, the results obtained are support vector machine produces accuracy rate 74.74%, 82.03% and AUC values precision value of 0.643. Then the selection of attributes to use, particle swarm optimization in which the attributes which originally numbered 11 predictor variables were selected seven attributes used. The results showed a higher level of accuracy that is equal to 81.36%, 83.08% and AUC values precision value of 0.689. There by achieving an accuracy improvement of 6.62%, and increase the AUC of 0.147. By looking at the values of accuracy and AUC, support vector machine algorithm particle swarm optimization into classification category enough.

Keywords : *Credit analysis, Confusion Matrix, Particle Swarm Optimization, ROC curve, Support Vector Machine.*

I. PENDAHULUAN

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). Koperasi adalah badan usaha yang beranggotakan orang-orang atau badan hukum dengan melandaskan kegiatannya berdasarkan prinsip koperasi sekaligus sebagai penggerak ekonomi rakyat yang berdasarkan asas kekeluargaan (KepMen No 91 , 2004).

Kredit macet adalah salah satu risiko kredit yang dihadapi oleh industri keuangan

dan perbankan. Kredit yang macet dapat dihindari dengan cara analisis kredit yang akurat dari calon debitur. Keakuratan penilaian kredit sangat penting untuk profitabilitas lembaga keuangan. Peningkatan akurasi penilaian kredit dapat dilakukan dengan melakukan pemilihan atribut, karena pemilihan atribut mengurangi dimensi dari data sehingga pengoperasian algoritma data mining dapat berjalan lebih efektif dan lebih cepat. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan *Particle swarm optimization* (PSO) dengan melakukan seleksi atribut pada *Support Vector Machine* untuk meningkatkan akurasi keakuratan analisa kredit pada koperasi karyawan anugerah. Banyak

penelitian telah dilakukan untuk menentukan peringkat kredit.

Penelitian terdahulu mengenai topik Penilaian kredit telah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Tony Bellotti dan Jonathan Crook yang berjudul *Support vector machines for credit scoring and discovery of significant features*, menggunakan model *Support Vector Machine* (SVM), *Logistic Regression* (LR), *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dan *k-Nearest Neighbours* (kNN) untuk penentuan Penilaian pemberian kredit dan menentukan fitur yang berpengaruh. Hasil menunjukkan bahwa metode *Support Vector Machine* (SVM) mengungguli ketiga metode lainnya dan dapat digunakan sebagai metode yang baik dalam seleksi fitur yang berpengaruh secara signifikan terhadap dasar keputusan Penilaian pemberian kartu kredit dan juga sangat tepat dalam pengolahan data dengan jumlah besar (Bellotti & Crook, 2007).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anna Satsiou, Michael Doumpos dan Constantin Zopounidis yang berjudul *Genetic Algorithms for the Optimization of Support Vector Machines in Credit Risk Rating*. Meneliti tentang penilaian resiko kredit pada bank komersial. Dilakukan pengurangan terhadap fitur tanpa kehilangan informasi penting, setelah itu dilakukan optimasi terhadap parameter. Hasil menunjukkan bahwa optimasi dengan *Genetic Algorithm - Support Vector Machine* (GA-SVM) menghasilkan akurasi yang lebih tinggi. Selanjutnya Jianping Li, Jingli Liu, Weixuan Xu dan Yong Shi melakukan penelitian dengan judul *support vector machine Approach to Credit Assessment* meneliti tentang Penilaian kredit dengan struktur SVM dan menunjukkan bahwa SVM memiliki kemampuan luar biasa dalam penilaian dan memiliki keunggulan potensi besar dalam memprediksi akurasi.

Dari penelitian diatas dapat diketahui bahwa metode *Support Vector Machine* (SVM) banyak digunakan karena SVM memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik untuk memecahkan masalah walaupun dengan sampel yang terbatas (Ming-hui & Xu-chuang, 2007). Keberhasilan SVM tergantung pada pemilihan yang memadai terhadap fitur dan parameter. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa pemilihan fitur dan pemilihan parameter dalam SVM secara signifikan mempengaruhi akurasi klasifikasi (Mingyuan, Chong, ke & Mingtian, 2011). Seleksi fitur adalah langkah untuk memilih dan mendapatkan informasi

yang lebih berharga dari data dengan fitur yang besar. Atribut dan informasi yang berlebihan yang dimasukkan kedalam model penilaian kredit mengakibatkan banyaknya waktu dan biaya yang dikorbankan bahkan akan mengurangi tingkat akurasi dan kompleksitas yang lebih tinggi. Untuk itu diperlukan metode seleksi atribut pada data set dengan jumlah atribut yang besar untuk meningkatkan hasil akurasi (Ping, 2009).

