

KLASIFIKASI TINGKAT RISIKO PUTUS SEKOLAH SISWA MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY MAMDANI BERDASARKAN FAKTOR NON-AKADEMIK

Muhammad Nurihwan Maulana¹, Ade Irma Purnamasari², Denni Pratama³, Tati Suprapti⁴.

Program Studi Teknik Informatika¹²⁴
Program Studi Komputerisasi Akuntansi³

STMIK IKMI Cirebon
<https://ikmi.ac.id/page/18/?lang=de>
muhammadnurikhwan48@gmail.com

(*) Corresponding Author : muhammadnurikhwan48@gmail.com
Published : 20 Juli 2026

Abstract—School dropout in Indonesia, particularly at the Al-Shighor Pangenan Foundation, is a multidimensional issue significantly influenced by non-academic factors. Schools often face challenges in accurate early detection because key variables such as commuting distance, student behavior, attendance rates, and family economic conditions are linguistic, subjective, and fraught with uncertainty (fuzzy). This "gray" data is difficult to measure precisely using conventional statistical methods, often leading to delayed interventions for vulnerable students. This research aims to design and implement a Decision Support System (DSS) to classify student dropout risk levels using the Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) method. The system functions as an Expert System processing these four non-academic input variables based on a robust knowledge base. The "brain" of the system is built upon 81 IF-THEN rules developed manually through in-depth knowledge acquisition from an expert, specifically the School Counselor. The inference process employs the MIN implication function, while defuzzification uses the Centroid (Center of Gravity) method to produce a crisp risk score. The model was comprehensively tested on a dataset comprising 559 students within the foundation. The results revealed significant and urgent findings: the majority of the student population, totaling 308 students (55.1%), were identified as falling into the Medium Risk category. More crucially, a substantial group of 240 students (42.9%) were identified as High Risk, while only a small fraction, 11 students (2.0%), fell into the Low Risk category. This dominance of medium and high-risk categories indicates systemic vulnerabilities in students' non-academic factors requiring serious attention. The system proved valid and can serve as an objective early detection tool for schools to determine intervention priorities and more effective prevention strategies.

Keywords: Fuzzy Mamdani, Classification, School Dropout, Non-Academic Factors, Expert System.

Abstrak—Fenomena putus sekolah di Indonesia, khususnya di Yayasan Al-Shighor Pangenan, merupakan isu multidimensi yang dipengaruhi secara signifikan oleh faktor non-akademik. Pihak sekolah seringkali menghadapi kendala dalam melakukan deteksi dini yang akurat karena variabel kunci seperti jarak tempuh, perilaku siswa, tingkat kehadiran, dan kondisi ekonomi keluarga bersifat linguistik, subjektif, dan penuh ketidakpastian (*fuzzy*). Data yang bersifat "abu-abu" ini sulit diukur secara presisi menggunakan metode statistik konvensional, sehingga seringkali mengakibatkan keterlambatan dalam penanganan siswa rentan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk mengklasifikasikan tingkat risiko putus sekolah siswa menggunakan metode Sistem Inferensi Fuzzy (FIS) Mamdani. Sistem ini berfungsi sebagai Sistem Pakar (*Expert System*) yang mengolah empat variabel input non-akademik tersebut berdasarkan basis pengetahuan yang kuat. "Otak" dari sistem ini dibangun dari 81 aturan (*Rule Base*) IF-THEN yang dikembangkan secara manual melalui proses akuisisi pengetahuan mendalam dari pakar, yaitu Guru Bimbingan Konseling. Proses inferensi menggunakan fungsi implikasi MIN, sedangkan defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid (Center of Gravity)* untuk menghasilkan skor risiko yang tegas. Model ini diuji coba secara komprehensif pada dataset yang mencakup 559 siswa di lingkungan yayasan. Hasil penelitian menunjukkan temuan yang signifikan dan mendesak: mayoritas populasi siswa, yaitu sebanyak 308 siswa (55,1%), teridentifikasi berada dalam kategori Risiko Sedang. Temuan yang lebih krusial adalah besarnya kelompok Risiko Tinggi yang mencapai 240 siswa (42,9%), sementara hanya sebagian kecil, yaitu 11 siswa (2,0%), yang berada di kategori Risiko Rendah. Dominasi

kategori risiko sedang dan tinggi ini mengindikasikan adanya kerentanan sistemik pada faktor non-akademik siswa yang memerlukan perhatian serius. Sistem ini terbukti valid dan dapat digunakan sebagai alat deteksi dini objektif bagi sekolah untuk menentukan prioritas intervensi dan strategi pencegahan yang lebih efektif.

