

**ANALISIS *CREDIT SCORING* KELAYAKAN DEBITUR
MENGUNAKAN METODE *ENSEMBLE*
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK (BPNN) DAN
TECHNIQUE FOR OTHERS PEFERENCE BY
SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)**



**OLEH:
SUSAN DWI SAPUTRI
09042621620002**

**MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS CREDIT SCORING KELAYAKAN
DEBITUR MENGGUNAKAN METODE ENSEMBLE
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK (BPNN)
DAN TECHNIQUE FOR OTHERS REFERENCES BY
SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)**

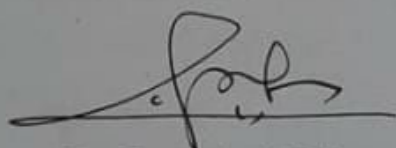
TESIS

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**

**OLEH :
SUSAN DWI SAPUTRI
09042621620002**

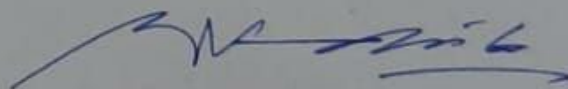
Palembang, Desember 2019

Pembimbing I,



**Dr. Ermatita, M.Kom.
NIP. 196709132006042001**

Pembimbing II,



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 1966120320060412001**

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
S2 Ilmu Komputer**



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 1966120320060412001**

HALAMAN PERSETUJUAN

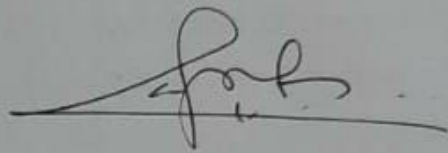
Pada hari Rabu tanggal 11 Desember 2019 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis II oleh Megister Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Susan Dwi Saputri

NIM : 09042621620002

Judul : Analisis Credit Scoring Kelayakan Debitur Menggunakan Metode Ensemble Backpropagation Neural Network (BPNN) dan Technique For Others References by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

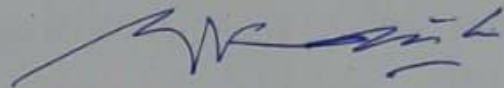
1. Pembimbing I,



Dr. Ermatita, M.Kom.

NIP.196709132006042001

2. Pembimbing II,



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP.1966120320060412001

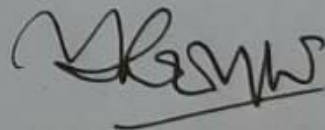
2. Penguji I,



Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.

NIP.197102041997021003

3. Penguji II,



Dr. Yusuf Hartono, M.Sc.

NIP.196411161990031002

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
S2 Ilmu Komputer**



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP.1966120320060412001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Susan Dwi Saputri
NIM : 09042621620002
Program Studi : Magister Teknik Informatika
Judul Tesis : Analisis *Credit Scoring* Kelayakan Debitur Menggunakan Metode *Ensemble Backpropagation Neural Network* (BPNN) Dan *Technique For Others References by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 10 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Desember 2019
METERAN
TEMPEL
DE1F2AEF085339
6000
ENAM RIBU RUPIAH
(Susan Dwi Saputri)
NIM. 09042621620002

**ANALISIS CREDIT SCORING KELAYAKAN DEBITUR
MENGUNAKAN METODE ENSEMBLE BACKPROPAGATION
NEURAL NETWORK (BPNN) DAN TECHNIQUE FOR OTHERS
PEFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)**

