OPTIMASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK PREDIKSI KREDIT MACET

Khoirul Anwar; Dr. Abdul Syukur; Ricardus Anggi Pramunendar, M.C.S
Pascasarjana Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro
khoirulanwar121288@gmail.com

ABSTRACK

The emergence of data storage technology has facilitated the ability of financial institutions to store all information regarding the characteristics and behavior of electronic credit applicants' payments. In a well-developed financial system, crisis management is ahead and risk predictions are behind. The main objective of risk prediction is to use financial information, such as business financial statements, transaction records and customer payments, and others.

Credit is the main source of income for a bank and is also the biggest source of risk. Wherein one of the important decisions that financial institutions must make in granting credit is deciding whether to provide loans to customers or not. This decision basically boils down to the problem of making the right decision to distinguish good and bad customers. Until now, this distinction was made only by checking the form data from the applicant.

The results of the testing conducted by the researcher, with the Credit Risk Data of Bank Nurja Muamalah Paiton Probolinggo, used the artificial neural network algorithm based on Particle Swarm Optimization (PSO) when the dataset was tested using only ann accuracy rate of 76.21%, and at the time artificial neural network combined with particle swarm optimation there was an increase in the level of accuracy of 1,66% to 77.87%.

Keywords: *Prediction, Credit Risk, Optimization, Artificial Neural Network, Particle Swarm Optimation*

I. Pendahuluan

a) Latar Belakang

Kredit merupakan sumber utama penghasilan bagi sebuah perbankan juga merupakan sumber resiko terbesar, dimana untuk pemenuhan pembayaran dalam transaksi sepenuhnya dipinjami oleh pihak penyedia kartu kredit, selanjutnya pemegang kartu kredit bertanggung jawab melakukan pengembalian pinjaman baik secara berkala atau langsung sesuai perjanjian yang telah disepakati bersama sebelumnya [1]. Dalam Otoritas Jasa Keuangan kemudian memutuskan kelayakan kredit pemohon, dengan menggunakan semua kemungkinan informasi yang relevan mengenai status sosiodemografinya, kondisi ekonomi, dan niatnya [2].

Persyaratan dalam sebuah intansi untuk menentukan kelayakan pengajuan kredit menjadi masalah yang penting, dimana kurangnya informasi untuk menentukan sebuah kredit itu layak atau tidak, seperti halnya dalam dataset yang akan diteliti dalam penelitian ini, dimana bila melihat dari syarat-syarat penerimaan kelayakan kredit sangatlah kurang, sehingga dari 721 data peminjam terdapat 583 data nasabah yang mengalami macet.

Banyak metode statistik, termasuk analisis diskriminan, regresi logistik, klasifikasi Bayes, dan k-NN, telah digunakan untuk mengembangkan model prediksi risiko [3]. Dengan evolusi kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin jaringan syaraf tiruan dan pohon klasifikasi juga digunakan untuk meramalkan risiko kredit [4]. Risiko kredit di sini berarti probabilitas penundaan pembayaran kembali kredit yang diberikan [5].

Prediksi kredit macet peminjaman kartu kredit pernah dilakukan oleh I Cheng Yeah dan Che-Hui Lien, melakukan dengan 6 metode prediksi, yaitu k-nearest neighbor, Regresi logistik, analisis discriminant, naive bayesian, neural network, pohon keputusan, didapatkan hasil dimana ANN memiliki nilai akurasi regresi yang baik [6].

Teknik paling sering digunakan terhadap metode *artificial neural network* adalah *algoritma backpropation*, dimana algoritma

tersebut sering digunakan sebagai alat untuk memecahkan masalah yang banyak, dengan membangun model yang sudah terlatih akan menunjukkan kinerja lebih baik didalam beberapa masalah-masalah yang non-linier [7]. Tetapi pada algoritma *backpropagation* mempunyai kekurangan yaitu lamanya saat perulangan data training yang besar dan optimasi yang digunakan kurang efisien [8].