Particle swarm optimization (PSO) merupakan teknik komputasi evolusioner yang mampu menghasilkan solusi optimal secara global dalam ruang pencarian melalui interaksi individu dalam segerombolan partikel. Setiap partikel menyampaikan informasi berupa posisi terbaiknya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi yang terbaik tersebut. *Particle swarm optimization* dapat digunakan sebagai teknik optimasi untuk mengoptimalkan subset fitur dan parameter secara bersamaan (Yun, Qiu-yan & Hua, 2011). Algoritma PSO sederhana dan memiliki kompleksitas yang lebih rendah. sehingga dapat memastikan solusi optimal dengan menyesuaikan pencarian global dan lokal, sehingga kinerja klasifikasi SVM dapat ditingkatkan (Yun, Qiu-yan & Hua, 2011). Melihat kemampuan dari metode *Particle swarm optimization* (PSO) tersebut, maka pada penelitian ini metode *Particle swarm optimization* (PSO) akan diterapkan untuk seleksi atribut dalam penentuan penilaian kredit sehingga akan diperoleh peningkatan akurasi.

II. KAJIAN LITERATUR

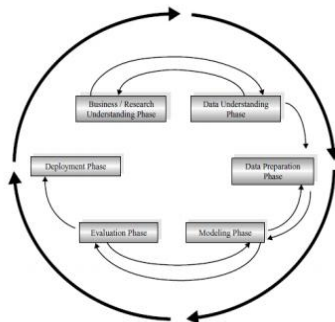
Data mining adalah proses menemukan korelasi baru yang bermakna, pola dan tren dengan memilah-milah sejumlah besar data yang tersimpan dalam repositori, menggunakan teknologi penalaran pola serta teknik-teknik statistik dan matematika (Larose, 2005).

Kemajuan dalam bidang data mining didorong oleh beberapa faktor, antara lain (Larose, 2005):

1. Pertumbuhan yang cepat dalam kumpulan data.
2. Penyimpanan data dalam data warehouse, sehingga seluruh perusahaan memiliki akses ke dalam database yang andal.
3. Adanya peningkatan akses data melalui navigasi web dan intranet.

4. Tekanan kompetisi bisnis untuk meningkatkan penguasaan pasar dalam globalisasi ekonomi.
5. Perkembangan teknologi perangkat lunak untuk data mining (ketersediaan teknologi).
6. Perkembangan yang hebat dalam kemampuan komputasi dan pengembangan kapasitas media penyimpanan.

Sebuah standar lintas industri diperlukan dalam perusahaan untuk pengalihan data yang dimiliki. *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) dikembangkan tahun 1996 oleh analis dari beberapa industri seperti *DaimlerChrysler*, *SPSS* dan *NCR*. CRISP-DM menyediakan standar proses data mining sebagai strategi pemecahan masalah secara umum dari bisnis atau unit penelitian. Dalam CRISP-DM, Sebuah proyek data mining memiliki siklus hidup yang terbagi dalam enam fase (Gambar 1).

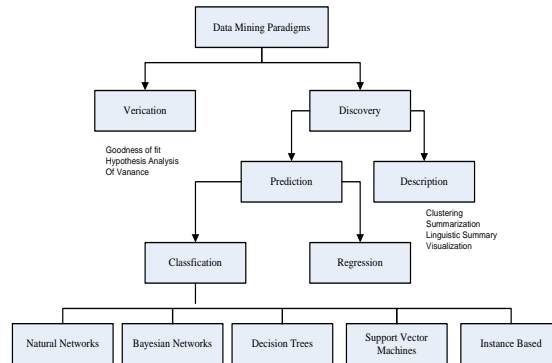


Sumber: (Larose,2005)
Gambar 1. Proses Data Mining menurut CRISP-DM

Keseluruhan fase berurutan yang ada tersebut bersifat adaptif. Fase berikutnya dalam urutan bergantung kepada keluaran dari fase sebelumnya. Hubungan penting antar fase digambarkan dengan panah. Sebagai contoh, jika proses berada pada fase modeling, maka berdasar pada perilaku dan karakteristik model, proses mungkin harus kembali kepada fase data preparation untuk perbaikan lebih lanjut terhadap data atau berpindah maju kepada fase evaluation (Larose, 2005).