Susan Dwi Saputri

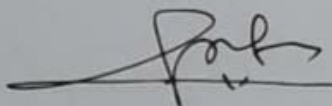
ABSTRAK

Credit scoring telah banyak digunakan oleh industri keuangan untuk meningkatkan kas dan penjualan produk perusahaan tersebut. Kelebihan dari *credit scoring* adalah mengurangi biaya analisis kredit, pemantauan yang lebih dekat dengan kreditur, dan memungkinkan pengambilan keputusan kredit yang lebih cepat. Oleh karena itu, banyak lembaga keuangan dan peneliti mengembangkan berbagai model atau teknik untuk mendukung keputusan penilaian kredit. Sistem *hybrid* ataupun *ensemble method* merupakan hal yang paling menjanjikan saat ini, sehingga pada penelitian ini menggunakan *ensemble method Backpropagation Neural Network (BPNN)* dan TOPSIS untuk pemodelan *credit scoring*. BPNN mengklasifikasikan calon debitur yang diterima dan calon debitur yang tidak layak diterima, sedangkan TOPSIS digunakan untuk menentukan prioritas utama penerima kredit sebagai keputusan akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *ensemble BPNN* dan TOPSIS memperoleh nilai akurasi 90%, presisi 85,7%, dan *recall* 100% dengan *epoch* 100 dan *error rate* 0.01.

Kata Kunci : *Credit Scoring, Backpropagation Neural Network (BPNN), Technique For Others Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).*

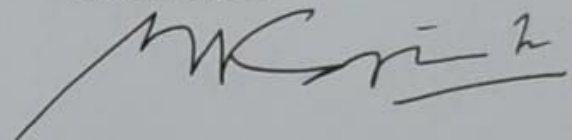
Palembang, Desember 2019

Pembimbing I,



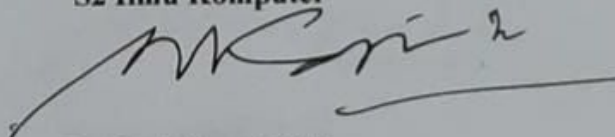
Dr. Ermatita, M.Kom.
NIP. 196709132006042001

Pembimbing II,



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 1966120320060412001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
S2 Ilmu Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 1966120320060412001

**ANALISIS CREDIT SCORING KELAYAKAN DEBITUR
MENGUNAKAN METODE ENSEMBLE BACKPROPAGATION
NEURAL NETWORK (BPNN) DAN TECHNIQUE FOR OTHERS
PEFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)**

Susan Dwi Saputri

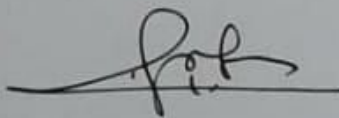
ABSTRACT

Credit scoring has been widely used by the finance company to increase cash flow and sales of the company's products. The advantages of credit scoring are reduced operating costs, bad debt losses, closer monitoring of existing accounts, prioritizing collections, and enabling faster credit decisions making. Therefore, many financial institutions and researchers to developed various models to support credit scoring decisions. Recently, hybrid systems or ensemble method are one of the most promising approaches for complex technical systems analysis. Consequently, in this study using Backpropagation Neural Network (BPNN) and TOPSIS for credit scoring modeling. BPNN were used to classify characteristics of the customers for the segregation of acceptable and unacceptable based on information of a prospective debito, while TOPSIS were used to determine the priority of credit recipients as the final decision. The results showed that the ensemble methods of BPNN and TOPSIS obtained 90% accuracy, 85.7 % precision, and 100% recall with epoch 100 and error rate 0.01.

Keywords: Credit Scoring, Backpropagation Neural Network (BPNN), Technique For Others Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

Palembang, Desember 2019

Pembimbing I,



Dr. Ermatita, M.Kom.
NIP. 196709132006042001

Pembimbing II,



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP.1966120320060412001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
S2 Ilmu Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 1966120320060412001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. <i>Credit Scoring</i>	7
2.2. Sistem Pendukung Keputusan.....	8
2.1. Proses Sistem Pendukung Keputusan.....	9

2.2.1.	Klasifikasi Sistem Pendukung Keputusan	9
2.2.2.	Komponen-Komponen SPK	10
2.2.3	Metode <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (TOPSIS).....	11
2.3.	<i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	13
2.4.1.	Model <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	14
2.4.2.	Karakteristik <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	15
2.4.3.	Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	16
2.4.	Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPPN).....	17
2.5.1.	Fungsi Aktivasi Pada <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPPN)	17
2.5.2.	Algoritma <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN).....	20
2.5.3.	Pengujian dan Evaluasi Klasifikasi	21
2.5.	Penelitian Sebelumnya	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1.	Metode Penelitian	27
3.2.	<i>Dataset</i> Calon Debitur	29
3.3.	Skenario Penelitian	29
3.4.	Eksperimen Metode	30
3.4.1.	Eksperimen Metode <i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN).....	30
3.4.2.	Eksperimen Metode TOPSIS	32
3.5.	Skematik Proses BPNN dan TOPSIS	33
BAB IV HASIL DAN ANALISA		42
4.1.	Hasil Eksperimen	42
4.1.1.	Pengujian Metode BPNN Pada Data Calon Debitur	42
4.1.2.	Perhitungan Perangkingan <i>BPNN</i> dan TOPSIS	44
4.2.	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Sistem Aplikasi	46
4.2.1.	Pemodelan BPNN <i>Credit Scoring</i>	46
4.2.2.	Perhitungan Sistem	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		61