Dilihat dari uraian sebelumnya dikemukakan bahwa *artificial neural network* dengan metode *backpropagation* dalam menangani kasus kredit macet memiliki tempat dan tingkat akurasi yang baik, namun pada penghitungan iterasi masih memiliki kelemahan yaitu lamanya dalam melakukan iterasi, untuk mengatasi hal tersebut disini dilakukan dengan optimasi *particle swarm optimation*.

Maka dalam penelitian ini, bila melihat dari persyaratan kelayakan penerimaan pengajuan kredit yang ada, dengan menggunakan teknik optimasi *artificial neural network* menggunakan *particle swarm optimation* peneliti ingin membantu mengurangi resiko kredit macet dalam pengambilan keputusan pemberian kredit.

b) Rumusan Masalah

Banyaknya data macet dari pada data lancar

Kinerja ANN yang dioptimasikan dengan algoritma PSO bisa lebih baik dan Optimasi ANN dengan Algoritma PSO yang dihasilkan data mining dapat membantu mengatasi kredit macet yang sebenarnya.

c) Tujuan

Banyaknya data kredit yang mengalami macet dari pada data yang mengalami lancar, menjadi pendorong untuk menjadi tujuan dari penelitian ini, dengan adanya penelitian ini diharapakan bisa membantu mengatasi masalah dalam penentuan kelayakan kredit macet.

d) Manfaat

Dapat memberikan kontribusi positif dalam bidang Data, khususnya dataset prediksi menggunakan optimasi ANN menggunakan PSO. Sehingga dapat menggetahui resiko peminjaman modal diperbankan dan menentukan layak atau tidaknya dalam memberikan pinjaman kredit.

II. Landasan Teori

2.1 Kredit macet

Istilah kredit berasal dari Bahasa Yunani "*Credere*" yang mempunyai arti kepercayaan, maka prinsip utama dalam kredit adalah kepercayaan. Seseorang atau semua badan yang memberikan kredit disebut kreditur, sedangkan orang yang menerima kredit berupa jasa, uang, barang dengan konsekuensi ketentuan yang telah disepakati disebut debitur.

Sesuai ketentuan Bank Indonesia No 31/147/KEP/DIR tanggal 12 November 1998 tentang maju mundurnya busines yang bergerak pada bidang kredit dinilai berdasarkan 3 kriteria yaitu berdasarkan kondisi keuangan, prospek usaha, dan status dari perkawinan dengan melihat aktifitas kelancaran transaksi pembayaran, dan kemampuan membayar. Dengan 3 kriteria tersebut kredit dapat dibagi menjadi 4 golongan yaitu macet, lancar, dalam perhatian khusus, kurang lancar.

Peraturan Bank Indonesia No 9/17/PBI/2007 disebutkan sebuah kredit disebut bermasalah apabila sejak tidak ditepatinya ketentuan yang telah tercantum disaat perjanjian pengajuan kredit, yaitu apabila pengaju kredit selama tiga kali berturut-turut tidak bisa memnuhi kewajiban angsuran beserta bunganya [22].

2.2 Data mining

Data Mining atau dalam bahasa populernya dinamakan *Knowledge discovery in database* adalah sebuah kegiatan pengumpulan, pemakaian, dan pengolahan data secara urut berdasarkan penyimpanan lama untuk menemukan keteraturan sebuah pola atau hubungan dalam sebuah data yang berukuran sangat besar [24]. Data mining bisa diartikan sebagai sebuah proses membuat pola dalam menentukan informasi dari data yang berjumlah besar untuk menemukan sebuah masalah yang terjadi. Sumber data tersebut dapat berupa database, data warehouse, web, atau tempat penyimpanan informasi lain, yang mana data tersebut berubah-ubah saat terjadi penimpalan dari data lama terhadap data yang baru [25].

