

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT
MENGUNAKAN *FUZZY DECISION TREE*
BERDASARKAN *K-FOLD CROSS VALIDATION***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di
Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

Oleh :

NILUH MUTIARA KOMALA AYU

08011281924028



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT
MENGUNAKAN FUZZY DECISION TREE
BERDASARKAN K-FOLD CROSS VALIDATION**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di
Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

Oleh

**NILUH MUTIARA KOMALA AYU
08011281924028**

Pembimbing Kedua



**Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si
NIP. 19640926 199092 1 002**

Indralaya, 31 Juli 2023

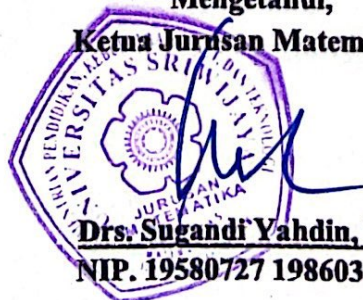
Pembimbing Utama



**Des Alwine Zayanti, S.Si., M.Si
NIP. 19701204 199802 2 001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika



**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1003**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Niluh Mutiara Komala Ayu

NIM : 08011281924028

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.

Indralaya, 2 Agustus 2023



Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Tiada yang sulit jika Hyang Widhi memudahkan.

Tiada yang berat jika hyang Widhi meringankan.

Tiada yang mampu melawan jika Hyang Widhi berkehendak”

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1. Ida Sang Hyang Widhi Wasa**
- 2. Mama dan Papa**
- 3. Keluarga Besarku**
- 4. Dosen**
- 5. Sahabat dan Temanku**
- 6. Almamater**

KATA PENGANTAR

Om Swastyastu

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Klasifikasi Tingkat Risiko Kredit Menggunakan *Fuzzy Decision Tree* Berdasarkan *K-Fold Cross Validation*”** dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi penulis untuk meraih gelar Sarjana Sains bidang Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua tercinta, yaitu **Bapak Ketut Badre** dan **Ibu Ni Nyoman Jati** yang telah mendidik, menuntun, menasehati, memberi semangat dan perhatian serta selalu berdo'a yang terbaik untuk anaknya. Penulis juga mengucapkan terima kasih 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 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas

Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.

4. Ibu **Des Alwine Zayanti, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Kedua sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Ibu **Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si** dan ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu **Dr. Yulia Resti, S.Si., M.Si** selaku Ketua Seminar skripsi yang telah memberikan arahan, saran, serta mengatur jalannya seminar sehingga dapat berjalan dengan baik.
8. Bapak **Ali Amran, M.T** selaku Sekretaris seminar skripsi yang telah membantu dan memberikan catatan serta masukan yang sangat berguna bagi penulis.
9. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasihat serta motivasi selama penulis menjalani perkuliahan.

10. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai tata usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
11. Sahabat-sahabatku anggota **Grup Cabs, Tete Dian, Yuk Tasa, Supen, Mbak Deka, Iko,** dan **Fajar** terimakasih atas dukungan, semangat dan kebersamaannya.
12. Teman seperjuangan skripsi **Leliani, Ayu Dwi Pangesti, Nadia Vionica, Silvi Lisandi, Khoirotun Nisa** dan adikku **Vira Ardhana** terima kasih untuk saling menguatkan, mengajarkan, memberikan kesan yang berbagi ilmu dan saling mengajarkan dan bantuan selama proses penyelesaian skripsi ini.
13. Kakak-kakak tingkat Angkatan 2017, 2018, dan adik-adik tingkat angkatan 2020, dan 2021 atas bantuan selama perkuliahan.
14. Semua **pihak** yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini hanya ucapan terima kasih yang dapat penulis berikan.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan semua pihak yang memerlukan.

Om Swastyastu.