5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Proses Sistem Pendukung Keputusan.....	9
Gambar 2.2 Komponen-komponen SPK.....	10
Gambar 2.3 Jaringan Lapis Tunggal	16
Gambar 2.4 Jaringan Multilapis.....	17
Gambar 2.5 Jaringan Kompetitif.....	17
Gambar 2.6 BPNN.....	18
Gambar 2.7 <i>Sigmoid Biner</i>	19
Gambar 2.8 Ilustrasi <i>4-Fold Cross Validation</i>	22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	27
Gambar 3.2 <i>Pseudocode</i> BPNN.....	31
Gambar 3.3 Arsitektur BPNN dan TOPSIS.....	32
Gambar 3.4 Skematik BPNN.....	33
Gambar 3.5 Skematik TOPSIS.....	34
Gambar 3.6 Skematik <i>Ensemble</i> BPNN dan TOPSIS.....	35
Gambar 4.1 Halaman Beranda.....	42
Gambar 4.2 Pengaturan Komponen Perhitungan.....	43
Gambar 4.3 Pelatihan Data Debitur.....	44
Gambar 4.4 Perhitungan Data Debitur.....	45
Gambar 4.5 Hasil Perhitungan TOPSIS.....	45
Gambar 4.6 Jaringan 5-2-1.....	47
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan.....	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	23
Tabel 3.1 Sampel Uji	36
Tabel 3.2 Normalisasi Awal.....	36
Tabel 3.3 Normalisasi Lanjutan.....	37
Tabel 3.4 Konversi Hasil Prediksi.....	39
Tabel 4.1 Ragam Pengaturan Jaringan.....	43
Tabel 4.2 Data Debitur Awal.....	46
Tabel 4.3 Normalisasi Data Pertama	46
Tabel 4.4 Normalisasi Data Kedua.....	46
Tabel 4.5 Hasil Ranging.....	57
Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan.....	57
Tabel 4.7 <i>Confusion Matrix</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pertanyaan Wawancara.....	L1-L3
Lampiran 2. Publikasi Jurnal Nasional Terakreditasi...L4-L8	L4-L8
Lampiran 3. Lembar Revisi Ujian Tesis II.....	L9-12

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Credit scoring telah banyak digunakan oleh industri keuangan untuk meningkatkan kas dan penjualan produk perusahaan tersebut. Kelebihan dari *credit scoring* adalah mengurangi biaya analisis kredit, pemantauan yang lebih dekat dengan kreditur, dan memungkinkan pengambilan keputusan kredit yang lebih cepat. Hal ini menyebabkan banyak lembaga keuangan dan peneliti mengembangkan berbagai model atau teknik untuk mendukung keputusan penilaian kredit. Tujuan pengembangan model *credit scoring* ini untuk meningkatkan nilai akurasi penilaian, yang berarti calon kreditur yang lebih layak menerima kredit akan diberikan pinjaman, sehingga meningkatkan keuntungan perusahaan, sedangkan calon kreditur yang tidak layak akan ditolak, sehingga dapat mengurangi kerugian.