Menurut Gartner Group, data mining adalah sebuah proses menemukan hubungan untuk mencari pola baru dari sebuah pola yang lama, yang bertumpu dengan penfilteran dari masing-masing data pada kumpulan data yang besar, dan data tersebut tersimpan dalam tempat penyimpanan data, menggunakan teknologi

pengenalan pola, seperti teknik statistika dan teknik perhitungan lainnya [26].

2.3 ANN *(Artificial Neural Network)*

Artificial Neural Network (ANN) atau disebut Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah pembelajaran yang dimodelkan seperti alur metode pemikiran jaringan syaraf manusia, dimana dari setiap bagian mempunyai peran penting terhadap bagian lainnya, artificial neural network merupakan system yang mudah beradaptasi, dimana dari setiap strukturnya dapat mengubah masalahnya berdasarkan data input yang berasal dari internal maupun external [29].

Artificial Neural Network dalam konsep dasarnya dari lapisan-lapisan penyusunannya dapat dibagi menjadi 3, yaitu [30]:

a. Lapisan Input
b. Lapisan Tersembunyi
c. Lapisan Output

Arsitektur artificial neural network dalam pengaplikasiannya terbagi menjadi 3, yaitu [30]:

a. Single Layer Network
b. Multi Layer Network
c. Competitif Layer Network

2.4 PSO *(Particle Swarm Optimization)*

Particle Particle Swarm Optimization adalah salah satu teknik optimasi yang dikemukakan dan dikembangkan oleh Dr. Eberhart dan Dr. Kennedy pada tahun 1995 [33]. Metode ini termasuk teknik komputasi perubahan atau evolusi yang terinspirasi dari perilaku suatu kawanan hewan seperti ikan, dan burung, sapi, dan lain lain, kemudian dari setiap objek hewan tersebut disederhanakan dalam sebuah partikel-partikel.

Particle Swarm Optimization mempunyai sifat yang hampir sama dengan Teknik *Genetic Algorithm*. Sistem *Particle Swarm Optimation* diinisialisasi oleh sebuah populasi untuk pencarian solusi secara random, kemudian dari setiap populasi pertikelnya dapat mencari titik yang paling tinggi dengan cara memperbaharui dari setiap hasil perhitungan partikel yang lama trerhadap partikel yang baru.

2.5 Cross validation

Cross validation adalah teknik validasi yang dilakukan dengan cara membagi data secara acak ke k bagian dan masing-masing bagian akan diklasifikasi[28]. Teknik validasi tersebut yang akan digunakan pada penelitian ini.

Pada penelitian ini nilai k yang digunakan adalah 10 atau lebih, dikenal dengan 10 – fold cross validation, yang berarti data training akan dibagi menjadi 10 bagian yang sama, 9 bagian subset data digunakan sebagai data training, sedangkan 1 subset digunakan sebagai data testing. Lalu dilakukan perhitungan untuk rata-rata error dan standar deviasi error.

Tabel 2.1 *Strafied 10-cross validation*

N – Validation	Dataset Partition									
1	■									
2		■								
3			■							
4				■						
5					■					
6						■				
7							■			
8								■		
9									■	
10										■

2.6 *Confusion Matrix*

Confusion matrix adalah informasi actual dan prediksi pada sebuah masalah klasifikasi. Berdasar isi tabel confusion matrix dapat diketahui jumlah data dari masing-masing kelas yang akan di prediksi memiliki nilai positif (True) dan data yang diklasifikasikan negatif (False) [23].

Tabel 2.2 *Confusion Matrix*

Classification	Predicted Class		
Observed Class		Class = Yes	Class = No
	Class = Yes	A (*true positive* – tp)	B (*false negative* – fn)
	Class = No	C (*false positive* – fp)	D (*true negative* – tn)

III. Metode Penelitian

3.1 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, diperlukan pemberian atribut dan pembobotan untuk melakukan prediksi pada kredit macet, adapun prinsip dalam pemilihan atribut yang akan digunakan adalah prinsip 4 P, yang meliputi Personality mewakili dari status nikah dan belum nikah, Purpose mewakili Pendidikan, payment mewakili pendapatan, prospect mewakili pekerjaan.