Kata Kunci: Logika Fuzzy Mamdani, Klasifikasi, Putus Sekolah, Faktor Non-Akademik, Sistem Pakar.

INTRODUCTION

Fenomena putus sekolah merupakan persoalan multidimensi yang hingga kini masih menjadi perhatian serius dalam sistem pendidikan Indonesia. Menurut laporan UNESCO (2024), terdapat sekitar 244 juta anak di dunia yang tidak bersekolah. Di Indonesia sendiri, data Badan Pusat Statistik (BPS, 2023) menunjukkan bahwa angka partisipasi sekolah menurun secara signifikan di tingkat menengah pertama dan atas, terutama di wilayah pedesaan dan berpenghasilan rendah. Masalah ini tidak hanya berdampak pada masa depan individu, tetapi juga berimplikasi pada peningkatan kemiskinan dan menurunnya daya saing bangsa. (P. P. Sinaga & Sitorus, 2022)

Selama ini, banyak penelitian mengaitkan putus sekolah dengan faktor akademik, seperti prestasi belajar dan hasil ujian (Bammou et al., 2024). Namun, studi-studi terbaru mengungkapkan bahwa faktor non-akademik juga berperan besar dalam menentukan keberlanjutan pendidikan siswa (Annatasia & Pita, 2024). Dalam konteks Indonesia, empat faktor non-akademik yang paling sering muncul dan berpengaruh signifikan terhadap risiko putus sekolah adalah jarak tempat tinggal ke sekolah, perilaku siswa, tingkat kehadiran, dan kondisi ekonomi keluarga.

Faktor jarak menjadi salah satu penghalang utama bagi siswa yang tinggal jauh dari sekolah (Pineda, 2024), terutama di daerah dengan sarana transportasi terbatas. Perilaku siswa seperti kedisiplinan, kepatuhan terhadap aturan, serta hubungan sosial dengan teman dan guru, turut memengaruhi minat untuk tetap bersekolah. Kehadiran merupakan indikator penting yang mencerminkan keterikatan siswa terhadap sekolah,

sementara kondisi ekonomi sering kali menjadi alasan utama mengapa siswa memilih berhenti untuk membantu orang tua bekerja (Sumardi et al., 2025).

Kendala utama dalam menganalisis faktor-faktor tersebut adalah sifatnya yang tidak pasti (uncertain) dan bersifat linguistik, seperti “jarak cukup jauh”, “perilaku kurang baik”, atau “kehadiran rendah”. Data dengan karakteristik seperti ini sulit diolah menggunakan metode statistik konvensional. Oleh karena itu,

diperlukan pendekatan yang mampu menangani ketidakpastian tersebut secara sistematis dan fleksibel (Noori et al., n.d.).

Salah satu metode yang efektif untuk mengatasi masalah ini adalah logika fuzzy, khususnya tipe Fuzzy Mamdani Inference System (FIS). Metode ini meniru cara berpikir manusia dengan memanfaatkan aturan berbasis linguistik (if-then rules) untuk menghasilkan keputusan. Logika fuzzy telah terbukti efektif digunakan dalam berbagai bidang seperti evaluasi kinerja, penilaian risiko, dan prediksi perilaku sosial. Dalam konteks pendidikan, metode ini sangat potensial untuk digunakan dalam klasifikasi tingkat risiko putus sekolah, terutama yang disebabkan oleh faktor non-akademik (Sekhi et al., 2025).

Penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan mengembangkan model klasifikasi tingkat risiko putus sekolah siswa menggunakan logika fuzzy Mamdani berdasarkan empat faktor non-akademik utama: jarak, perilaku, kehadiran, dan kondisi ekonomi. Melalui model ini, sekolah diharapkan dapat mengidentifikasi lebih dini siswa yang berisiko tinggi dan mengambil tindakan intervensi yang tepat (Diana Novita Sari & Sugeng Pradipto, 2025).