Model statistik parametrik sederhana, *Linear Discriminant Method* (LDA) dan *logistic regression*, merupakan salah satu model *credit scoring* pertama yang dikembangkan dan paling sering digunakan. Metode LDA dan *logistic regression* memprediksi hasil berdasarkan asumsi hubungan linear antar variabel dan melibatkan *score function* dalam pengambilan keputusan. Namun, baik LDA maupun *logistic regression* yang menekankan hubungan linear antar variabel dapat mengurangi tingkat akurasi karena data kredit biasanya bersifat *multivariate* (Chuang 2010). Untuk mengatasi kekurangan metode statistik konvensional, beberapa model *credit scoring* lain pun diterapkan, salah satunya menggunakan *neural networks*. *Neural networks* dapat memproses data *nonlinear* dan data yang tidak terdistribusi normal (Khemakhem, 2015), selain itu, *Neural networks* telah membuktikan keandalannya diberbagai bidang.

Beberapa penelitian menggunakan *neural network* khususnya dengan metode *Backpropagation Neural Network* (BPNN) telah diterapkan untuk membantu pengambilan keputusan dalam mengevaluasi resiko terkait dengan pemberian kredit. Gante, dkk (2015) menggunakan model BPNN untuk mengevaluasi resiko kredit

dengan 20 *neuron input*, 10 *neuron hidden* dan 1 *neuron output* pada nilai *learning rate* 0,3, dan memperoleh nilai RMSE sebesar 0,4. Sustersic, dkk (2009) mengajukan model *credit scoring* menggunakan BPNN dan memeriksa efisiensinya dengan *logistic regression* sebagai pembanding. Sustersic menguji akurasi penilaian kredit dengan menggunakan *k-fold cross-validation* dan BPNN menunjukkan hasil rata-rata terbaik dengan akurasi 79,3% dibandingkan dengan *logistic regression* nilai rata-rata akurasinya sebesar 76,1%. Penelitian ini juga menjelaskan bahwa *neural network* memiliki kelemahan dalam proses pelatihan yang panjang dan sulit untuk mengidentifikasi tingkat kepentingan setiap variabel input. Doori, dkk (2014) mengajukan metode BPNN dengan berbagai aktivasi fungsi. Percobaan dilakukan dengan menggunakan *dataset* yang terdiri dari 690 data dan 14 atribut. Hasil percobaan menunjukkan bahwa BPNN dengan aktivasi fungsi *sigmoid* memiliki nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan aktivasi fungsi yang lain, yaitu sebesar 92,39%. Penelitian Napitupulu, dkk (2019) juga menggunakan BPNN untuk mengukur resiko kredit nasabah baru. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 86,60% dengan menggunakan 327 data nasabah dan 21 variabel. BPNN dijelaskan memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah data *nonlinear* melalui proses pembelajaran dan dapat menemukan pola dalam data yang tidak dapat dilakukan oleh model statistik. Namun, model statistik dapat digunakan untuk mengeksplorasi hubungan antara variabel, sedangkan BPNN tidak memberikan formulasi nilai dari setiap variabel pada status kredit nasabah baru. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini dalam beberapa tahun terakhir sistem *hybrid* ataupun *ensemble method* menjadi hal yang paling menjanjikan.

Technique For Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) merupakan salah satu metode yang dapat menggambarkan hubungan antara variabel (Wang,2017), sehingga metode TOPSIS dapat digunakan untuk menutupi kekurangan dari *neural network* yang sulit untuk mengidentifikasi tingkat kepentingan setiap variabel input. TOPSIS memiliki kelebihan lain, diantaranya memiliki konsep yang sederhana sehingga komputasinya lebih efisien, kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif sehubungan dengan semua kriteria evaluasi, dan dapat diterapkan dalam menyelesaikan berbagai masalah *Multiple Attribute Decision Making* (MADM). Widianta, dkk (2017) membandingkan berbagai metode MADM (AHP, TOPSIS,

SAW, dan PROMENTHEE) untuk kasus penentuan keputusan penempatan karyawan berdasarkan performansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode TOPSIS memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode MADM lainnya. Ouenniche, dkk (2017) memprediksi kebangkrutan pada industri perbankan berbasis TOPSIS. Hasil empiris menunjukkan kinerja pengklasifikasian menggunakan metode TOPSIS dapat memiliki performansi yang baik, yaitu sebesar 98.82%.

