

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST*  
BERDASARKAN *RESAMPLING K-FOLD CROSS VALIDATION***

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
di Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

**Oleh:**

**HUTVINA LATIFATUSSOLEHAH**

**08011281924046**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST*  
BERDASARKAN *RESAMPLING K-FOLD CROSS VALIDATION***

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Matematika**

**Oleh:**

**HUTVINA LATIFATUSSOLEHAH  
NIM. 08011281924046**

**Indralaya, 01 Agustus 2023**

**Pembimbing Kedua**



**Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si  
NIP. 19770208 200212 2 003**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Yulia Resti, S.Si., M.Si  
NIP. 19730719 199702 2 001**

**Mengetahui**  
**an. Ketua**  
**Sekretaris Jurusan Matematika**



**Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si  
NIP. 19730321 200012 2 001**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Hutvina Latifatussolehah  
NIM : 08011281924046  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan sarjana satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”**

**(QS. Al-Baqarah 2: Ayat 286)**

*“People always worry about the uncertainty of the future. They fear it, and they are distressed over the past that they cannot change. But the only thing that you can control is the present. The past is the past, the present is the present, and the future is the future. If you put too much meaning into them and then they will torment you”*

*(Min Yoongi)*

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

- Allah SWT
- Orang Tuaku Tercinta
- Kakak dan Abangku
- Dosenku
- Teman Seperjuangan
- Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Klasifikasi Tingkat Risiko Kredit Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Random Forest* Berdasarkan *Resampling K-fold Cross Validation*”**”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala rasa hormat dan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-sebesarannya kepada kedua orang tua tercinta, yaitu **Drs. Darul Ulum** dan **Harmonis** yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasihat, dukungan moril maupun materil, serta kesabaran yang luar biasa kepada penulis disetiap langkah hidup penulis, yang merupakan suatu anugerah terindah bagi penulis. Semoga dengan terselesaikannya skripsi ini penulis menjadi anak yang dapat dibanggakan.

Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bantuan, doa, kerjasama dan kemudahan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak **Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.**, selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

3. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si.**, selaku Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Dr. Yulia Resti, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Pembimbing utama yang memberikan bimbingan, arahan, nasihat, saran, dan ilmu serta pembelajaran sehingga skripsi dapat diselesaikan.
5. Ibu **Endang Sri Kresnawati, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Pembimbing kedua telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat, saran, dan ilmu serta pembelajaran sehingga skripsi dapat diselesaikan.
6. Bapak **Dr. Bambang Suprihatin, S.Si., M.Si** dan Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd** selaku Dosen Pembahas yang telah bersedia memberikan saran dan tanggapan untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. **Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staff di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** atas ilmu dan nasehat yang diberikan semasa perkuliahan.
9. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
10. Kakak dan Abang penulis yaitu **Nurlaila Adhani, S.E., M.E., Dian Hayati, S.E., M.Ak.**, dan **Leary Irawan, S.Pt** yang selalu memberikan doa, motivasi, perhatian, dan dukungan kepada penulis selama ini serta Keponakan penulis tersayang, yaitu **Kanaya Assyifa Irawan** dan **Khalfani Albiansyah Irawan**

yang memberikan banyak makna arti kehidupan, kebahagiaan, cinta, kasih sayang dan memotivasi penulis untuk selalu menjadi pribadi yang baik setiap harinya.

11. Sahabat penulis, **Thessalonika Surya** dan **Thasya Ivonne Haldis** yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
12. Sahabat di Jurusan Matematika, **Rayhannul Suci** dan **Febrianti Dwi Nur'aini** yang telah berjuang bersama, menemani di suka dan duka, selalu mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis di masa perkuliahan.
13. Sahabat di SMA, **Meyna, Diana, Afifah, Dita, Sisi, Ifa, Rizki Dwi,** dan **Farhan** yang selalu memberikan dukungan yang sangat berarti kepada penulis.
14. Teman-Teman KKN Kebangsaan Desa Kantan Dalam di Kalimantan Tengah, **Fifi, Shindy, Saras, Elsa, Sonia, Anggi, Riki, Manuel,** dan **Ardi** yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
15. Teman-teman seperjuangan skripsi **Maulidiya, Afhriza, Deka, Ayu, Elisa, Lely, Niluh,** dan **Sherly** yang memberikan bantuan selama penyelesaian skripsi.
16. Teman-teman seperjuangan Matematika 2019 yang telah membantu dan menemani masa perkuliahan dari awal hingga akhir.
17. Kak **Fahira Anggraini** yang memberikan banyak bantuan kepada penulis selama penyelesaian skripsi.