MATERIALS AND METHODS

Alur kerja prosedur analisis ini dilaksanakan melalui tiga tahapan fundamental yang saling berkesinambungan, yaitu: (1) Tahap Fuzifikasi, yang berfungsi mentransformasikan data numerik tegas menjadi variabel linguistik fuzzy; (2) Tahap Inferensi, yang bertindak sebagai mesin penalaran untuk mengevaluasi data input berdasarkan basis aturan logika yang telah ditetapkan; dan (3) Tahap Defuzifikasi, yang merupakan proses penegasan akhir untuk mengonversi hasil inferensi yang masih samar menjadi nilai keluaran tegas (*crisp output*) sebagai dasar pengambilan keputusan klasifikasi.



Gambar 1. Alur Penelitian

Gambar tersebut menjelaskan alur proses metode Fuzzy Mamdani dalam melakukan klasifikasi tingkat risiko berdasarkan data siswa. Tahapan pertama dimulai dari proses input data yang terdiri atas empat variabel data siswa dan basis aturan sebanyak 81 rules. Variabel-variabel tersebut digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem fuzzy. Basis aturan berfungsi untuk menentukan hubungan antarvariabel input dengan hasil keluaran berupa tingkat risiko. Semakin lengkap aturan yang digunakan, maka semakin baik sistem dalam merepresentasikan kondisi nyata dan menghasilkan keputusan yang lebih akurat.

Tahap berikutnya adalah proses fuzzifikasi, yaitu proses mengubah nilai tegas (crisp) menjadi nilai fuzzy menggunakan kurva keanggotaan. Pada tahap ini, setiap nilai input akan dipetakan ke dalam himpunan fuzzy tertentu, misalnya rendah, sedang, atau tinggi. Proses fuzzifikasi memungkinkan sistem untuk menangani data yang bersifat tidak pasti atau ambigu sehingga lebih fleksibel dibandingkan metode logika konvensional. Nilai keanggotaan yang dihasilkan kemudian digunakan pada tahap inferensi.

Selanjutnya, pada tahap inferensi dilakukan evaluasi aturan menggunakan fungsi MIN sebagai operator logika AND. Sistem akan mencocokkan data input dengan seluruh aturan yang tersedia untuk membentuk daerah fuzzy hasil implikasi. Proses ini merupakan inti dari metode Fuzzy Mamdani karena menentukan bagaimana aturan-aturan fuzzy menghasilkan keputusan sementara berdasarkan kombinasi kondisi input. Hasil inferensi berupa himpunan fuzzy keluaran yang masih bersifat linguistik.

Tahap berikutnya adalah defuzzifikasi, yaitu proses mengubah hasil fuzzy menjadi nilai tegas kembali. Pada gambar dijelaskan bahwa metode yang digunakan adalah agregasi area dan perhitungan centroid atau pusat massa. Metode centroid bekerja dengan mencari titik pusat dari daerah fuzzy hasil agregasi sehingga diperoleh

satu nilai numerik akhir. Nilai tersebut merepresentasikan skor risiko yang dihasilkan oleh sistem.

Tahap terakhir adalah hasil keluaran berupa skor risiko akhir dan klasifikasi tingkat risiko, yaitu rendah, sedang, atau tinggi. Hasil ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam evaluasi kondisi siswa sesuai dengan variabel yang dianalisis. Dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, sistem mampu memberikan hasil klasifikasi yang lebih adaptif dan mendekati cara berpikir manusia dalam menilai suatu kondisi yang tidak pasti.

RESULTS AND DISCUSSION

Setelah alur kerja sistem terbukti valid melalui studi kasus (4.3), "mesin" (kode Python) dijalankan untuk memproses seluruh 559 data siswa dalam dataset. Setiap siswa dihitung skor risikonya (z^*) dan diberi label klasifikasi. Hasil dari perhitungan otomatis dan komprehensif ini kemudian diintegrasikan (digabungkan) untuk mendapatkan gambaran utuh mengenai distribusi tingkat risiko di Yayasan Al-shigor Pangenan. Temuan kuantitatif utama dari 559 data siswa disajikan dalam Tabel 1

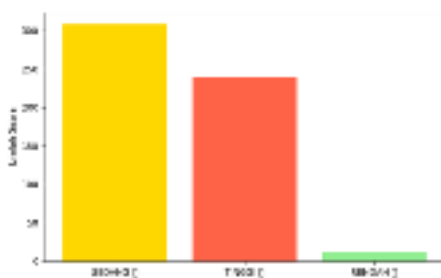
Tabel 1 Hasil Keseluruhan

	Jumlah Siswa	Persentase (%)
SEDANG	308	55,1
TINGGI	240	42,9
RENDAH	11	2,0
Total	559	100