Pada umumnya tugas data mining dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu deskriptif dan prediktif (Han & Kamber, 2006). Tugas mining deskriptif mengungkapkan pola dalam data dan mudah diinterpretasikan oleh pengguna seperti *clustering*, *association rule*, dll. Tugas mining prediktif menggunakan beberapa variabel yang ada untuk memprediksi nilai dari

variabel lain seperti *classification*, *regression*, dll (Gorunescu, 2011). Berikut adalah gambar klasifikasi data mining (Maimon, 2010):



Sumber: (Maimon, 2010)
Gambar 2. Klasifikasi Data Mining

Support Vector Machine (SVM) adalah metode learning machine yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah class pada input space (Bellotti & Crook, 2007). *Hyperplane* terbaik adalah *hyperplane* yang terletak ditengah-tengah antara dua set obyek dari dua class. *Hyperplane* pemisah terbaik antara kedua class dapat ditemukan dengan mengukur margin *hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan pattern terdekat dari masing-masing class. *Pattern* yang paling dekat ini disebut sebagai *support vector* (Aydin, Karakose & Akin, 2011).

Algoritma PSO pertama kali diusulkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995. *Particle swarm optimization* (PSO) adalah jenis algoritma kecerdasan yang berasal dari perilaku kawanan burung mencari makan (Yun, Qiu- yan & Hua, 2011). *Particle swarm optimization* (PSO) merupakan teknik komputasi evolusioner yang mampu menghasilkan solusi secara global optimal dalam ruang pencarian melalui interaksi individu dalam segerombolan partikel. Setiap partikel menyampaikan informasi berupa posisi terbaiknya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi yang terbaik tersebut (Shuzhou & Bo, 2011).

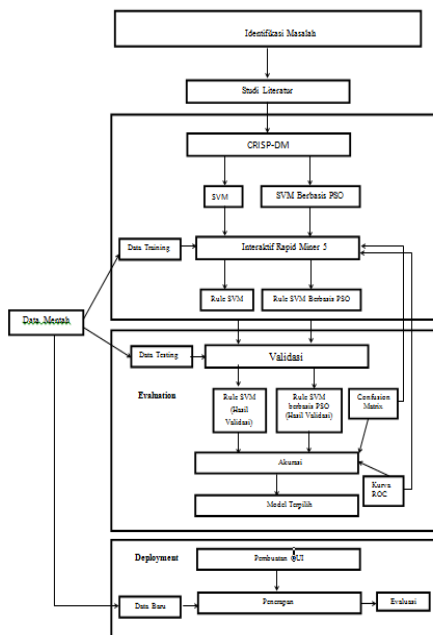
Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan model klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM), secara garis besar adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tinjauan Studi

Peneliti	Masalah	Metode	Hasil
Tony Bellotti dan Jonathan Crook (2007)	Sulit menentukan fitur yang berpengaruh dalam penentuan penilaian pemberian kredit	Support Vector Machine (SVM), Logistic Regression (LR), Linear Discriminant Analysis (LDA) dan k-Nearest Neighbours (kNN)	SVM dengan model linier dan gaussian mengungguli ketiga metode lainnya
Anna Satsiou, Michael Doumpos dan Constantin Zopounidis (2008)	Sulit memilih fitur yang tepat dan optimalisasi parameter dalam penilaian resiko kredit pada bank komersial	Genetic Algorithm -Support Vector Machine (GA-SVM), Discriminant analysis (DA), BP Neural networks (BPN) dan SVM standar	Genetic Algorithm -Support Vector Machine (GA-SVM) menghasilkan akurasi yang paling tinggi
Ahmad Ghodselahi (2011)	Sulit memilih fitur yang tepat dan optimalisasi parameter dalam penilaian resiko kredit industri kartu kredit	Support Vector Machine (SVM), SVM berbasis ansambel	SVM berbasis ansambel lebih baik dari strategi SVM tunggal, Bagging SVM, Boosting SVM, Decision Tree dll

