

Implementasi Artificial Intelligence Berbasis Fuzzy Logic Dalam Evaluasi Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar

Devi Setiawati¹, Dicky Apdilah², Nur Sri Wulandari³, Muhammad Kenichiro Athallah⁴

Prodi Teknik Informatika, Universitas Asahan¹²³⁴

Email: devi.setiawati456@gmail.com¹, dicky@nusa.net.id², nursriwulandari87@gmail.com³, kchiro98@gmail.com⁴

Published: June, 2026

ABSTRACT

The acceleration of artificial intelligence (AI) technology triggers a major transformation toward personalized learning systems, yet conventional evaluation methods at the primary school level are still dominated by rigid average scores that obscure the heterogeneity of student capabilities. This study aims to design, test, and describe the implementation of a web-based Fuzzy Logic System in mapping student learning evaluation outcomes adaptively. The research method utilized is a descriptive quantitative approach with a case study design. The research subjects focus deeply on 12 third-grade students at SD MIS MPI Dusun XIV-B. Data processing is conducted using two main input variables, namely Mathematics (X_1) and Indonesian Language (X_2) course scores. The stages of the fuzzy process include fuzzification with four membership intervals (Low, Sufficient, Good, Very Good), reasoning through an Inference Engine based on 9 basic rules (Rule Base), and an average defuzzification stage to generate a crisp final score. The results indicate that this fuzzy-based AI system possesses high sensitivity in fairly mapping students' asymmetrical competency profiles, granting equal recognition to literacy and numeracy skills, and successfully providing personalized pedagogical intervention recommendations. Descriptive analysis also indicates a positive level of technology acceptance from both teachers and students as it successfully reduces academic anxiety and enhances intrinsic learning motivation. This study concludes that the integration of fuzzy logic is effective in overcoming the ambiguity of conventional assessment instruments while establishing an objective, transparent, and accountable formative assessment system in elementary schools.

Keywords: Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, Learning Evaluation, Case Study, Primary Education.

ABSTRAK

Akselerasi teknologi kecerdasan buatan (AI) memicu transformasi besar menuju sistem pembelajaran terpersonalisasi, namun metode evaluasi konvensional di tingkat sekolah dasar masih didominasi nilai rata-rata kaku yang mengaburkan heterogenitas kemampuan siswa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, menguji, dan mendeskripsikan implementasi *Fuzzy Logic System* berbasis web dalam memetakan hasil evaluasi belajar siswa secara adaptif. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain studi kasus. Subjek penelitian berfokus secara mendalam pada 12 siswa kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B. Pengolahan data dilakukan menggunakan dua variabel input utama, yaitu nilai mata pelajaran Matematika (X_1) dan Bahasa Indonesia (X_2). Tahapan proses fuzzy meliputi fuzzifikasi dengan empat interval keanggotaan (Rendah, Cukup, Baik, Sangat Baik), penalaran menggunakan Inference Engine berbasis 9 aturan dasar (*Rule Base*), serta tahap defuzzifikasi rata-rata untuk menghasilkan skor akhir yang tegas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem AI berbasis fuzzy ini memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dalam memetakan profil kompetensi asimetris siswa secara adil, memberikan pengakuan setara terhadap kemampuan literasi maupun numerasi, serta mampu menyediakan rekomendasi intervensi pedagogis yang terpersonalisasi. Analisis deskriptif juga mengindikasikan tingkat penerimaan teknologi yang positif dari guru dan siswa karena berhasil mereduksi kecemasan akademik serta meningkatkan motivasi belajar intrinsik. Studi ini menyimpulkan bahwa integrasi logika fuzzy efektif mengatasi kesamaran instrumen penilaian konvensional sekaligus mewujudkan sistem asesmen formatif yang objektif, transparan, dan akuntabel di sekolah dasar.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Logika Fuzzy, Evaluasi Pembelajaran, Studi Kasus, Pendidikan Dasar.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Akselerasi perkembangan teknologi digital pada era kontemporer telah memicu transformasi yang sangat masif di berbagai sektor kehidupan manusia, tidak terkecuali pada tatanan pendidikan formal. Di antara berbagai terobosan teknologi yang berkembang, implementasi Kecerdasan Buatan

atau *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu inovasi terdepan yang paling menyita perhatian para akademisi, praktisi, dan pengambil kebijakan dalam upaya mengoptimalkan mutu proses belajar mengajar. Kehadiran teknologi AI dinilai memiliki kapasitas yang luar biasa besar dalam merekonstruksi cara masyarakat modern memahami, merancang, serta menjalankan sistem instruksional dari jenjang pendidikan dasar hingga perguruan tinggi. Arus utama dari pergeseran paradigma pendidikan modern saat ini berpusat pada pemenuhan konsep pembelajaran terpersonalisasi (*personalized learning*). Pendekatan pedagogis tersebut berkomitmen penuh untuk menyelaraskan seluruh rangkaian aktivitas akademis dengan kapasitas kognitif, keunikan individu, serta gaya belajar dari masing-masing peserta didik.