Dalam tahap ini dataset dinormalisasikan dengan menentukan nilai bobot input yang digunakan dalam setiap atribut, dalam penelitian ini menggunakan x1 sampai x4

sebagai atribut dan *y* sebagai label, untuk melakukan perhitungan diperlukan penentuan bobot dari setiap input yang akan diproses. adapun nilai ketentuan bobotnya dengan keterangan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kriteria Bobot

Keterangan	Nilai
Sangat Baik(SB)	5
Baik	4
Cukup Baik	3
Buruk	2
Sangat Buruk	1

Tabel-tabel dari masing-masing atribut dengan nilai bobotnya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3.2 Kriteian bobot penghasilan

Penghasilan	Nilai
Gaji≥ Rp. 4.000.000	5
Rp 3.000.000 ≤ Penghasilan ≤ Rp 4.000.000	4
Rp.2.000.000≤ Penghasilan ≤ Rp 3.000.000	3
Rp.1000.000 ≤ Penghasilan ≤ Rp 2.000.000	2
Gaji ≤ Rp.1000.000	1

Tabel 3.1 kriteia bobot Pekerjaan

Pekerjaan	Nilai
PNS/TNI/POLRI	5
Karyawan Swasta/Petani/Pedagang	4
Wirswasta	3
Buruh	2
Lain-Lain	1

Tabel 3.2 kriteria bobot Pendidikan

Pendidikan	Nilai
Diploma/Sarjana	5
SLTA Sederajat	4
SLTP Sederajat	3
SD/MI Sederajat	2
Tidak Sekolah	1

Tabel 3.3 kriteria bobot status pernikahan

Status	Nilai
Nikah	3
Belum Nikah	1

Tabel 3.4 kriteria macet tidak macet

Kriteria	Nilai
Macet	0
Lancar	1

Dataset yang telah diubah memiliki tampilan sebagai berikut :

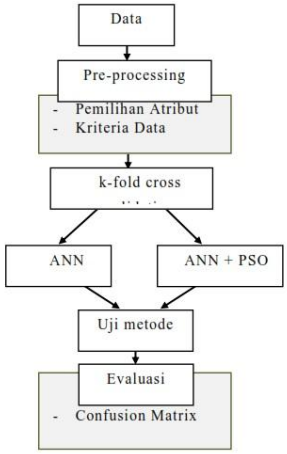
Table 3.1 Contoh Tabel preprocessing

X1	X2	X3	X4	Y
4	4	3	1	0
3	3	4	1	0
3	3	1	1	0
2	3	4	3	1
3	1	3	3	1
4	3	5	1	0
1	1	5	1	0
2	4	2	1	0
5	3	2	1	0
5	4	4	3	1
3	4	2	1	0
3	3	3	3	1
5	4	2	1	0
5	4	2	1	0
4	1	1	3	1
3	2	2	3	1

Keterangan :
X1 = Penghasilan
X2 = Pekerjaan
X3 = Pendidikan
X4 = Status Nikah
Y = Status kredit macet dan lancer

3.2 Metode yang diusulkan

Pada tahap ini akan dijelaskan langkah-langkah metode yang akan digunakan dalam penelitian, dimana dengan metode yang diusulkan diharapkan dapat menyelesaikan masalah dalam penelitian ini, adapun metode yang diusulkan sebagai berikut :