Indralaya, 31 Juli 2023

Penulis

**CREDIT RISK LEVELS CLASSIFICATION
USING FUZZY DECISION TREE
WITH K-FOLD CROSS VALIDATION**

By:

NILUH MUTIARA KOMALA AYU

08011281924028

ABSTRACT

The role of credit is quite dominant in a developing country in order to develop economic potential. However, before granting credit, the accuracy of the initial assessment of prospective borrowers needs to be done to reduce the risk of bad credit. By proposing an effective data mining classification method, it is estimated that it can predict which prospective borrowers are eligible for a loan. This study aims to classify credit risk levels by using k-fold cross validation sampling on the fuzzy decision tree method with the C4.5 algorithm which combines fuzzy set theory and C4.5 decision tree. The data used in this study were 30,000 data with 24 variables, of which there were 9 categorical variables, 14 predictor variables and 1 response variable. Using 10-fold cross validation produces 1 fold as test data and 9 folds as train data. At the classification stage, it is found that the variable Payment 1 has a greater influence than the color of the other variables so that Payment 1 is used as the root node. This research resulted in an average percentage accuracy of 82.06%, precision of 68.44%, recall of 34.69%, and fscore of 45.97%.

Keyword: Credit Risk, Fuzzy Set, K-Fold Cross Validation, Fuzzy Decision Tree C4.5

**KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO KREDIT
MENGUNAKAN *FUZZY DECISION TREE*
BERDASARKAN *K-FOLD CROSS VALIDATION***

Oleh:

NILUH MUTIARA KOMALA AYU

08011281924028

ABSTRAK

Peranan kredit cukup dominan pada suatu negara yang sedang berkembang dalam rangka mengembangkan potensi ekonomi. Namun sebelum pemberian kredit, keakuratan penilaian awal calon debitur perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kredit macet. Dengan mengusulkan metode klasifikasi *data mining* yang efektif diperkirakan dapat memprediksi calon peminjam mana yang berhak mendapatkan pinjaman. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengklasifikasikan tingkat risiko kredit dengan menggunakan *sampling k-fold cross validation* pada metode *fuzzy decision tree* dengan algoritma C4.5 yang menggabungkan teori himpunan *fuzzy* dan *decision tree* C4.5. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 30000 data dengan 24 variabel, dimana terdapat 9 variabel kategorik, 14 variabel prediktor dan 1 variabel respon. Dengan menggunakan *10 fold cross validation* menghasilkan 1 fold sebagai data *test* dan 9 fold data *train*. Pada tahapan klasifikasi diperoleh bahwa variabel *Payment* 1 mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan variabel lainnya sehingga *Payment* 1 dijadikan sebagai *root node*. Penelitian ini menghasilkan rata-rata persentase nilai *accuracy* sebesar 82,06%, *precision* sebesar 68,44%, *recall* sebesar 34,69%, dan *fscore* sebesar 45,97%.

Kata Kunci: Risiko Kredit, Himpunan *Fuzzy*, *K-Fold Cross Validation*, *Fuzzy Decision Tree* C4.5

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kredit	6
2.1.1 Prinsip Pemberian Kredit	7
2.1.2 Unsur-Unsur Kredit	9
2.1.3 Prosedur Pemberian Kredit	10
2.1.4 Risiko Kredit	10
2.2 <i>Machine Learning</i>	11
2.3 Klasifikasi	12
2.4 Diskritisasi	12
2.5 <i>K-Fold Cross Validation</i>	13
2.6 <i>Decision Tree</i>	14
2.6.1 Algoritma C4.5.....	15
2.7 Himpunan <i>Fuzzy</i>	18