18. Semua pihak yang telah membantu namun tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan dan bantuan selama penulis dalam menyelesaikan skripsi.

19. **Hutvina Latifatussolehah**, terima kasih telah bertahan, tetap kuat dan tetap berjuang setelah apa yang dilalui selama ini. Terima kasih atas tenaga, pikiran, kesabaran serta keinginan untuk terus belajar sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis berharap skripsi ini bisa bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi yang membutuhkan terutama mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Indralaya, 31 Juli 2023

Penulis



***CLASSIFICATION OF CREDIT RISK LEVEL  
USING FUZZY RANDOM FOREST METHOD  
BASED ON RESAMPLING K-FOLD CROSS VALIDATION***

By:

**HUTVINA LATIFATUSSOLEHAH**

**08011281924048**

**ABSTRACT**

Credit is currently growing very rapidly because it is used as a payment mechanism among the public, but the credit provided does not rule out the possibility of having a high risk. Classifying potential debtors is one way to help reduce credit risk. Credit risk levels are classified in this study using the Fuzzy Random Forest method based on K-Fold Cross Validation Resampling. The University of California Irvine (UCI) Machine Learning Repository's Approval Credit Card Taiwan Dataset was the dataset used in this study. The steps in this research are discretizing the data, forming fuzzy sets on numeric variables with membership functions, dividing the training data and test data, forming a decision tree with the Random Forest algorithm, then calculating the accuracy. The results showed that the average values for Accuracy, Precision, Recall, and FScore were 81.99%, 68.39%, 35.27% and 46.53% which indicates that the Fuzzy Random Forest method in this dataset is better at predicting credit that is not high risk than high risk.

Keywords: Credit Risk, K-Fold Cross Validation, Fuzzy Random Forest.

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT**  
**DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY RANDOM FOREST***  
**BERDASARKAN *RESAMPLING K-FOLD CROSS VALIDATION***

Oleh:

**HUTVINA LATIFATUSSOLEHAH**  
**08011281924048**

**ABSTRAK**

Kredit saat ini berkembang sangat pesat karena digunakan sebagai mekanisme pembayaran dikalangan masyarakat, namun kredit yang diberikan tidak menutup kemungkinan memiliki resiko yang tinggi. Mengklasifikasikan calon debitur merupakan salah satu cara untuk membantu mengurangi risiko kredit tersebut. Tingkat risiko kredit pada penelitian ini diklasifikasikan dengan menggunakan metode *Fuzzy Random Forest* Berdasarkan *Resampling K-Fold Cross Validation*. *Approval Credit Card Dataset* Taiwan dari *University of California Irvine (UCI) Machine Learning Repository* adalah dataset yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah dalam penelitian ini adalah mendiskritisasi data, membentuk himpunan *fuzzy* pada variabel numerik dengan fungsi keanggotaan, membagi data latih dan data uji, membentuk pohon keputusan dengan algoritma *Random Forest*, kemudian menghitung akurasi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *FScore* sebesar 81,99%, 68,39%, 35,27% dan 46,53% yang menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Random Forest* pada dataset ini lebih baik dalam memprediksi kredit yang tidak berisiko tinggi daripada yang berisiko tinggi.