Sumber:

Kerangka Pemikiran



Sumber: Hasil penelaitan (2016)

Gambar 3. Kerangka Pemikiran

III. Metode Penelitian

Penelitian berarti kegiatan pemecahan masalah yang sistematis, yang dilakukan dengan perhatian dan kepedulian dalam konteks situasi yang dihadapi. Penelitian adalah mencari melalui proses yang metodis untuk menambahkan pengetahuan itu sendiri dan dengan yang lainnya, oleh penemuan fakta dan wawasan tidak biasa. Pengertian

lainnya, penelitian adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk membuat kontribusi orisinal terhadap ilmu pengetahuan (Dawson, 2009).metode penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Data diperoleh dari data kredit pada Koperasi Anugerah tahun 2013 dan mengambil sampel 622 data, Atribut atau variable yang ada sebanyak 11 atribut. Setelah dilakukan proses data preparation menggunakan PSO, atribut atau variabel yang digunakan terdiri dari 7 atribut yang terdapat dalam data status kredit nasabah.

2. Pengolahan awal data

- a. Data *validation*, untuk mengidentifikasi dan menghapus data yang ganjil (*outlier/noise*), data yang tidak konsisten, dan data yang tidak lengkap (*missing value*).
- b. Data *integration and transformation*, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi algoritma. Data yang digunakan dalam penulisan ini bernilai kategorikal
- c. Data *size reduction and discritization*, untuk memperoleh data set dengan jumlah atribut dan record yang lebih sedikit tetapi bersifat *informative*.

3. Eksperimen, evaluasi dan validasi hasil

Setelah tahap *modelling* dilakukan, hasil dari model Algoritma *Support Vector Machine* dan *Support Vector Machine* berbasis *Particle Swarm Optimization* ini kemudian akan dilihat tingkat akurasinya menggunakan *Confusion matrix* dan nilai AUC (*Area Under Curve*) untuk mengetahui model/metode yang memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi, sehingga tujuan penerapan model Algoritma *Support Vector Machines* dan *Support Vector Machine* berbasis *Particle Swarm Optimization* untuk klasifikasi pada penilaian kredit akan tercapai.

Dari hasil akurasi yang paling tinggi menandakan bahwa model tersebut yang diuji menghasilkan model baru yang paling baik. Model tersebut yang dianggap sementara menjadi model yang paling baik untuk menghasilkan klasifikasi dalam penentuan penilaian kredit. Proses selanjutnya adalah proses pengujian model tersebut terhadap data *training* yang menggunakan variabel yang sudah diseleksi. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah nilai AUC (*Area Under Curve*) dan angka yang berisi *False Positif*, *False Negatif*, *True Positif*, dan *True Negatif*. Hasil tersebut dikenal dengan *confusion matrix* dimana akan terdapat tabel dengan keadaan klasifikasi penilaian kredit tersebut

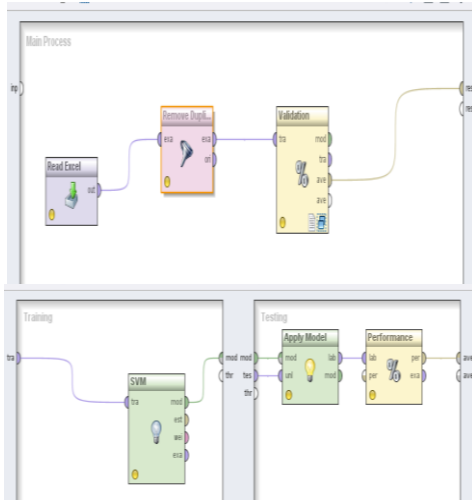
untuk mendapatkan persentase ketepatan prediksi/akurasi.

IV. PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model yang sudah terbentuk dengan klasifikasi algoritma SVM dan menerapkan *Particle swarm optimization* (PSO) dengan melakukan seleksi atribut pada *Support Vector Machine* untuk meningkatkan akurasi keakuratan analisa kredit pada Koperasi Karyawan Anugerah.