Berdasarkan data kuantitatif yang tersaji pada Tabel 1 dapat diidentifikasi pola distribusi risiko yang sangat signifikan di lingkungan Yayasan Al-Shigor. Temuan statistik menunjukkan bahwa populasi siswa terkonsentrasi pada dua kategori risiko utama, yaitu kategori Sedang dan Tinggi. Kategori Risiko Sedang mendominasi populasi dengan jumlah 308 siswa atau setara dengan 55,1% dari total sampel. Angka mayoritas ini mengindikasikan bahwa lebih dari separuh siswa berada dalam kondisi kerentanan tingkat menengah, di mana faktor-faktor non-akademik mereka belum sepenuhnya stabil dan membutuhkan pemantauan preventif agar tidak memburuk.

Di sisi lain, temuan yang paling mendesak untuk diperhatikan adalah tingginya angka pada kategori Risiko Tinggi, yang mencapai 240 siswa atau 42,9%. Angka ini merepresentasikan hampir separuh dari total populasi, yang menunjukkan bahwa masalah terkait faktor jarak, perilaku,

kehadiran, dan ekonomi di yayasan ini bersifat sistemik dan masif. Sebaliknya, kategori Risiko Rendah merupakan kelompok minoritas yang sangat kecil, hanya mencakup 11 siswa atau 2,0%. Ketimpangan data yang ekstrem antara kelompok berisiko (Tinggi & Sedang) dengan kelompok aman (Rendah) memberikan sinyal kuat bagi manajemen sekolah bahwa intervensi non-akademik harus menjadi prioritas utama dalam kebijakan kesiswaan. Untuk memberikan gambaran komparatif yang lebih jelas mengenai proporsi antar kategori risiko, data pada tabel di atas divisualisasikan dalam bentuk grafik batang (*bar chart*) sebagaimana terlihat pada Gambar 2



Gambar 2 Jumlah Siswa per Kategori Risiko

Grafik pada Gambar 2 mempertegas ketimpangan distribusi risiko siswa secara visual. Batang grafik untuk kategori Sedang dan Tinggi terlihat sangat dominan dan menjulang tinggi dibandingkan dengan batang kategori Rendah yang nyaris tidak terlihat. Visualisasi ini secara intuitif menyampaikan pesan bahwa kondisi "aman" (Risiko Rendah) adalah kondisi yang langka atau sulit dicapai oleh siswa berdasarkan kriteria non-akademik yang diterapkan saat ini.

Ketinggian batang pada kategori Risiko Tinggi (berwarna merah) yang hampir menyamai kategori Sedang memvisualisasikan urgensi masalah. Jika digabungkan, kategori Sedang dan Tinggi mencakup 98% dari total populasi. Hal ini mengonfirmasi bahwa pendekatan "pukul rata" dalam bimbingan konseling tidak lagi efektif; grafik ini menjadi landasan justifikasi bagi pihak sekolah untuk mengalokasikan sumber daya (waktu konseling, bantuan dana, kunjungan rumah) secara proporsional, dengan fokus utama pada segmen siswa yang terwakili oleh batang merah dan kuning tersebut. Untuk menjamin validitas dan transparansi proses pengolahan data, berikut dilampirkan tangkapan layar (*screenshot*) dari luaran asli (*raw output*) sistem komputasi yang dijalankan pada lingkungan Google Colaboratory. Gambar ini menunjukkan

ringkasan eksekusi akhir dari algoritma Python terhadap dataset 559 siswa.