**Kata kunci:** Risiko Kredit, *K-Fold Cross Validation*, *Fuzzy Random Forest*.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Kredit .....	6
2.1.1 Prinsip-Prinsip Perkreditan .....	7
2.1.2 Kredit Macet .....	8
2.2 <i>Statistical Machine Learning</i> .....	9
2.3 Klasifikasi .....	10
2.4 Diskritisasi .....	11
2.5 Metode <i>Random Forest</i> .....	11
2.6 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	12
2.7 Fungsi Keanggotaan .....	14
2.8 <i>Fuzzy Random Forest</i> .....	18
2.9 <i>K-Fold Cross Validation</i> .....	20
2.10 <i>Confusion Matrix</i> .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23

3.1	Tempat .....	23
3.2	Waktu .....	23
3.3	Metode Penelitian.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>26</b>
4.1	Deskripsi Data .....	26
4.2	Diskritisasi Data .....	28
4.3	Klasifikasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy Random Forest</i> .....	32
4.3.1	Menentukan Himpunan Universal .....	33
4.3.2	Menentukan Nilai Keanggotaan <i>Fuzzy</i> .....	43
4.3.3	<i>Resampling K-Fold Cross Validation</i> .....	47
4.3.4	<i>Fuzzy Random Forest</i> .....	48
4.4	Analisis Hasil .....	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>70</b>
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>71</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>75</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Confusion Matrix .....	21
Tabel 4.1 Deskripsi Data.....	26
Tabel 4.2 Range nilai rata-rata variabel $X_1, X_5, X_{12}$ hingga $X_{23}$ .....	29
Tabel 4.3 Batasan semua kategori dari masing-masing variabel .....	30
Tabel 4.4 Hasil diskritisasi data .....	32
Tabel 4.5 Interval himpunan fuzzy variabel prediktor $X_1$ .....	33
Tabel 4.6 Himpunan fuzzy variabel prediktor $X_1$ .....	33
Tabel 4.7 Interval himpunan fuzzy variabel prediktor $X_5$ .....	35
Tabel 4.8 Himpunan fuzzy variabel prediktor $X_5$ .....	36
Tabel 4.9 Interval himpunan fuzzy variabel prediktor $X_{12}$ .....	38
Tabel 4.10 Himpunan fuzzy variabel prediktor $X_{12}$ .....	38
Tabel 4.11 Interval himpunan fuzzy variabel prediktor $X_{13}$ hingga $X_{23}$ .....	40
Tabel 4.12 Himpunan fuzzy variabel prediktor $X_{13}$ hingga $X_{23}$ .....	42
Tabel 4.13 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor $X_1$ .....	44
Tabel 4.14 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor $X_5$ .....	45
Tabel 4.15 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor $X_{12}$ .....	46
Tabel 4.16 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor $X_{13}$ hingga $X_{23}$ .....	46
Tabel 4.17 Nilai keanggotaan terbesar pada dataset penelitian .....	47
Tabel 4.18 data train pada $k = 1$ .....	47
Tabel 4.19 data test pada $k = 1$ .....	48
Tabel 4.20 Sampel pohon pertama .....	48
Tabel 4.21 Perhitungan entropy dan gain pada variabel $X_2, X_4, X_{11}, X_{20}$ , dan $X_{23}$ . .....	53
Tabel 4.22 Perhitungan entropy dan gain pada variabel $X_2, X_3, X_4, X_8$ , dan $X_{11}$ . .....	55
Tabel 4.23 Perhitungan entropy dan gain pada variabel $X_2, X_4, X_6, X_7$ , dan $X_{11}$ . .....	57
Tabel 4.24 Perhitungan entropy dan gain pada variabel $X_{10}, X_{13}, X_{14}, X_{18}$ , dan $X_{21}$ ... ..	60
Tabel 4.25 Perhitungan entropy dan gain pada variabel $X_5, X_9, X_{12}, X_{14}$ , dan $X_{22}$ . .....	62
Tabel 4.26 Prediksi dengan Random Forest .....	66
Tabel 4.27 Confusion Matrix Algoritma Random Forest .....	66
Tabel 4.28 Accuracy, precision, recall, fscore seluruh model Random Forest .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk kurva-S pertumbuhan .....	15
Gambar 2.2 Bentuk kurva-S penyusutan .....	16
Gambar 2.3 Bentuk kurva trapesium.....	17
Gambar 4.1 pohon keputusan root node.....	54
Gambar 4.2 pohon keputusan node 1.1 .....	56
Gambar 4.3 pohon keputusan node 1.1.1 .....	59
Gambar 4.4 pohon keputusan node 1.1.1.1 .....	61
Gambar 4.5 pohon keputusan pertama .....	63
Gambar 4.6 pohon keputusan kedua .....	65
Gambar 4.7 pohon keputusan ketiga .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Himpunan fuzzy variabel prediktor $X_{13}$ hingga $X_{23}$ .....	75
Lampiran 2. Hasil Pohon Keputusan Fuzzy Random Forest .....	81
Lampiran 3. Hasil Pohon Keputusan kedua Fuzzy Random Forest.....	83
Lampiran 4. Hasil Pohon Keputusan Fuzzy Random Forest .....	84
Lampiran 5. Hasil Prediksi Random Forest .....	85