A. Metode Support Vector Machine

Berikut adalah gambar pengujian algoritma *Support Vector Machine* menggunakan metode *K-Fold Cross Validation* dengan menggunakan RapidMiner:

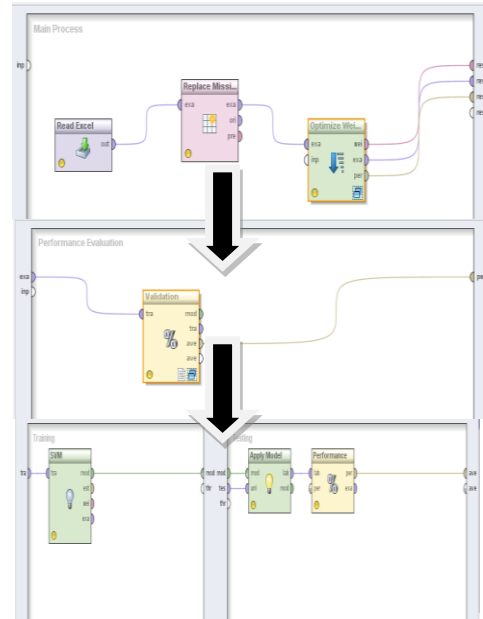


Sumber: Hasil Penelitian (2016)
Gambar 4. Pengujian K-Fold Cross Validation algoritma Support Vector Machine

Hasil observasi menunjukkan bahwa nilai tertinggi dari akurasi yaitu 74.74 % dan AUC yaitu 0.643 diperoleh dengan nilai C adalah 1.0 dan ϵ adalah 0.0. Maka nilai-nilai tersebut digunakan dalam penelitian ini.

B. Metode Support Vector Machine berbasis Particle swarm optimization

Berikut adalah gambar pengujian algoritma *Support Vector Machine* berbasis *Particle swarm optimization* menggunakan metode *K-Fold Cross Validation* dengan menggunakan RapidMiner:



Sumber: Hasil Penelitian (2016)
Gambar 5. Pengujian K-Fold Cross Validation algoritma Support Vector Machine berbasis PSO

Nilai *training cycles* dalam penelitian ini ditentukan dengan cara melakukan uji coba memasukkan C dan epsilon. Selanjutnya dilakukan observasi terhadap variabel C dan ϵ dari *Support Vector Machine* dan *Particle swarm optimization*.

Berikut ini adalah hasil dari percobaan yang telah dilakukan untuk penentuan nilai *training cycles*:

Tabel 2. Observasi C, ϵ dan Kernel Type

C	Epsilon	SVM	
		Accuracy	AUC
0.0	0.0	81.52%	0.79
1.0	1.0	80.23%	0.50
1.0	0.0	80.39%	0.65
0.0	1.0	80.23%	0.50

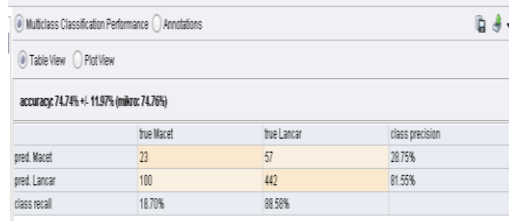
Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Hasil observasi menunjukkan bahwa nilai tertinggi dari akurasi yaitu 81.36 % dan AUC yaitu 0.79 diperoleh dengan nilai C adalah 0.0 dan ϵ adalah 0.0. Maka nilai-nilai tersebut digunakan dalam penelitian ini.

C. Hasil pengujian metode Support Vector Machine

1. Confusion Matrix

Tabel 2 menunjukkan hasil dari Confution matrix metode Support Vector Machine.