No	Nama	Jenis	Jenis Kelamin	Agama	Risiko	Status
1	ADAM ALAMIR	SL	88	80	5	SEDANG
2	ADAM ALAMIR	SL	79	39	1	TINGGI
3	ADAM ALAMIR	SL	79	74	1	TINGGI
4	ADAM ALAMIR	SL	79	80	5	TINGGI
5	ADAM ALAMIR	SL	79	80	1	TINGGI
6	ADAM ALAMIR	SL	79	74	5	TINGGI
7	ADAM ALAMIR	SL	79	74	5	TINGGI
8	ADAM ALAMIR	SL	79	74	5	TINGGI
9	ADAM ALAMIR	SL	79	74	5	TINGGI
10	ADAM ALAMIR	SL	79	74	5	TINGGI

Gambar 3 Rangkuman Hasil Keseluruhan

Gambar 3 di atas merupakan bukti otentik bahwa sistem klasifikasi risiko berbasis Logika Fuzzy Mamdani telah berhasil diimplementasikan dan berjalan dengan sukses secara teknis. Tampilan *log* komputasi menunjukkan bahwa sistem mampu membaca, memproses, dan mengagregasi data dari 559 entitas siswa tanpa *error*, serta menghasilkan rekapitulasi otomatis yang konsisten dengan tabel hasil sebelumnya.

Keberhasilan eksekusi ini memvalidasi kehandalan (*reliability*) dari kode program yang dibangun. Algoritma terbukti mampu menangani variasi data input yang besar dan kompleksitas 81 aturan inferensi secara simultan dalam waktu singkat. Output ini juga menegaskan bahwa angka-angka statistik yang disajikan dalam penelitian ini bukan hasil perhitungan manual yang rentan kesalahan manusia (*human error*), melainkan hasil komputasi sistematis yang dapat dipertanggungjawabkan akurasinya secara ilmiah.

Gambar 4.1 di atas mengilustrasikan secara visual proporsi dari setiap kategori risiko di antara total 500 siswa yang diteliti. Diagram ini memberikan gambaran cepat mengenai temuan utama penelitian, yang menunjukkan situasi yang memerlukan perhatian serius.

Berbeda dari yang mungkin diharapkan, temuan utama menunjukkan bahwa kelompok terbesar (mayoritas) adalah siswa dalam kategori Risiko SEDANG, yang mencakup 55,1% total populasi 308 siswa. Ini adalah temuan yang sangat penting, karena kelompok ini merepresentasikan populasi "abu-abu" yang paling rentan. Mereka adalah siswa yang "berada di tepi" dan berpotensi besar untuk berpindah ke kategori TINGGI jika tidak segera ditangani atau dimitigasi. Kelompok terbesar kedua adalah kategori Risiko TINGGI, yang

mencakup 42,9 % dari 240 siswa. Meskipun bukan mayoritas, kelompok ini merepresentasikan jumlah absolut siswa yang memerlukan intervensi segera dan harus menjadi prioritas utama bagi pihak sekolah. Temuan yang paling mengejutkan adalah bahwa kelompok Risiko RENDAH merupakan kelompok terkecil, yang hanya mencakup 2.0% (11 siswa). Temuan ini mengindikasikan bahwa hanya sebagian kecil dari populasi siswa yang memiliki faktor non-akademik yang benar-benar stabil dan aman.

Dengan terverifikasinya alur komputasi tersebut, maka integritas data hasil penelitian ini dapat dijamin sepenuhnya. Seluruh rekapitulasi angka dan persentase yang telah dipaparkan pada tabel maupun grafik sebelumnya bukanlah estimasi kasar, melainkan merupakan produk dari proses *data mining* yang transparan dan terukur. Hal ini menegaskan bahwa model sistem pakar yang dibangun tidak hanya berfungsi secara teoritis di atas kertas, tetapi juga terbukti tangguh (*robust*) secara operasional saat dihadapkan pada volume data riil yang masif di lapangan.

Ketersediaan data hasil klasifikasi yang presisi ini menjadi modal fundamental bagi langkah selanjutnya. Peta risiko yang telah terbentuk—dengan dominasi kelompok Sedang dan Tinggi—bukan lagi sekadar statistik, melainkan sebuah fenomena pendidikan yang menuntut interpretasi mendalam. Oleh karena itu, analisis mengenai faktor penyebab, implikasi manajerial bagi sekolah, serta strategi penanganan yang relevan berdasarkan temuan data ini akan diuraikan secara komprehensif pada sub-bab Pembahasan berikut ini.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai klasifikasi risiko putus sekolah siswa di Yayasan Al-shighor menggunakan metode Logika Fuzzy Mamdani, maka dapat ditarik 3 (tiga) kesimpulan utama yang menjawab rumusan masalah:

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan model klasifikasi risiko putus sekolah dengan merancang dua komponen utama sistem pakar berbasis *Fuzzy Mamdani*. Pertama, fungsi keanggotaan dirancang untuk memetakan empat variabel non-akademik (jarak, perilaku, kehadiran, ekonomi) ke dalam himpunan fuzzy menggunakan kurva segitiga dan trapesium. Kedua, basis pengetahuan (*knowledge base*) berhasil disusun berisi 81 aturan (*rule base*) IF-

THEN yang dikembangkan melalui akuisisi pengetahuan pakar (Guru BK). Model ini terbukti mampu merepresentasikan logika penilaian manusia yang bersifat linguistik ke dalam struktur komputasi yang sistematis.