Model *ensemble* dan *assemble* yang mengintegrasikan beberapa metode yang berbeda jelas meningkatkan nilai akurasi klasifikasi yang lebih tinggi (Khasman, 2009). Penelitian menggunakan model *ensemble* antara BPNN dan TOPSIS pernah dilakukan oleh Wang, dkk (2017) untuk mengevaluasi dampak polusi udara dan perkembangan ekonomi pada suatu kota. Metode yang diusulkan pada penelitian ini berhasil mengoptimalkan proses pelatihan bobot pada metode BPNN dan *Bayesian Neural Network*. Zhong, dkk (2018) menggunakan model *ensemble* BPNN dan TOPSIS untuk studi tentang model evaluasi kemampuan inovasi lingkungan pada perusahaan manufaktur. Pada penelitian ini, validitas model diverifikasi dengan membandingkan BPNN-TOPSIS dan algoritma *regression*. Hasil menunjukkan bahwa model BPNN-TOPSIS lebih akurat daripada metode *regression*. Kesalahan prediksi model BPNN relative stabil, *relative error* berada diantara nilai 0.1% ~ 3.2% dan *average relative error* sebesar 1.8 %.

Berdasarkan fakta-fakta diatas, maka penelitian ini menggunakan metode *ensemble* BPNN dan TOPSIS pada pemodelan *credit scoring* untuk menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi. Penelitian ini mengklasifikasi dan melakukan perangkingan calon debitur penerima kredit, dimana data dibedakan menjadi calon debitur yang diterima dengan baik permohonan kreditnya, calon debitur yang diterima dengan catatan, calon debitur yang belum diterima dan calon debitur yang tidak layak diterima. Pada metode TOPSIS digunakan untuk mencari prioritas dengan cara mengurutkan berdasarkan peringkat, dan menentukan prioritas yang paling utama untuk membuat keputusan akhir.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian sebelumnya menggunakan metode klasifikasi BPNN dengan nilai akurasi kurang dari 90% dan belum adanya perangkingan untuk menentukan prioritas

debitur. Pihak bank harus bisa memilih nasabah yang memiliki kapasitas atau tidak untuk membayar kembali kredit yang diberikan. Maka, pihak perbankan perlu melakukan klasifikasi dan perangkaan untuk mempermudah pihak Perbankan menentukan apakah nasabah layak diberikan pinjaman atau tidak. Untuk itu, disusun pertanyaan penelitian seperti berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode BPNN untuk mengklasifikasikan kelayakan calon nasabah atau debitur yang mengajukan permohonan kredit ?
2. Berapa besar nilai akurasi BPNN dengan menggunakan *confusion matrix* ?
3. Bagaimana menjalankan metode TOPSIS untuk melakukan perangkaan kepada hasil yang diperoleh dari klasifikasi BPNN agar diperoleh calon debitur yang diterima dengan baik permohonan kreditnya, calon debitur yang diterima dengan catatan, calon debitur yang belum diterima, calon debitur yang tidak layak diterima ?

1.3. Tujuan

1. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode BPPN dalam pengklasifikasian kelayakan calon nasabah atau debitur.
2. Mengetahui besar nilai akurasi klasifikasi BPNN dengan *confusion matrix*.
3. Melakukan perangkaan dengan TOPSIS dari hasil klasifikasi BPPN kedalam kategori kelas diterima dengan baik, diterima dengan catatan, belum diterima dan tidak layak diterima.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang ditetapkan untuk penelitian ini adalah:

1. Data yang diolah merupakan data primer yang diambil dari salah satu koperasi di Indonesia yang kemudian diolah sesuai kriteria hasil wawancara dengan salah satu bank untuk kebutuhan penelitian.
2. Menerapkan metode yang sifatnya *ensemble* antara BPNN dengan metode TOPSIS pada *credit scoring*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu para analis perbankan untuk lebih selektif memilih calon debitur agar terhindar dari kredit macet atau *Non Performing Loan* (NPL).
2. Mengetahui berapa besar nilai akurasi BPNN dan TOPSIS dalam melakukan klasifikasi dan menganalisis *credit scoring* kelayakan debitur.
3. Menambah pengetahuan tentang *Machine Learning* (ML) dan perpaduannya dengan SPK serta memberi ruang perbandingan bagi penelitian yang lain nantinya