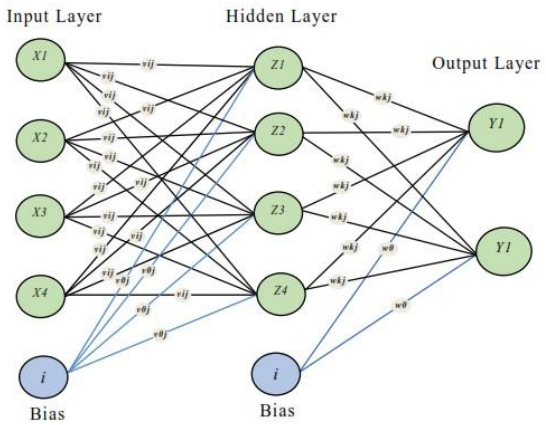


Gambar 1 Metode Usulan

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Artificial Neural Network

Perancangan *Artificial Neural Network Backpropogation* yang digunakan untuk sistem peramalan ini memiliki empat neuron input, empat hidden layer, satu bias pada input dan pada hidden layer, dan dua neuron output. Layer input dan hidden dalam jaringan masing–masing memiliki satu bias. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Arsitektur Awal Neural Networks

Dalam eksperimen ini dilakukan pengujian terhadap metode Artificial Neural Network dan Artificial Neural Network Particle Swarm Optimation dimana akan dilakukan pengujian dengan beberapa *type sampling dan number Of validation 10*, dengan tujuan akan dicari nilai yang memiliki Accurasi paling tinggi dan model linier yang baik.

Dari ketiga pengujian yang dilakukan didapat nilai akurasi terbaik yaitu menggunakan pengujian *Stratified Sampling* bahwa nilai akurasi terbaik yaitu pada posisi validation 4 dengan nilai akurasi = 75.94% +/- 3.22% artinya dalam pembentukan model neural network menggunakan *number validation* 4 dengan *type sampling stratified sampling.*

Setelah melakukan uji *10 fold validation* pencarian pengukuran untuk *training cycle, learning rate* dan *momentum*, diperoleh nilai parameter training cylces 500 lalu learning rate 0,2 dan momentum 0,2 yang mendapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu 76.21% +/- 3.46%.

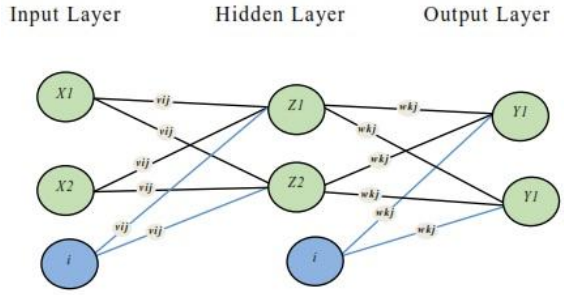
4.2 Particle Swarm Optimation Dengan Artificial Neural Network

Dari nilai parameter diatas dihasilkan nilai bobot dari masing-masing atribut sebagai berikut :

Tabel 4.7 Nilai bobot atribut seleksi fitur Optimasi PSO

x1	0
x2	0.753564193
x3	0
x4	0.233976501

Dari hasil nilai bobot dari setiap atribut maka model dari arsitektur artificial neural network pun ikut berubah, karena setelah dilakukan seleksi fitur pada setiap atribut.



Gambar 4.2 Arsitektur baru Neural Networks

Dari hasil pengujian setelah didapat arsitektur baru, mengoptimalisasi *Neural Network* dengan menggunakan *Particle Swarm Optimation* sebagai seleksi fitur didapatkan nilai akurasi sebesar 77.87% +/- 3.09%.

4.3 Evaluasi

Setelah proses pengujian untuk membandingkan dua metode yang diusulkan yaitu *neural network* dan optimasi *neural network* menggunakan algoritma *particle swarm optimation*, untuk mengetahui tingkat perbandingan tingkat akurasi maka hasilnya ditampilkan pada tabel dibawah ini

Table 4.2 Perbandingan akurasi

Value	Neural Network	Neural Network + PSO
Accuracy	76.21% +/- 3.46%	77.87% +/- 3.09%
Precision	52,52%	60.12% +/- 9.61%
Recall	16,67%	64.08% +/- 31.06%