Dalam ranah teoritis, kecerdasan buatan digambarkan sebagai simulasi dari kecerdasan manusia yang ditransfer ke dalam sistem komputasi agar mampu menalar, belajar dari pengalaman, dan mengambil keputusan secara rasional. Di sektor pendidikan, integrasi sistem cerdas ini diarahkan untuk memangkas rigiditas tata kelola pengajaran sekaligus menghadirkan layanan edukasi yang adaptif bagi peserta didik. Melalui pemanfaatan platform berbasis komputasi pintar, penyusunan materi ajar maupun model evaluasi hasil belajar tidak lagi diberikan secara seragam, melainkan disesuaikan secara dinamis dengan rekam jejak capaian kognitif siswa. Menariknya, lompatan teknologi ini tidak hanya berfokus pada optimalisasi perangkat lunak di dalam kelas, melainkan juga beririsan dengan pengembangan sistem kontrol dan otomatisasi cerdas yang menggunakan logika komputer untuk berinteraksi langsung dengan kedinamisan lingkungan binaannya.

Namun demikian, kaku dan rigidnya sistem evaluasi konvensional di tingkat Sekolah Dasar saat ini sering kali memicu hambatan pedagogis yang sistemik. Selama puluhan tahun, model pendidikan tradisional di berbagai lembaga formal didominasi oleh pendekatan klasikal yang bersifat seragam (*one-size-fits-all*). Dalam model kelas yang kaku tersebut, seluruh siswa dipaksa dan diharapkan untuk mengikuti satu jalur pembelajaran, durasi pengerjaan, materi, serta target kecepatan yang mutlak sama tanpa mempertimbangkan heterogenitas kemampuan anak. Padahal, berdasarkan tinjauan psikologi perkembangan, setiap anak dilahirkan dengan karakteristik, bakat, potensi kognitif, dan modalitas belajar yang sangat berbeda-beda. Perbedaan individual ini terlihat sangat jelas pada tingkat pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak, gaya belajar dominan, hingga motivasi intrinsik mereka terhadap bidang studi tertentu.

Ketidakmampuan sistem asesmen tradisional dalam mengakomodasi keberagaman kognitif ini berdampak buruk terhadap perkembangan psikologis siswa di kelas awal sekolah dasar. Siswa yang memiliki kecepatan serap lebih lambat cenderung kehilangan motivasi belajar karena tertinggal oleh target klasikal, sementara siswa yang memiliki kecerdasan di atas rata-rata merasa kurang tertantang akibat materi yang monoton. Kelemahan krusial dari evaluasi konvensional terletak pada akumulasi nilai angka mutlak (skala 0-100) yang bersifat biner dan kaku. Model penilaian tunggal ini gagal menangkap indikator-indikator proses yang samar, seperti fluktuasi keaktifan siswa, konsistensi perkembangan, dan durasi penyelesaian tugas. Akibatnya, penggunaan nilai rata-rata matematika biasa sering kali mengaburkan visualisasi riil dari peta kompetensi individu siswa yang sesungguhnya di dalam kelas.

Untuk menjembatani permasalahan ketidakpastian dan kesamaran pada instrumen evaluasi tersebut, sistem logika fuzzy (*fuzzy logic*) hadir sebagai solusi penalaran matematika yang sangat relevan. Logika fuzzy merupakan representasi dari sistem kontrol cerdas yang mampu memetakan ruang input ke dalam ruang output dengan menggunakan konsep himpunan samar, di mana status kebenaran suatu nilai tidak lagi bersifat kaku (0 atau 1), melainkan memiliki derajat keanggotaan yang kontinu di antaranya. Dalam lanskap teknologi informasi modern, metodologi fuzzy telah banyak diintegrasikan ke dalam berbagai aplikasi sistem pakar berbasis web untuk membantu proses pengambilan keputusan yang kompleks di tengah ketidakpastian data, seperti pada diagnosis medis maupun sistem klasifikasi performa objek. Fleksibilitas matematika fuzzy ini menjadikannya sangat ideal untuk memformulasikan pola pikir manusia yang mengandung unsur subjektivitas ke dalam kode komputasi komputer formal yang terukur.

Urgensi penerapan logika fuzzy pada evaluasi siswa di sekolah dasar didasarkan pada fase perkembangan anak usia dasar yang sangat dinamis dan multi-indikator. Melalui pendekatan himpunan fuzzy, variabel kualitatif yang samar seperti tingkat pemahaman siswa dapat dikonversikan

menjadi nilai keanggotaan matematis yang kontinu. Hal ini menghasilkan sebuah keputusan penilaian hasil belajar yang jauh lebih adil, objektif, transparan, serta mampu merefleksikan profil akademis anak secara riil. Selain itu, pemanfaatan AI berbasis logika fuzzy ini juga memberikan dampak positif yang sangat signifikan bagi para pendidik untuk merumuskan intervensi pengajaran yang adaptif di dalam kelas secara real-time.