1.6. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan utama:

1. Studi literatur
Tahapan ini diawali dengan studi literatur yang berkaitan dengan bidang pembelajaran mesin (*machine learning*), kredit perbankan, kemudian secara khusus dengan metode dan teknik yang bisa digunakan. Tahapan ini juga dilakukan pengumpulan *recent study* yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu BPNN dengan TOPSIS.
2. Pengumpulan data
Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data untuk digunakan dalam penelitian. Pengolahan data juga dilakukan agar dapat digunakan lebih lanjut.
3. Hipotesis awal
Tahapan ini digunakan untuk menentukan hipotesis awal dari penelitian. Hipotesis awal penelitian adalah metode TOPSIS mampu melakukan pemilihan yang optimal dari hasil klasifikasi BPNN.
4. Perancangan dan pengujian
Tahapan ini dimulai perancangan aplikasi penunjang untuk melakukan pengujian hipotesis. Dataset akan diproses dan diujicoba ke dalam lingkungan sistem yang sudah dibuat.
5. Analisis hasil uji coba

Data hasil eksperimen yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis tersebut, beserta kesimpulan dan saran selanjutnya akan dibuat dalam laporan.

1.7. Sistematika Penulisan

Tahapan sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut :

1. **BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, perumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tesis.

2. **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi landasan teori sebagai bahan referensi untuk penulisan penelitian.

3. **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini berisi penjelasan tentang tahapan dan langkah-langkah kerja yang digunakan untuk sebagai kerangka kerja dalam menyelesaikan tesis.

4. **BAB IV Hasil dan Analisis**

Bab ini menampilkan hasil dan analisa penelitian, dalam bentuk tabel, grafik dan pengukuran performa metode yang diusulkan.

5. **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisikan kesimpulan tentang hasil yang telah diperoleh selama proses penelitian, serta saran-saran untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnott, D., dan Pervan, G. (2014): **A Critical Analysis Of Decision Support Systems Research Revisited: The Rise Of Design Science**. Springer, J Inf Technol 29, hal. 269–293.
- Chuang, C. dan Huang, S. (2010): **A Hybrid Neural Network Approach for Credit Scoring**. Expert Systems, Vol. 28, No. 2.
- Eddy, Y. L., dan Abu Bakar, E. M. N., (2017): **Credit Scoring Models: Techniques and Issues**. Journal of Advanced Research in Business and Management Studies, issue 2 hal. 29-41. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Fan, Y., Yang, Y., dan Qin, Y. (2013): **Credit Scoring Model Based on PCA and Improved Tree Augmented Bayesian Classification**, IEEE, International Conference on Information and Communications Technologies, China, hal. 169-175.
- Hasan, M. S., Mahmood, W., Ebrahim, Z., dan Rahman, M., (2016): **Decision Support System Classification and Its Application in Manufacturing Sector: A Review**. Jurnal Teknologi, UTM, no. 79:1, hal 153-163.
- Jian-Zhong, X. dan Ying, S. (2018): **Study on the Environmental Innovation Capability Evaluation Model of Manufacturing Enterprises based on Entropy Weight TOPSIS-BP Neural Network and Empirical Research**. IEEE, International Conference on Management Science & Engineering, hal. 121-129.
- Kumar, E, dan Sharma, E. (2014): **Artificial Neural Networks-A Study**. International Journal of Emerging Engineering Research and Technology vol. 2, Issue 2, hal 143-148.
- Khemakhem, S. dan Boujelbene, Y. (2015): **Credit Risk Prediction: A Comparative Study between Discriminant Analysis and the Neural Network Approach**: Accounting and Management Information Systems, Vol. 14, No. 1, hal. 60-78.