Berdasarkan pada tabel diatas diperoleh untuk tingkat akurasi dalam klasifikasi evaluasi kinerja dosen untuk menentukan bahwa seorang mengajukan kredit dapat dikatakan bisa mendapatkan atau tidak mendapatkan

persetujuan dalam melakukan pengajuan kredit terhadap bank Nurja Muamalah, didapatkan tingkat akurasi yang diperoleh neural network setelah dioptimasi oleh *particle swarm optimation* adalah meningkat dari 76.21% +/- 3.46% menjadi 77.87% +/- 3.09%. Dari hasil ini maka dapat disimpulkan bahwa model yang diusulkan yaitu *algoritma neural network* ada peningkatan jika dioptimasi dengan algoritma genetika daripada *neural network* yang tidak dioptimasi dengan *algoritma Particle Swarm Optimation.*

V. Kesimpulan dan Saran

Dari Penelitian ini, dengan menggunakan data kredit macet Bank Nurja Muamalah Pondok Pesantren Nurul Jadid Paiton Probolinggo Jawa Timur didapat bahwa ada peningkatan tingkat akurasi saat ann dioptimasi dengan particle swarm optimation, dimana saat dataset diuji hanya menggunakan ann tingkat akurasi sebesar 76.21% +/- 3.46% untuk precision 52,52%, sedangkan pada recall 16,67%, dan pada saat artificial neural network dipadukan dengan particle swarm optimation terjadi peningkatan pada tingkat akurasinya sebesar 1,66% menjadi 77.87% +/- 3.09%.

Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan metode algoritma prediksi yang lain, seperti *Algoritma Bipolar Slope One, Decision Tree, General Regression Neural Network* (GRNN), *Super Vector Machine* (SVM), dan lainnya, dengan menggunakan *optimasi Genetic Algorithm* (GA) atau dengan MSO (*Multy Swarm Optimation*).

VI. Daftar Pustaka

[1] Bank Indonesia, "Peraturan Bank Indonesia Nomor: 14/2/PBI/2012 Tentang perubahan Atas Peraturan Bank Indonesia Nomor 11/11/PBI/2009 Tentang Penyelenggaraan Kegiatan Alat Pembayaran Dengan Mengunakan Kartu," 2012.

[2] POJK No 65/23/POJK, "Otoritas Jasa Keuangan Republik Indonesia," pp. 1–26, 2016.

[3] D. J. Hand and W. E. Henley, "Statistical Classification Methods in Consumer Credit Scoring: a Review," *J. R. Stat. Soc. Ser. A (Statistics Soc.*, vol. 160, no. 3, pp. 523–541, 1997.

[4] Koh Hian Chye; Chan Kin Leong Gerry, "Data mining and customer relationship marketing in the banking industry." Singapore Management Review;2002 2nd half, Vol. 24 Issue 2, p1, Singapore, 2002.

[5] P. G. R, "Bayesian data mining , with application to benchmarking and credit scoring," *Appl. Stoch. Model. Bus. Ind. Appl.*, no. July 2000, pp. 69–81, 2001.

[6] I. C. Yeh and C. hui Lien, "The comparisons of data mining techniques for the predictive accuracy of probability of default of credit card clients," *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 2 PART 1, pp. 2473–2480, 2009.

[7] T.-S. Park *et al.*, "A Hybrid Partcile Swarm Optimization Neural Network Approach for Short Term Load Forecasting," *2009 Int. Jt. Conf. Neural Networks*, vol. 46, no. 8, pp. 58–61, 2009.

[8] X. Q. Shao, "Based on two swarm optimized algorithm of neural network to prediction the switch's traffic of coal," *Proc. - 2011 Int. Symp. Comput. Sci. Soc. ISCCS 2011*, pp. 299–302, 2011.

[9] K. Y. Tam and M. Y. Kiang, "Managerial Applications of Neural Networks: The Case of Bank Failure Predictions," *Manage. Sci.*, vol. 38, no. 7, pp. 926–947, 1992.