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Masyarakat umumnya saat ini menggunakan kredit sebagai salah satu mekanisme pembayaran, sehingga permintaan kredit pada bank berkembang dengan sangat pesat. Tujuan utama kredit adalah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan memfasilitasi perdagangan, jasa, produksi dan bahkan konsumsi yang diarahkan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia (Hozeng dan Aisa, 2016).

Bank dapat memaksimalkan pemberian kredit kepada masyarakat umum saat menjalankan tugasnya, akan tetapi kredit bank yang diberikan tidak menutup kemungkinan memiliki risiko yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan potensi terjadinya suatu kejadian yang bisa merugikan bank, seperti debitur tidak bisa membayar angsuran (Pernama dan Purnomo, 2023). Berdasarkan Peraturan Bank Indonesia (2018), risiko kredit adalah risiko yang terkait dengan kegagalan debitur atau pihak lain untuk memenuhi kewajibannya kepada bank sesuai dengan persyaratan yang disepakati bersama. Menurut Damanik *et al.* (2019), mengklasifikasikan kemungkinan calon debitur menjadi peminjam yang baik atau buruk dapat membantu menurunkan risiko yang terlibat dan berpotensi mencegah kredit macet.

Beberapa peneliti mengklasifikasi tingkat kelancaran pembayaran kredit menggunakan *machine learning* untuk menilai kemampuan debitur dalam



membayar kredit dan membantu pengambilan keputusan pemberian kredit. Menurut Leo *et al.* (2019), *Machine learning* merupakan persimpangan ilmu komputer, teknik dan statistik sebagai alat yang dapat diterapkan untuk berbagai masalah terutama dibidang yang membutuhkan klasifikasi dan prediksi. Salah satu teknik yang paling sering digunakan dalam *machine learning* adalah klasifikasi (Arora and Kaur, 2019). Klasifikasi adalah jenis analisis data yang digunakan untuk mendapatkan model data yang berisi kelas (Prasetya, 2020).

Pada pengklasifikasian, terdapat beberapa jenis metode yang bisa digunakan, salah satunya adalah *fuzzy random forest*. *Fuzzy random forest* adalah sistem pengklasifikasi berganda yang merupakan gabungan dari *random forest* dan himpunan *fuzzy* (Bonissone *et al.*, 2010). Himpunan *fuzzy* memudahkan pekerjaan dalam situasi atau data yang tidak pasti atau ambigu dan dapat memecahkan masalah pada data yang tidak lengkap (Davvaz *et al.*, 2021). Menurut Speiser *et al.* (2019), *random forest* merupakan metode pada *machine learning* yang terbaik untuk membuat model klasifikasi. *Random forest* membangun banyak pohon keputusan dan menghasilkan kelas yang merupakan model kelas dari masing-masing pohon (Matteis *et al.*, 2015).