Sumber: Hasil Penelitian (2016)

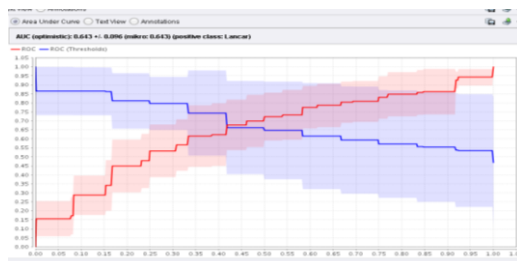
Gambar 6. Hasil Pengujian Confusion Matrix untuk Metode SVM

Tabel 3. Nilai Accuracy, sensitivity, specificity, PPV dan NPV metode SVM

	Nilai (%)
Accuracy	74.75
Sensitivity	28.75
Specificity	81.55
PPV	18.69
NPV	88.58

Sumber: Hasil Penelitian (2016)

2. Kurva ROC



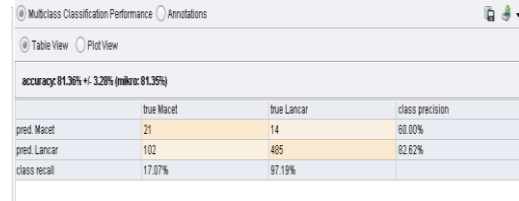
Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Gambar 7. Kurva ROC dengan Metode Support Vector Machine

D. Hasil pengujian metode Support Vector Machine berbasis Particle swarm optimization

1. Confusion Matrix

Tabel 4 menunjukkan hasil dari Confution matrix metode Support Vector Machine berbasis Particle swarm optimization .



Sumber: Hasil Penelitian (2016)

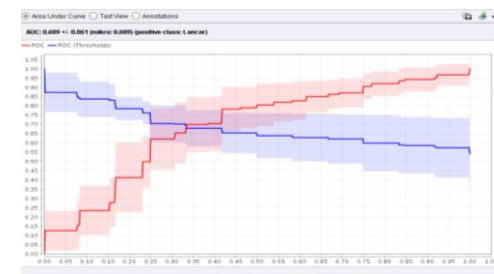
Gambar 8. Hasil Pengujian Confusion Matrix untuk Metode SVM berbasis Particle swarm optimization

Tabel 4. Nilai Accuracy, sensitivity, specificity, PPV dan NPV metode SVM berbasis PSO

	Nilai (%)
Accuracy	81.36
Sensitivity	60
Specificity	82.6
PPV	17
NPV	97.1

Sumber: Hasil Penelitian (2016)

2. Kurva ROC



Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Gambar 9. Kurva ROC dengan Metode Support Vector Machine berbasis PSO

E. Analisa Evaluasi dan Validasi Model

Hasil analisis dari metode algoritma Support Vector Machine dan Support Vector Machine berbasis Particle swarm optimization dirangkumkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5. Komparasi Nilai Accuracy dan AUC

	Support Vector Machine	Support Vector Machine Berbasis PSO	Peningkatan
Accuracy	74.74%	81.36%	6.62%
AUC	0.643	0.79	0.147

Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Tabel 5 membandingkan *accuracy* dan AUC dari tiap metode. Terlihat bahwa nilai *accuracy* dan AUC *Support Vector Machine* berbasis *Particle swarm optimization* lebih tinggi dibandingkan *Support Vector Machine* tunggal. Penerapan *Particle swarm optimization* untuk seleksi atribut menghasilkan peningkatan akurasi sebesar **6.62%** dan AUC sebesar **0.147**.

F. Evaluasi Penerapan GUI

Dalam pembuatan aplikasi untuk klasifikasi penilaian kredit agar dapat memudahkan pekerja di Koperasi Karyawan Anugerah dalam membantu membuat kebijakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pemberian kredit.

Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Gambar 10. GUI Penentuan Penilaian Kredit

IV. PENUTUP

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian model dengan menggunakan *Support Vector Machine* dan *Support Vector Machine* berbasis *Particle Swarm Optimization* dengan menggunakan data kredit Koperasi Karyawan Anugerah. Model yang dihasilkan diuji untuk mendapatkan nilai *accuracy* dan AUC dari setiap algoritma sehingga didapat pengujian dengan menggunakan *Support Vector Machine* didapat nilai *accuracy* adalah 74.74% dan nilai AUC adalah 0.643. Sedangkan pengujian dengan menggunakan *Support Vector Machine* berbasis *Particle Swarm Optimization* dilakukan seleksi atribut dan penyesuaian pada parameter C dan ϵ . Dari 11 variabel prediktor dilakukan seleksi atribut sehingga menghasilkan terpilihnya 7 atribut yang digunakan. didapatkan nilai *accuracy* 81.36% dan nilai AUC adalah 0.79. Maka dapat disimpulkan pengujian data kredit Koperasi Karyawan Anugerah data set menggunakan *Support Vector Machine* dan