Rancangan model fuzzy tersebut telah berhasil diimplementasikan ke dalam sistem komputasi menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka *scikit-fuzzy*. Sistem mampu menjalankan mekanisme inferensi secara otomatis, mulai dari tahap fuzzifikasi data mentah, evaluasi aturan menggunakan fungsi implikasi MIN, hingga defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid* (*Center of Gravity*). Pengujian teknis menunjukkan bahwa sistem dapat memproses dataset 559 siswa secara efisien dan menghasilkan skor risiko tegas (*crisp*) yang valid untuk setiap individu.

Berdasarkan hasil analisis sistem terhadap 559 siswa, diperoleh pemetaan risiko yang objektif. Temuan utama menunjukkan bahwa mayoritas populasi siswa, yaitu sebanyak 308 siswa (55,1%), berada pada kategori Risiko Sedang, yang mengindikasikan tingginya kerentanan pada faktor non-akademik. Kelompok terbesar kedua adalah Risiko Tinggi sebanyak 240 siswa (42,9%) yang memerlukan intervensi segera, sedangkan kelompok Risiko Rendah hanya berjumlah 11 siswa (2,0%). Hasil klasifikasi ini telah divalidasi dan sesuai dengan kondisi riil di lapangan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan bagi pihak sekolah.

REFERENCE

- Amalia, S., Andari, R., & Syukriansyah, R. (2020). Studi Pemodelan Sistem Pengontrolan Suhu Ruang Berbasis Logika Fuzzy Sugeno. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 175. <https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.287>
- Anggraeni, Indarto, Kusumadewi, 2004 dalam Wahyuni, I. (2021). Logika Fuzzy Tahani (Teori dan Implementasi). In *Komajoy Press (Anggota IKAPI)*.
- Annatasia, K., & Pita, M. (2024). Penggunaan Metode Logika Fuzzy Mamdani untuk Menentukan Potensi Bakat dan Keterampilan Siswa. *JUKI : Jurnal Komputer Dan Informatika*, 6(2), 138–145.
- Aristin, N. F. (2015). Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Anak Putus Sekolah Tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Kecamatan Bondowoso. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 20(1), 30–36. <https://doi.org/10.17977/um017v20i12015p030>
- Arsita, E., & Ilyas, M. (2022). Jurnal Pendidikan Sosial Keberagaman ANAK PUTUS SEKOLAH