*Random forest* memiliki kelebihan yaitu kemampuan untuk meningkatkan hasil yang akurat jika data hilang dan efisiensi dalam penyimpanan data. Untuk berkinerja lebih baik, *random forest* juga berisi prosedur seleksi fitur di mana ia dapat memilih fitur terbaik. *Random forest* dapat secara efektif menangani data besar dengan parameter rumit menggunakan seleksi fitur (Supriyadi *et a.*, 2020).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *resampling k-fold cross validation*. *Cross validation* merupakan teknik validasi model untuk menentukan seberapa baik hasil statistik penelitian yang akan menggeneralisasi kumpulan data yang berbeda. Teknik ini sebagian besar digunakan untuk membuat prediksi model dan menghitung akurasi dari model prediktif. *K-fold cross validation* merupakan salah satu metode *cross validation* yang membagi data menjadi K-bagian dari himpunan data berukuran sama (Aziz *et al.*, 2020). Menurut Hanum dan Zailani (2020), Nilai K sering diuji hingga sepuluh kali yang sering disebut dengan *10-fold cross validation*.

Penelitian yang memakai data yang sama dengan penelitian ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti namun dengan metode yang berbeda, belum ada yang menggunakan metode *fuzzy random forest*. Anggraini pada tahun 2022 menggunakan metode *random forest* mendapatkan hasil akurasi sebesar 78,10% dan Leliani pada tahun 2023 menggunakan metode *Naïve Bayes* dan *Fuzzy Naïve Bayes* didapatkan hasil akurasi sebesar 79,10% dan 80,23%.

Ada juga peneliti yang melakukan penelitian dengan metode *fuzzy random forest* tetapi menggunakan data yang berbeda dengan penelitian ini. Penelitian yang ditulis oleh Neardiaty pada tahun 2022 mengenai pengklasifikasian hama dan penyakit tanaman jagung mendapatkan rata-rata nilai akurasi sebesar 92,50% yang menunjukkan bahwa metode tersebut mendapatkan nilai akurasi yang sangat baik.

Zeinulla *et al.* pada tahun 2020 menulis sebuah penelitian mengenai diagnosis penyakit jantung yang efektif pada data yang tidak lengkap. Hasil

penelitiannya menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki nilai akurasi sebesar 93,4%, artinya metode tersebut menghasilkan nilai akurasi yang sangat baik.

Mehr *et al.* (2020) mencoba membandingkan metode *Fuzzy Random Forest* dengan metode *Fuzzy Decision Tree* dalam tulisannya mengenai Klasifikasi dan Prediksi Kekeringan Meteorologis di Daerah Tangkapan Air yang Tidak Terukur. Penelitian tersebut mendapatkan nilai akurasi sebesar 68,59% untuk metode *Fuzzy Decision Tree* dan 71,73% untuk metode *Fuzzy Random Forest* yang menunjukkan bahwa *Fuzzy Random Forest* lebih akurat dibandingkan *Fuzzy Decision Tree*.

Dari penelitian sebelumnya didapatkan kesimpulan bahwa penelitian yang menggunakan metode *fuzzy random forest* lebih akurat dibandingkan metode lainnya seperti *random forest* dan *fuzzy decision tree*. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk mengklasifikasi tingkat risiko kredit dengan menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *resampling k-fold cross validation*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana kinerja pada pengklasifikasian tingkat risiko kredit menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *resampling k-fold cross validation*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah *Approval Credit Card Dataset* Taiwan dari *Machine Learning Repository University of California Irvine* (UCI).

Data yang digunakan berukuran 30000 data dan terdiri dari 23 variabel *independent* dan 1 variabel *dependent*.