- Kishore, R., and Kaur, T. (2012): **Backpropagation Algorithm: An Artificial Neural Network Approach for Pattern Recognition**. IJSER. Vol. 3, Issue 6.
- Latuszynska, A. J. (2014): **Multiple-criteria decision analysis using TOPSIS method for internal data**. The Level of Information Society Development Folia Oeconomica Stetin. Vol 13, No. 2, pp. 63-76.
- Mpofu, T. P., dan Mukosera, M. (2012): **Credit Scoring Techniques: A Survey**. International Journal of Science and Research, No. 8, hal. 165-168.
- Napitupulu, T. A. dan Triana, D. (2019): **Measuring Credit Risk of New Customer using Artificial Neural Network Model: A Case of Multi Finance In Indonesia**. International Journal of Scientific & Technology Research, Vol. 8, Issue 10, hal. 3649-3653.
- Ouenniche, J., Perez-Gladish, B., dan Bouslah, K. (2017): **An Out-of-Sample Framework for TOPSIS-based Classifier with Application in Bankruptcy Prediction**. Elsavier, Technological Forecasting & Social Change, hal. 1-6.
- Okesola, O. J., Okokpujie, K. O, Adewale, A. A., John, S. N., dan Omoruyi, O. (2018): **An Improved Bank Credit Scoring Model: A Naïve Bayesian Approach**, International Conference Computer Science, hal. 228-233.
- Rahmayuni, I. (2014): **Klasifikasi data karakteristik mahasiswa menggunakan algoritma C4.5 dan Cart**. Jurnal Teknologi dan Informasi dan Pendidikan. Volume 7, No.1.
- Rojas, R. (2005): **Neural Networks: A Systematic Introduction**. Springer.
- Robbi Rahim, Supriyandi, S., Siahaan, Listyorini, dan Prasetyo, A. (2018): **TOPSIS method application for decision support system in internal control for selecting best employess**. Second International Conference on Statistics, Mathematics, Teaching, and Research. Series 1028.
- Sharma, V., Rai, S., dan Dev, A. (2012): **A Comprehensive Study of Artificial Neural Networks**. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 2, issue 10, hal. 278-284.
- Sutrisno, H., dan Halim, S. (2017): **Credit Scoring Refinement Using Optimized Logistic Regression**, 2017 International Conference on Soft Computing, Intelligent System and Information Technology (ICSIIT), Denpasar, hal. 26-31.

- Sohn, S. Y., Kim, D. H., dan Yoon, J. H. (2016): **Technology Credit Scoring Model with Fuzzy Logistic Regression**, vol. 43, hal. 150-158.
- Tansel, Y. dan Yurdakul, M. (2010): **Development of a Quick Credibility Scoring Decision Support System using Fuzzy TOPSIS**. Elsevier, Expert System with Applications, vol. 37, hal. 567-574.
- Turban, E., Aronson, J. E., dan Liang, T. P. (1998): **Decision Support System and Intelligent Systems**, Prentice Hall: Upper Saddle.
- Wang, Q., Dai, H., dan Wang, H. (2017): **A Smart MCDM Framework to Evaluate the Impact of Air Pollution on City Sustainability: A Case Study from China**. MDPI Journal, vol. 9, no. 911, hal. 1-17.
- Wang, Y, Ni Sherry, X., dan Stone, B. (2018): **A Two Stage Hybrid Model by Using Artificial Neural Network as Feature Construction Algorithms**, vol. 8, no.6, pp. 01-18.
- Widianta, M. M. D., Rizaldi, T., Setyohadi, D. P. S., dan Riskiawan, H. Y. (2017): **Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods (AHP, TOPSIS, SAW, & PROMENTHEE) for Employee Placement**. The 2nd International Joint Conference on Science and Technology (IJCST), IOP Publishing, hal.1-6.
- Zhang, X., Yang, Y., dan Zhou, Z. (2018): **A novel Credit Scoring Model Based on Optimized Random Forest**. IEEE CCWC, vol. 2018 Januari, pp. 60-65.
- Zhang, X., dan Zhou, Z. (2018): **Credit Scoring Model based on Kernel Density Estimation and Support Vector Machine for Group Feature Selection**, International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Bangalore, hal. 1829-1836.
- Zhao, Z., Xu, S. Kang, B., Kabir, M. J., dan Liu, Y. (2015): **Investigation and Improvement of Multi-layer Perceptron Neural Networks for Credit Scoring**, vol. 42, no. 7, pp. 3508-3516.