[10] T. Lee, C. Chiu, C. Lu, and I. Chen, "Credit scoring using the hybrid neural discriminant technique," vol. 23, pp. 245–247, 2002.

[11] F. May, E. Altman, and P. Torino, "Corporate distress diagnosis : Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian ... Corporate distress diagnosis : Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian experience)*," no. May 2014, 1994.

[12] W. Zhang, "Neural Network Earnings per Share Forecasting Models : A Comparative," *Decis. Sci.*, vol. 35, no. 2, pp. 205–237, 2004.

[13] Z. Huang, H. Chen, C.-J. Hsu, W.-H. Chen, and S. Wu, "Credit rating analysis with support vector machines and neural networks: a market comparative study," *Decis. Support Syst.*, vol. 37, no. 4, pp. 543–558, 2004.

[14] P. Ravi Kumar and V. Ravi, "Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques - A review," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 180, no. 1, pp. 1–

28, 2007.
[15] E. Angelini, G. di Tollo, and A. Roli, “A neural network approach for credit risk evaluation,” *Q. Rev. Econ. Financ.*, vol. 48, no. 4, pp. 733–755, 2008.
[16] N. Chauhan, V. Ravi, and D. Karthik Chandra, “Differential evolution trained wavelet neural networks: Application to bankruptcy prediction in banks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 4, pp. 7659–7665, 2009.
[17] N. C. Hsieh and L. P. Hung, “A data driven ensemble classifier for credit scoring analysis,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 1, pp. 534–545, 2010.
[18] V. G. G. and G. K. Venayagamoorthy, “Comparison of Particle Swarm Optimization and Backpropagation as Training Algorithms for Neural Networks,” *Comput. Enginering*, vol. 2, no. 1, 2003.
[19] K. Ramanda, “Peningkatan Kinerja Algoritma Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk,” pp. 203–208, 2015.
[20] J. Pseudocode, I. Muzakkir, A. Syukur, and I. N. Dewi, “Backpropagation Dengan Seleksi Fitur Particle Swarm Optimization Dalam Prediksi Pelanggan Telekomunikasi,” vol. 1, pp. 1–10, 2014.
[21] A. Mahmoeddin, *Melacak kredit bermasalah*. Pustaka Sinar Harapan, 2002.
[22] Bank Indonesia, “Peraturan Bank Indonesia No 9/17/PBI/2007,” 2007.
[23] M. Fauzan, “Gaya Hidup Nasabah dan Keputusan Dalam Penggunaan Kartu Kredit,” *Esensi J. Bisnis dan Manaj.*, vol. 7, no. 2, pp. 181–192, 2017.
[24] Budi Santosa, *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*, Edisi Pert. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
[25] I. H. Witten, E. Frank, and M. a Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Google eBook)*. 2011.
[26] D. T. Larose, *Data Mining Methods and Models*. JohnWiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.
[27] J. Han, *Data mining techniques*, vol. 25, no. 2. 1996.
[28] M. Rahmani, “A Thesis for the degree of Master of Science in Complex Adaptive Systems : Particle swarm optimization of artificial neural networks for autonomous robots,” 2008.
[29] R. Basuki, “Jaringan Saraf Tiruan,” 2015.
[30] J. S. Tiruan, “Artificial Neural Network,” *Neuron*, vol. 36, pp. 1–27, 2011.
[31] A. S. Nugroho, “Pengantar Softcomputing,” pp. 1–7, 2005.
[32] B. Soediono, “Backpropagation,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, p. 160, 1989.
[33] J. Kennedy and R. C. Eberhart, “A discrete binary version of the particle swarm algorithm,” *1997 IEEE Int. Conf. Syst. Man, Cybern. Comput. Cybern. Simul.*, vol. 5, pp. 4–8, 1997.
[34] c. h. I-Cheng Yeh, Lien, “default of credit card clients Data Set,” *UC Irvine Machine Learning Repository*, 2016. [Online]. Available: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/default+of+credit+card+clients. [Accessed: 30-Sep-2017].