2. Dalam penelitian ini, pembagian data menggunakan *K-fold Cross Validation* dengan 10 *folds*.
3. Penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* seperti kurva sigmoid pertumbuhan, kurva sigmoid penyusutan dan kurva trapesium.
4. Pengujian kinerja dalam penelitian ini hanya menggunakan nilai *accuracy, precision, recall, dan Fscore*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja *fuzzy random forest* dalam pengklasifikasian tingkat risiko kredit berdasarkan *k-fold cross validation* melalui nilai *accuracy, precision, recall, dan Fscore*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan sebagai penambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis serta pembaca tentang pengklasifikasian pada tingkat risiko kredit dengan menggunakan metode *fuzzy random forest* berdasarkan *k-fold cross validation*.
2. Penelitian ini untuk mengetahui hasil kinerja *fuzzy random forest* dalam pengklasifikasian pada tingkat risiko kredit berdasarkan *k-fold cross validation* melalui nilai *accuracy, precision, recall, dan Fscore*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T., & Wahjusaputri, S. (2018). *Bank & Lembaga Keuangan*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Agarwal, S. (2014). Data mining: data mining concepts and techniques. *International Conference on Machine Intelligence Research and Advancement*, pp. 203-207.
- Anggraini, F. (2022). *Prediksi Tingkat Risiko Kredit dengan Random Over-Under Sampling pada Metode Ensemble menggunakan Algoritma Decision Tree ID3, Random Forest dan Regresi Logistik Biner*. Skripsi Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya. Dipublikasikan.
- Arora, N., & Kaur, P. D. (2019). A bolasso based consistent feature selection enabled random forest classification algorithm: an application to credit risk assessment. *Applied Soft Computing Journal*, pp. 1-28.
- Aziz, H., et al.. (2020). Performa klasifikasi K-NN dan Cross Validation pada data pasien pengidap penyakit jantung. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), pp. 81-86.
- Bonissone, P., et al.. (2010). A fuzzy random forest. *International Journal of Approximate Reasoning*, 51(7), pp. 729-747.
- Damanik, H. J., et al.. (2019). Penerapan algoritma naive bayes untuk penentuan risiko kredit kepemilikan kendaraan bermotor. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1(56), pp. 501-511.
- Davvaz, B., et al.. (2021). Himpunan fuzzy dan rough sets. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(1), pp. 79-94.
- Han, J., et al.. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques Third Edition*. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hanum, N. L., & Zailani, A. U. (2020). Penerapan algoritma klasifikasi random forest untuk penentuan kelayakan pemberian kredit di koperasi mitra sejahtera. *Journal of Technology Information*, 6(1), pp. 7-14.
- Hasan, N. I. (2014). *Pengantar Perbankan*. Jakarta: Gaung Persada Press Group.
- Hastie, T., et al.. (2008). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction (Second Edition)*. Stanford: Springer.
- Hidayanti, I., et al.. (2020). Perbandingan dan analisis metode klasifikasi untuk menentukan konsentrasi jurusan. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 11(1), pp. 16-21.

- Hozeng, S., & Aisa, S. (2016). Aplikasi data mining dengan menggunakan metode decision tree untuk prediksi penentuan resiko kredit. *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 5(2), pp. 1-10.
- Ismail, M., *et al.* (2015). Implementasi logika fuzzy untuk akuisi data berbasis web server. *Prosiding SNATIF*, pp. 221-228.
- Jayanto, D. D., *et al.* (2021). Analisis perbandingan metode penggalian data dalam credit approval process. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(9), pp. 4382-4391.
- Khamidah, F. S., *et al.* (2018). Implementasi fuzzy decision tree untuk prediksi gagal ginjal kronis. *Journal of Information Technology*, 3(1), pp. 19-28.
- Kubben, P., *et al.* (2019). *Fundamentals of Clinical Data Science*. Switzerland: This Springer imprint.
- Leliani. (2023). *Klasifikasi Tingkat Risiko Kredit Menggunakan Metode Naïve Bayes dan Fuzzy Naïve Bayes dengan Teknik K-Fold Cross Validation*. Skripsi Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya. Dipublikasikan.
- Leo, M., *et al.* (2019). Machine learning in banking risk management: a literature review. *risks*, 7(1), pp. 1-22.
- Leonardo, R., *et al.* (2020). Perbandingan metode random forest dan naïve bayes dalam prediksi keberhasilan klien telemarketing. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, 3(2), pp. 455-459.
- Markoulidakis, I., *et al.* (2021). Multiclass confusion matrix reduction method and its application on net promoter score classification problem. *technologies*, 9(4), pp. 1-22.
- Matteis, A. D., *et al.* (2015). A new approach to fuzzy random forest generation. *2015 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pp. 1-8.
- Mehr, A.D., *et al.* (2020). A novel fuzzy random forest model for meteorological drought classification and prediction in ungauged catchments. *Pure and Applied Geophysics*, pp. 1-14.
- Nasution, D. A., *et al.* (2019). Perbandingan normalisasi data untuk klasifikasi wine menggunakan algoritma K-NN. *Journal of Computer Engineering System and Science*, 4(1), pp. 78-82.
- Neardiaty, A. (2022). *Klasifikasi Hama dan Penyakit Tanaman dan Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Fuzzy Random Forest berdasarkan Resampling Repeated K-fold Cross Validation*. Skripsi Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya. Dipublikasikan.