2.8 Fungsi Keanggotaan	18
2.9 <i>Confusion Matrix</i>	21
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Tempat	24
3.2 Waktu	24
3.3 Metode Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Deskripsi Data	27
4.2 Diskritisasi Data	30
4.3 Klasifikasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy Decision Tree</i>	33
4.3.1 Menentukan Himpunan Universal	33
4.3.2 Menentukan Nilai Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	42
4.3.3 Partisi Data	46
4.3.4 Menghitung Nilai Entropy	46
4.3.5 Menghitung Nilai <i>Gain</i>	48
4.3.6 Menghitung Nilai <i>Split Information</i>	49
4.3.7 Menghitung Nilai <i>Gain Ratio</i>	50
4.4 Analisis Hasil	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>K-fold Cross Validation</i>	14
Tabel 2.2 <i>Confusion matrix</i>	21
Tabel 2.3 Kategori Ketepatan Klasifikasi	23
Tabel 4.1 Keterangan Variabel	27
Tabel 4.2 Data Set Risiko Kredit	28
Tabel 4.3 Range nilai rata-rata variabel prediktor	31
Tabel 4.4 Hasil diskritisasi data	32
Tabel 4.5 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Limit Ball</i>	32
Tabel 4.6 Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Limit Ball</i>	33
Tabel 4.7 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Age</i>	34
Tabel 4.8 Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Age</i>	35
Tabel 4.9 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Bill Amount1</i>	35
Tabel 4.10 Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor <i>Bill Amount1</i>	37
Tabel 4.11 Interval himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor.....	37
Tabel 4.12 Himpunan <i>fuzzy</i> variabel prediktor	39
Tabel 4.13 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>Limit Ball</i>	41
Tabel 4.14 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>Age</i>	43
Tabel 4.15 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor <i>Bill Amount1</i>	44
Tabel 4.16 Nilai keanggotaan terbesar variabel prediktor	45
Tabel 4.17 Data <i>Train</i>	45
Tabel 4.18 Data <i>Test</i>	46
Tabel 4.19 Nilai <i>Entropy</i>	46

Tabel 4.20 Nilai <i>Gain</i>	48
Tabel 4.21 Nilai <i>Split Information</i>	48
Tabel 4.22 Nilai <i>Gain Ratio</i>	49
Tabel 4.23 Prediksi <i>Fuzzy Decision Tree C4.5</i>	50
Tabel 4.24 <i>Confution Matrix Fuzzy Decision Tree C4.5</i>	52
Tabel 4.25 Hasil <i>Accuracy, Precision, Recall, dan fscore</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>K-Fold Cross Validation</i>	14
Gambar 2.2 Struktur <i>Decision Tree</i>	15
Gambar 2.3 Representasi linear naik	19
Gambar 2.4 Representasi linear turun.....	20
Gambar 2.5 Representasi kurva trapesium.....	20
Gambar 4.1 Pohon keputusan <i>Node Cabang 1.5.2</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Batasan untuk masing-masing variabel prediktor	60
Lampiran 2. Hasil Prediksi.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perbankan memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Bank ialah lembaga keuangan yang menghimpun dana baik berupa simpanan, giro, tabungan atau simpanan lainnya, selanjutnya mengembalikan dana tersebut kepada pihak yang membutuhkan melalui penjualan jasa keuangan (Bidari, 2020). Selain itu, bank mempunyai peran penting dalam penyaluran kredit.

Kredit adalah kegiatan bank yang paling dominan diantara semua aktivitas operasional bank. Terlebih sebagian besar aset bank berasal dari kredit. Beberapa tujuan dari pemberian kredit adalah untuk mencari pendapatan bunga, membantu nasabah, dan membantu pemerintah dalam bentuk penerimaan pajak serta menambah devisa negara (Siwi *et al.* 2019). Namun, pemberian kredit memiliki risiko yang dapat mempengaruhi kesehatan dan stabilitas kegiatan bank (Chosyali dan Sartono, 2019).

Risiko kredit adalah risiko yang diciptakan oleh ketidakmampuan atau kegagalan nasabah untuk membayar sejumlah pinjaman dan bunga yang diterima oleh bank dalam waktu yang telah ditentukan atau disepakati (Chosyali dan Sartono, 2019). Pihak bank sangat memerlukan ketelitian dan keakuratan penilaian awal untuk memilih peminjam guna mengurangi risiko kredit tersebut. Kelayakan kredit adalah kriteria yang menjadi dasar penentuan apakah peminjam layak kredit

atau tidak. Dengan mengusulkan metode klasifikasi *data mining* yang efektif diperkirakan dapat memprediksi calon peminjam mana yang berhak mendapatkan pinjaman.

Data mining adalah proses yang mencari struktur data dengan berbagai bentuk, aturan, grafik atau jaringan, pohon (*tree*) persamaan, dan sebagainya. Proses ini melibatkan banyak langkah dan teknik yang dapat diaplikasikan dalam berbagai situasi kehidupan nyata. Dalam konteks kehidupan nyata, terdapat berbagai metode dalam data mining yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode klasifikasi. Klasifikasi merupakan bentuk dasar dari analisis data (Kurniawan, 2018). Salah satu metode yang bisa digunakan untuk melakukan klasifikasikan adalah metode *fuzzy decision tree*.