penerapan *Particle Swarm Optimization* dalam pemilihan atribut didapat bahwa metode tersebut lebih akurat dalam penentuan kelayakan kredit dibandingkan dengan metode *Support Vector Machine* tunggal, ditandai dengan peningkatan nilai akurasi sebesar 6.62% dan nilai AUC sebesar 0.147, dengan nilai tersebut masuk kedalam klasifikasi akurasi cukup (*fair classification*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Ghodselahi (2011). A Hybrid Support Vector Machine Ensemble Model for Credit Scoring. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887)
- Aydin, I., Karakose, M., & Akin, E. (2011). A multi-objective artificial immune algorithm for parameter optimization in support vector machine. *Journal Applied Soft Computing*, 11, 120-129.
- [3] Abraham, A., Grosan, C., Ramos, V., (2006). *Swarm Intelligence in Data Mining*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bellotti, T., & Crook, J. (2007) Support vector machines for credit scoring and discovery of significant features. *Expert System with Application: An International Journal*, 36, 3302-3308.
- Dawson, C. W. (2009). *Projects in Computing and Information System A Student's Guide*. England: Addison-Wesley.
- Gorunescu, Florin (2011). *Data Mining: Concepts, Models, and Techniques*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Hian, C.K., Wei, C.T., & Chwee, P.G (2006). A Two-step Method to Construct Credit Scoring Models with Data Mining Techniques. *International Journal of Business and Information*, 1, 96-118.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining Concepts and technique*. San Francisco: Diane Cerra
- Jianguo, Z., & Tao, B. (2008). Credit Risk Assessment using Rough Set Theor and GA-based SVM. *The 3rd International Conference on Grid and Pervasive Computing*, 320-325.
- (2004). Keputusan Menti Negara Koperasi dan Usaha Kecil Menengah Republik Indonesia. Tentang petunjuk pelaksanaan kegiatan usaha koperasi jasa keuangan syariah. No 91
- Larose, D. T. (2005). *Discovering Knowledge in Data*. New Jersey: John Willey & Sons, Inc.
- Ming-hui, J., & Xu-chuang, Y. (2007). Construction and Application of PSO-SVM Model for Personal Credit Scoring.

- ICCS '07 *Proceedings of the 7th international conference on Computational Science*, 158-161.
- Mingyuan, Z., Chong, F., Luping, J., Mingtian, Z. (2011). Feature selection and parameter optimization for support vector machines: A new approach based on genetic algorithm with feature chromosomes. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 38, 5197-5204.
- Maimon, O., & Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* (2nd ed). New York: Springer Dordrecht Heidelberg London
- Ping, Y. (2009). Feature selection based on SVM for credit scoring. *International Conference on Computational Intelligence and Natural Computing*, 2, 44-47.
- Rivai, V., & Veithzal, A.P. (2006). *Credit Management Handbook*. Jakarta: Raja GrafindoPersada.
- Pressman, Roger.S. (2001). "Software Engineering : A Practioner's Approach." 5th McGrawHill.
- Santosa, B. (2007). *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Satsiou, A., Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2007) Genetic Algorithms for the Optimization of Support Vector Machines in Credit Risk Rating. *Technical University of Crete Dept. of Production Engineering and Management Financial Engineering Laboratory*.
- Shuzhou, W., & Bo, M. (2011). Parameter Selection Algorithm for Support Vector Machine. *Procedia Environmental Sciences*, 11, 538-544.
- UndangUndang Perbankan No.10 Tahun 1998.
- UndangUndang Usaha Kecil No.9 Tahun 1995.
- Vercellis, Carlo (2009). *Business Intelligent: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Southern Gate, Chichester, West Sussex: John Willey & Sons, Ltd.
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning and Tools*. Burlington: Morgan Kaufmann Publisher.
- Wei, X., Shenghu, Z., Dongmei, D. & Yanhui, C. (2010). A Support Vector Machine Based Method For Credit Risk Assessment. *IEEE 7th International Conference on e-Business Engineering*, 50-55.
- Yun, L., Qiu-yan, C. & Hua, Z. (2011). Application of the PSO-SVM model for Credit Scoring. *Seventh International Conference on Computational Intelligence and Security*, 47-51.