- Nugroho, Y. S., & Emiliyawati, N. (2017). Sistem klasifikasi variabel tingkat penerimaan konsumen terhadap mobil menggunakan metode random forest. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), pp. 24-29.
- Pernama, B., & Purnomo, H. D. (2023). Analisis risiko pinjaman dengan metode support machine, artificial neural network dan naive bayes. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 7(1), pp. 92-99.
- Pradana, A. C., *et al.* (2018). Implementasi algoritma binary particle swarm optimization (BPSO) dan C4.5 decision tree untuk deteksi kanker berdasarkan Klasifikasi microarray data. *e-Proceeding of Engineering*, 5(3), pp. 7665-7681.
- Prasetya, R. (2020). Penerapan teknik data mining dengan algoritma classification tree untuk prediksi hujan. *Jurnal Widya Climago*, 2(2), pp. 13-23.
- Prasojo, B., & Haryatmi, E. (2021). Analisa prediksi kelayakan pemberian kredit pinjaman dengan metode random forest. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(2), pp. 79-89.
- Rahim, A., *et al.* (2020). Convolutional neural network untuk klasifikasi penggunaan masker. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(2), pp. 109-115.
- Rindengan, A. J., & Langi, Y. A. (2019). *Sistem Fuzzy*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo.
- Romansyah, F., *et al.* (2009). Fuzzy decision tree dengan algoritme ID3 pada data diabetes. *Internetworking Indonesia Journal*, 1(2), pp. 45-52.
- Sambasivan, R., *et al.* (2020). A bayesian perspective of statistical machine learning for big data. *Computational Statistics*, 35(3), pp. 893-930.
- Setiawan, Yayan. (2020). Sistem pendukung pengambilan keputusan rekrutmen guru menggunakan Logika fuzzy tahani. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(2), pp. 253-266.
- Speiser, J. L., *et al.* (2019). A comparison of random forest variable selection methods for classification prediction modeling. *Elsevier*, 134(8), pp. 93-101.
- Sudarmanto, E., *et al.* (2021). *Manajemen Risiko Perbankan*. Medan: Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Supriyadi, R., *et al.* (2020). Penerapan algoritma random forest untuk menentukan kualitas anggur merah. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, 13(2), pp. 67-75.

- Umadevi, S., & Marseline, K. J. (2017). A survey on data mining classification algorithms. *2017 International Conference on Signal Processing and Communication*, pp. 264-268.
- Wafiyah, F., *et al.* (2017). Implementasi algoritma modified k-nearest neighbor (MKNN) untuk klasifikasi penyakit demam. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(10), pp. 1210-1219.
- Wahyuni, I. (2021). *Logika Fuzzy Tahani*. Yogyakarta: Komojoyo Press.
- Wardani, A. R., *et al.* (2017). Aplikasi logika fuzzy dalam mengoptimalkan produksi minyak kelapa sawit di PT. waru kaltim plantation menggunakan metode mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 12(2), pp. 94-103.
- Widjaja, A., *et al.* (2018). Pelaksanaan eksekusi jaminan hak tanggungan dalam penyelesaian kredit macet di lembaga perbankan. *JIPPK*, 3(1), pp. 1-7.
- Zeinulla, E., *et al.* (2020). Effective diagnosis of heart disease imposed by incomplete data based on fuzzy random forest. *2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pp. 1-9.