Metode *fuzzy decision tree* merupakan merupakan gabungan dari teori himpunan *fuzzy* dan metode *decision tree* (Khamidah *et al.* 2018). Metode ini ialah salah satu metode klasifikasi menggunakan pohon keputusan dengan menginput teori himpunan *fuzzy* dalam proses pembentukannya yang bertujuan untuk menentukan aturan keputusan (*classification rules*) sehingga menjadi lebih baik karena menggunakan derajat keanggotaan pada konsep *fuzzy*. Untuk menghasilkan akurasi yang lebih maksimal, digunakan teknik *k-fold cross validation* (Isra, 2022).

K-fold cross validation membagi data kedalam *k* partisi dan setiap partisi akan diklasifikasikan, dengan teknik ini akan dilakukan pengujian sebanyak *k* (Etriyanti, 2021). Salah satu penelitian terdahulu yang menggunakan teknik *k-fold cross validation* dilakukan oleh Firmansyach *et al.* pada tahun 2023 yang berjudul “Analisa Terjadinya Overfitting dan Underfitting pada Algoritma *Naïve Bayes* dan

Decision Tree dengan Teknik *Cross Validation*". Dengan menggunakan $k = 10$ diperoleh hasil yaitu dengan menggunakan algoritma *naïve bayes* mendapatkan nilai akurasi sebesar 63%, serta algoritma *decision tree* mendapatkan nilai akurasi sebesar 96%. Hasil akurasi terbaik yaitu algoritma *decision tree* dengan memakai teknik *cross validation*.

Penelitian mengenai *fuzzy decision tree* dilakukan oleh Khamidah *et al.* pada tahun 2018 yang berjudul "Implementasi *Fuzzy Decision Tree* Untuk Prediksi Gagal Ginjal Kronis". Didapatkan akurasi sebesar 98,28% yang menyatakan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Penelitian mengenai algoritma C4.5 telah dilakukan oleh Iriadi dan Nuraeni pada tahun 2016 yang berjudul "Kajian Penerapan Metode Klasifikasi Data Mining Algoritma C4.5 untuk Prediksi Kelayakan Kredit pada Bank Mayapada Jakarta". Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma C4.5 memiliki tingkat akurasi yang baik sebesar 83,67%.

Penelitian mengenai klasifikasi tingkat risiko kredit menggunakan *Dataset Approval Credit Card UCI Repository* oleh Waseem Ahmad Chishti dan Shahid Mahmood Awan tahun 2019 yang berjudul *Deep Neural Network a Step by Step Approach to Classify Credit Card Default Customer* dengan menggunakan metode *Deep Neural Network* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 82%, sensitivity sebesar 84%, recall sebesar 96%, presisi sebesar 84% dan fscore sebesar 89%.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *fuzzy decision tree* dengan algoritma C4.5 dapat melakukan klasifikasi tingkat risiko dengan baik. Oleh karena itu, peneliti mencoba untuk mengklasifikasi tingkat risiko

kredit menggunakan metode klasifikasi *fuzzy decision tree* dengan algoritma C4.5 berdasarkan *k-fold cross validation*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dalam latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini ialah bagaimana menganalisis tingkat risiko kredit menggunakan metode *fuzzy decision tree* dengan algoritma C4.5 berdasarkan teknik *k-fold cross validation*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berjumlah 30000 data dimana bersumber dari *dataset approval credit card* UCI Repository yang mencakup dari 23 variabel prediktor yaitu *limit ball, sex, education, marriage, age, payment 1, payment 2, payment 3, payment 4, payment 5, payment 6, bill amount 1, bill amount 2, bill amount 3, bill amount 4, bill amount 5, bill amount 6, pay amount 1, pay amount 2, pay amount 3, pay amount 4, pay amount 5, pay amount 6* dan variabel respon yaitu *default payment*.
2. Atribut dari variabel prediktor terdiri dari 3 kategori (*Low, Medium, High*) dan 5 kategori (*Very Low, Low, Medium, High, Very High*).
3. Fungsi keanggotaan pada penelitian ini menggunakan kurva linear naik, trapesium, dan linear turun.
4. Menggunakan *fold* sebanyak $k = 10$.