- (STUDI DI MASYARAKAT DESA SETELUK KABUPATEN SUMBAWA BARAT). *Jurnal Pendidikan Sosial Keberagaman*, 9(1), 43–48.
<https://juridiksiam.unram.ac.id/index.php/juridiksiam>
- Bammou, Y., Benzougagh, B., Igmoullan, B., Ouallali, A., Kader, S., Spalevic, V., Sestras, P., Billi, P., & Marković, S. B. (2024). Optimizing flood susceptibility assessment in semi-arid regions using ensemble algorithms: a case study of Moroccan High Atlas. *Natural Hazards*, 120(8), 7787–7816. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06550-z>
- Cakrawala, J., Afifah, N. A., Arwan, S., & Ejung, M. A. (2025). *Penerapan Algoritma Decision Tree untuk Klasifikasi Rendahnya Prestasi Siswa Application of Decision Tree Algorithm for Classifying Low Student Academic Performance*. 1(1), 13–17.
- Dalimunthe, J. S., Studi, P., Informasi, S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., & Labuhanbatu, U. (2025). *PREDIKSI TINGKAT KELULUSAN SISWA MENGGUNAKAN ALGORITMA NAIVE BAYES BERDASARKAN DATA AKADEMIK DAN NON AKADEMIK (STUDI KASUS: SMA NEGERI 1 RANTAU UTARA)*.
- Derivansyah, D. R., Ayu, M., Sudrajat, A., Min, J. L., Hutahaeen, J., & Kunci, K. (2025). *Model Konseptual Sistem Pendukung Evaluasi Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Integrasi Educational Data Mining dan Learning Analytics*. 27–33.
- Diana Novita Sari, & Sugeng Pradikto. (2025). Pengaruh Pendidikan Orang Tua, Status Ekonomi dan Angka Putus Sekolah terhadap Keputusan Menikah Dini di Desa Pamatan Tongas Probolinggo. *Realisasi: Ilmu Pendidikan, Seni Rupa Dan Desain*, 2(3), 219–228.
<https://doi.org/10.62383/realisasi.v2i3.882>
- Ekawati, N., & Jannati, E. F. (2022). Memilih Sekolah Dasar Untuk Anak Menggunakan Fuzzy Logic Metode Mamdani. *EScience Humanity Journal*, 2(2), 113–124.
<https://doi.org/10.37296/esci.v2i2.42>
- Ermillian, A., & Nugroho, K. (2024). Perancangan Model Deteksi Potensi Siswa Putus Sekolah Menggunakan Metode Logistic Regression Dan Decision Tree. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 9(3), 281–295.
<https://doi.org/10.30591/jpit.v9i3.8007>
- Faozi, K. (2022). Optimasi Algoritma C4. 5 dengan Fuzzy Inference System Mamdani dalam Memprediksi Mahasiswa Berpotensi Dropout. *Scientia Sacra: Jurnal Sains, Teknologi Dan ...*, 2(3), 272–280.
<http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/view/238%0Ahttp://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/download/238/217>
- Fitriana, S., Riniyanty, Laila, R., Pratama, S. anggun, & Lamasitudju, C. ar. (2024). Prediksi Siswa Putus Sekolah Dan Keberhasilan Akademik Menggunakan Machine Learning. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 13(6), 10207–10220.
<https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i6.4453>
- Hakim, A. (2020). Faktor Penyebab Anak Putus Sekolah. *Jurnal Pendidikan*, 21(2), 122–132.
<https://doi.org/10.33830/jp.v21i2.907.2020>
- Hamdi Rudji. (2023). Analisis Kondisi Demografi, Ekonomi dan Lingkungan pada Anak Putus Sekolah di Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala (Studi Kasus Jenjang Pendidikan Sekolah Menengah Pertama). *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(6), 519–526.
<https://doi.org/10.56338/jks.v6i6.3672>
- Haura Hanifah. (2025). Landasan Teori Penelitian Relevan. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 3(April), 391–404.
<http://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/ihsan>
- Irma Julita, Nurfarhanah, & Zadrian Ardi. (2025). Penggunaan Instrumen Non-Tes dalam Menilai Permasalahan Sosial dan Emosional Siswa: Tinjauan Literatur. *WISSEN: Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 3(2), 294–305.
<https://doi.org/10.62383/wissen.v3i2.805>
- Kurniadi, D., Nuraeni, F., & Jaelani, D. (2022). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan. *Jurnal Algoritma*, 19(1), 151–162.
<https://doi.org/10.33364/algoritma/v.19-1.1016>
- Liu, E., Zhang, Y., & Wang, J. Z. (2024). Updates in Alzheimer's disease: from basic research to diagnosis and therapies. *Translational Neurodegeneration*, 13(1), 1–48.
<https://doi.org/10.1186/s40035-024-00432-x>
- Masing, M., & Astuti, K. (2022). Dropping out of the school: Factors and its impact on primary school in Indonesia. *Psychosophia: Journal of Psychology, Religion, and Humanity*, 4(1), 10–18.
- Noori, S. M., Ahmad, A. G., & Khalil, S. M. (n.d.). The decision-making process in learners' failure using fuzzy scale. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*. <https://doi.org/10.47974/jim->