5. Tingkat ketepatan klasifikasi hanya dibatasi oleh nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *fscore*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil dari klasifikasi tingkat risiko kredit berdasarkan tingkat ketepatan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *fscore* menggunakan metode *fuzzy decision tree* dengan algoritma C4.5 berdasarkan teknik *k-fold cross validation*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sarana pembelajaran dan peningkatan pengetahuan bagi penulis dan pembaca dalam klasifikasi *fuzzy decision tree* pada data tingkat risiko kredit menggunakan teknik *k-fold cross validation*.
2. Sebagai bahan referensi dan menambah pengetahuan baru mengenai tingkat risiko kredit dengan menggunakan metode *fuzzy*.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, F. T., & Ahsanawati. (2020). Klasifikasi Aroma Alkohol Menggunakan Metode KNN. *Indonesian Journal of Data and Science*, 1(2), 34–38.
- Andika, L. A., Azizah, P. A. N., & Respatiwan, R. (2019). Analisis Sentimen Masyarakat terhadap Hasil Quick Count Pemilihan Presiden Indonesia 2019 pada Media Sosial Twitter Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 2(1), 34-41.
- Arifin, M. Z., & Salafinah, M. N. (2020). Implementasi Teori Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Institut Agama Islam Negeri Jember. *Aritmatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 1(1), 22-35.
- Bidari, A. S., Simangunsong, F., & Siska, K. (2020). Sektor perbankan di Covid-19. *Jurnal Pro Hukum: Jurnal Penelitian Bidang Hukum Universitas Gresik*, 9(1), 1–9.
- Chosyali, A., & Sartono, T. (2019). Optimalisasi Peningkatan Kualitas Kredit Dalam Rangka Mengatasi Kredit Bermasalah. *Law Reform*, 15(1), 98-112.
- Chishti, W. A., & Awan, S. M. (2019). *Deep Neural Network A Step by Step Approach to Classify Credit Card Default Customer*. In *2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC)* (pp. 1-8). IEEE.
- Damanik, S. F., Wanto, A., & Gunawan, I. (2022). Penerapan Algoritma Decision Tree C4. 5 untuk Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Keluarga pada Desa Tiga Dolok. *Jurnal Krisnadana*, 1(2), 21-32.
- Etriyanti, E. (2021). Perbandingan Tingkat Akurasi Metode KNN Dan Decision Tree Dalam Memprediksi Lama Studi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Binary STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau*, 3(1), 6-14.
- Firmansyach, W. A., Hayati, U., & Wijaya, Y. A. (2023). Analisa Terjadinya Overfitting dan Underfitting pada Algoritma Naive Bayes dan Decision Tree dengan Teknik Cross Validation. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 262-269.
- Gorunescu, F. (2011). *Data Mining: Concepts, Models and Techniques* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Gunawan, R. (2019). Implementasi Data Mining Menggunakan Regresi Linier Berganda dalam Memprediksi Jumlah Nasabah Kredit Macet Pada BPR Tanjung Morawa. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 18(1), 87-91.

- Harahap, A. P., & Saraswati, D. (2020). Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya, Jakarta. Penerbit PT Raga Grafindo Persada. Halaman, 96.
- Iriadi, N., & Nuraeni, N. (2016). Kajian Penerapan Metode Klasifikasi Data Mining Algoritma C4.5 untuk Prediksi Kelayakan Kredit pada Bank Mayapada Jakarta. *Jurnal Teknik Komputer Amik BSI*, 2(1), 132-137.
- Isra, A. (2022). *Perbandingan Prediksi Peluang Karir Alumni Berdasarkan Kinerja Program Studi Menggunakan Metode C4. 5 dan Neural Network*. Magister Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Junaedi, I., Nuswantari, N., & Yasin, V. (2019). Perancangan dan Implementasi Algoritma C4. 5 untuk Data Mining Analisis Tingkat Risiko Kematian Neonatum Pada Bayi. *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*, 3(1), 29-44.
- Khamidah, F. S. N., Hapsari, D. P., & Nugroho, H. (2018). Implementasi Fuzzy Decision Tree untuk Prediksi Gagal Ginjal Kronis. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 3(1).
- Kurniawan, Y. I. (2018). Perbandingan Algoritma Naive Bayes dan C. 45 dalam Klasifikasi Data Mining. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 5(4), 455-464.
- Lalo, A. K., Batarius, P., & Siki, Y. C. H. (2021). Implementasi Algoritma C4. 5 Untuk Klasifikasi Penjualan Barang di Swalayan Dutalia. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 6(1), 1-12.
- Masril, S. (2020). Analisis Proses Pemberian Kredit. *Jurnal Manajemen*, 12(1), 106-114.
- Mishra, S., Vanli, O. A., Huffer, F.W., & Jung, S. (2016). *Regularized Discriminant Analysis for Multi-sensor Decision Fusion and Damage Detection with Lamb-waves*.
- Misra, I., Hakim, S., & Pramana. (2020). Manajemen Risiko Pendekatan Bisnis Ekonomi Syariah. Yogyakarta: K-Media.
- Nurhayati., Busman., Iswara, R. P. (2019). Pengembangan Algoritma *Unsupervised Learning Technique* Pada *Big Data Analysis* di Media Sosial sebagai Media Promosi Online bagi Masyarakat. *Jurnal Teknik Informatika*, 12(1), 79-96.
- Parinata, K. A. (2019). Sistem Pemberian Kredit pada Koperasi Simpan Pinjam (KSP) Cipta Mulia Desa Bondalem. *Jurnal Akuntansi Profesi*, 10(1), 23-27.
- Pratama, I. G. A. M., Astutia, L. G., Widiartha, I. M., Anom, Putra, I. G. N. A. C., Pramarta, C. R. A., & Darmawan, I. D. M. B. A. (2022). Diagnosis Penyakit

- Ginjal Kronis dengan Algoritma C4. 5, *K-Means* dan BPSO. *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, 10(4), 371-381.
- Qadrini, L., Seppewali, A., & Aina, A. (2021). *Decision Tree* dan *Adaboost* pada Klasifikasi Penerima Program Bantuan Sosial. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(7), 1959-1966.
- Rahmawan, H. (2020). Penentuan Rekomendasi Pelatihan Pengembangan Diri Bagi Pegawai Negeri Sipil Menggunakan Algoritma C4.5 dengan *Principal Component Analysis* dan Diskritisasi. *Jurnal Tekno Kompak*, 14(1), 5-10.
- Setia, B., Ramadan, A. (2019). Penerapan Logika *Fuzzy* pada Sistem Cerdas. *Jurnal Sistem Cerdas*, 2(1), 61-66.
- Siwi, J. A., Rumate, V. A., & Niode, A. O. (2019). Analisis Pengaruh Tingkat Suku Bunga terhadap Permintaan Kredit pada Bank Umum Di Indonesia Tahun 2011-2017. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 19(01), 1-9.
- Taufiq, N., & Mariyah, S. (25 September 2021). *Pendekatan Model Machine Learning dalam Pemeringkatan Status Sosial Ekonomi Rumah Tangga di Indonesia*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional *Official Statistics*.
- Tempola, F., Muhammad, M., & Khairan, A. (2018). Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan *Naive Bayes* pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan *K-Fold Cross Validation*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(5), 577-584.
- Utomo, D. P., & Mesran, M. (2020). Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut pada Data Set Penyakit Jantung. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(2), 437.
- Varberg, D., Purcell, E. J., & Rigdon, S. E. (2011). *Kalkulus*, edisi 9, Jilid 2, terjemahan dari *Calculus Ninth Edition*, oleh I Nyoman Susila. D. Erlangga, Jakarta.
- Yulianti, I., Saputra, R. A., Mardiyanto, M. S. & Rahmawati, A., (2020). Optimasi Akurasi Algoritma C4.5 Berbasis Particle Swarm Optimization dengan Teknik Bagging pada Prediksi Penyakit Ginjal Kronis. *Techno.Com*, 19(4), 411-421.
- Yunus, M., Hamzah, F., & Anam, K. (2019). Rancang Bangun Sistem Pakar Fuzzy untuk Diagnosa Penyakit Mata. Prosiding Seminar Rekam Medis dan Informasi Kesehatan, 1(1).