- 1577
- Nuraeni, N. (2021). Klasifikasi Data Mining untuk Prediksi Potensi Nasabah dalam Membuat Deposito Berjangka. *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, 3(01 SE-Articles), 65–75. <https://doi.org/10.46772/intech.v3i01.418>
- Nyangfah Nisa Septiana¹, Zulfatul Khoiriyah², Shaleh³. (2024). 10.
- Pineda, L. T. (2024). Far Away From Home: A Qualitative Study on Challenges Encountered By Geographically Distant University Students. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(5), 5573–5581. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0524.1260>
- Pradhana, P., Purba, D. F., Pranika, P., Maiya, R., Wahyudi, C., & Fitriany, A. (2025). Implementasi Home Visit: Tantangan dan Peluang bagi Guru BK dalam Menangani Kasus Siswa Berisiko Putus Sekolah di SMPN 23 Medan. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Konseling*, 3(1), 159–164.
- Putri, N. B., & Wijayanto, A. W. (2022). Analisis Komparasi Algoritma Klasifikasi Data Mining Dalam Klasifikasi Website Phishing. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 59–66. <https://doi.org/10.34010/komputika.v11i1.4350>
- Putri, S. A., & Rachmatika, R. (2025). Penerapan Algoritma Random Forest dan SMOTE untuk Prediksi Risiko Putus Sekolah Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. 5(3), 903–910.
- Rahmanto, Y. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pelanggan Terbaik Menggunakan Metode SD-MOORA. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, 2(3), 163–172. <https://doi.org/10.58602/jaiti.v2i3.135>
- Rambey, M. J. (2023). Pengaruh Kondisi Ekonomi Keluarga Terhadap Tingkat Pendidikan Anak Di Desa Sihaborgoan Barumun. *Ndrumi: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Humaniora*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.57094/ndrumi.v5i1.514>
- Rizky, M., Fernanda, A., Sokibi, P., & Fahrudin, R. (2021). Sistem Prediksi Ketepatan Kelulusan Mahasiswa Berdasarkan Data Akademik Dan Non Akademik Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Digit*, 11(1), 89–100.
- Saatchi, R. (2024). Fuzzy Logic Concepts, Developments and Implementation. *Information (Switzerland)*, 15(10), 0–24. <https://doi.org/10.3390/info15100656>
- Schuler, M. S., Coffman, D. L., Stuart, E. A., Nguyen, T. Q., Vegetabile, B., & McCaffrey, D. F. (2025). Practical challenges in mediation analysis: a guide for applied researchers. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 25(1), 57–84. <https://doi.org/10.1007/s10742-024-00327-4>
- Sekhi, I., Kovács, S., & Nehéz, K. (2025). Enhancing Decision-making in Uncertain Domains through Optimized Fuzzy Logic Systems. *Periodica Polytechnica. Electrical Engineering and Computer Science*. <https://doi.org/10.3311/ppee.38315>
- Sinaga, A. R. (2023). Variabel Non Akademik Untuk Memprediksi Prestasi Siswa Dengan Data Mining Menggunakan Metoda Naïve Bayes. *Nuansa Informatika*, 17(2), 35–41. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v17i2.26>
- Sinaga, P. P., & Sitorus, J. R. H. (2022). Pengaruh Sosial Ekonomi, Demografi dan Kesehatan Mental Terhadap Status Putus Sekolah Pada Usia SMA di Sumatera Utara Tahun 2021. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022(1), 713–722. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1133>
- Sumardi, N. A., Anwar, N. A., Shukur, S. A. M., Munir, Z. A., & Mahmud, L. (2025). Determinants of University Students' Absenteeism: The Role of Financial, Parental and Institutional Factors. *Information Management and Business Review*, 17(3(I)), 219–227. [https://doi.org/10.22610/imbr.v17i3\(i\).4685](https://doi.org/10.22610/imbr.v17i3(i).4685)
- Sunandar, D. (2025). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penanganan Kesehatan Gizi Balita di RS Citra Arafik Sawangan. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(4), 2311–2320. <https://doi.org/10.38035/rrj.v7i4.1465>
- Widodo, Y. B., Widyahastuti, F., Narji, M., & Sibuea, S. (2025). Abstrak elektronik, yang mencakup tantangan dalam mendeteksi dan mengelola penyakit. Selain itu, Penggunaan metode pemrosesan bahasa alami (NLP) dan teknik pembelajaran mesin telah. 11(1), 202–213.
- WINARSIH, S. . S. (2024). Implementasi Sistem Pemilihan Alat Kontrasepsi (Sipako) Untuk Pasutri Berbasis Expert System. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 4(1), 10–16. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v4i1.2740>
- Yunita Ngongo, Andreas Ariyanto Rangga, &

Alexander Adis. (2024). Implementasi Metode Fuzzy untuk Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Keluarga di Kecamatan Loura. *Polygon : Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(6), 23–32. <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i6.254>