Meskipun menawarkan efektivitas yang menjanjikan, disrupsi kecerdasan buatan dalam dunia pendidikan dasar juga memicu tantangan ikutan berupa isu etika digital dan keamanan siber yang kompleks. Salah satu risiko terbesar kontemporer saat ini adalah penyalahgunaan teknologi cerdas untuk manipulasi informasi serta penyebaran hoaks berbasis AI yang dapat mengancam literasi media digital di lingkungan akademik. Lebih lanjut, dalam arsitektur digital masa depan, pengolahan data AI skala besar membutuhkan dukungan infrastruktur telekomunikasi generasi mutakhir, seperti implementasi visi robotika kolaboratif dalam ekonomi digital berbasis jaringan 6G guna menjamin kecepatan transmisi data tanpa kendala latensi. Di samping masalah suprastruktur, kompleksitas algoritma AI juga menghadapi tantangan teknis dalam hal akurasi pengenalan pola visual, sebagaimana ditemui pada pemodelan sistem klasifikasi citra tingkat tinggi yang memerlukan ekstraksi fitur rumit dan reduksi dimensi intensif seperti kombinasi metode HOG, PCA, dan SVM. Oleh karena itu, tantangan teknologi ini mencakup perlindungan privasi data pribadi anak, risiko bias algoritma, resistensi budaya dari guru konvensional, hingga kesenjangan aksesibilitas perangkat digital di daerah rural. Guna menumbuhkan keterterimaan teknologi sejak dini, pendekatan edukasi berbasis praktik langsung seperti pelatihan pembuatan robot roda avoider sederhana bagi siswa terbukti efektif membangun pemahaman dasar anak terhadap cara kerja logika kontrol komputer.

Berangkat dari landasan pemikiran tersebut, penelitian ini dirancang secara khusus melalui pendekatan kuantitatif deskriptif studi kasus untuk mengeksplorasi, merancang, dan menguji cobakan implementasi *Fuzzy Logic System* dengan 9 aturan dasar dalam memetakan hasil evaluasi belajar. Studi kasus ini difokuskan secara mendalam pada 12 siswa kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B dengan menggunakan dua variabel input inti, yaitu nilai mata pelajaran Matematika (X_1) dan Bahasa Indonesia (X_2), guna mewujudkan sistem asesmen personalisasi yang bermutu tinggi, objektif, aman, dan akuntabel pada jenjang pendidikan dasar.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain studi kasus. Metode ini dipilih untuk menggambarkan, memetakan, dan menjabarkan secara sistematis hasil evaluasi capaian belajar siswa berdasarkan pengolahan data angka menggunakan penalaran logika fuzzy. Pendekatan studi kasus diterapkan guna mengamati fenomena evaluasi ini secara mendalam pada kelompok subjek dalam konteks lingkungan instruksional yang spesifik.

Subjek Penelitian

Subjek yang terlibat dalam penelitian ini adalah siswa pada jenjang pendidikan dasar kelas awal. Secara spesifik, partisipan yang menjadi fokus studi kasus ini berjumlah 12 siswa yang duduk di kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B. Pemilihan subjek dilakukan untuk melihat keterterapan model evaluasi cerdas pada fase perkembangan kognitif siswa sekolah dasar.

Variabel Penelitian

Asesmen performa siswa dalam penelitian ini difokuskan pada dua variabel input utama yang merepresentasikan capaian akademis pada bidang studi inti. Variabel-variabel tersebut didefinisikan sebagai berikut:

1. X_1 (Variabel Input 1): Nilai mata pelajaran Matematika. Variable ini mencerminkan kompetensi logika numerik dan pemecahan masalah matematis siswa.
2. X_2 (Variabel Input 2): Nilai mata pelajaran Bahasa Indonesia. Variabel ini merepresentasikan kemampuan literasi, pemahaman bacaan, dan komunikasi verbal siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas AI Fuzzy dalam Meningkatkan Pembelajaran Personalisasi

Berdasarkan pengujian komputasi menggunakan *Fuzzy Logic System* terhadap data akademis 12 siswa kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B, sistem evaluasi berbasis kecerdasan buatan ini menunjukkan kemampuan tinggi dalam memetakan performa belajar secara spesifik. Input nilai kuantitatif tegas dari mata pelajaran Matematika (X_1) dan Bahasa Indonesia (X_2) yang dimasukkan ke dalam mesin inferensi menghasilkan klasifikasi kompetensi yang lebih sensitif terhadap variasi kemampuan personal anak. Penilaian tidak lagi sekadar didasarkan pada nilai rata-rata biasa yang mengaburkan kelemahan siswa pada salah satu bidang studi, melainkan mampu memilah derajat capaian secara objektif.

Hasil fuzzifikasi data nilai siswa mengindikasikan adanya sebaran kemampuan yang heterogen pada jenjang kelas dasar ini. Melalui batas interval yang ketat (Rendah: 0-60, Cukup: 61-75, Baik: 76-85, Sangat Baik: 86-100), sistem berhasil menyaring data kognitif mentah menjadi kategori linguistik yang bermakna secara pedagogis. Asesmen personalisasi ini bekerja dengan memberikan pengakuan status kompetensi yang adil. Sebagai contoh, siswa yang memiliki ketimpangan nilai ekstrem seperti nilai Matematika yang berada pada kategori tinggi namun nilai Bahasa Indonesia berada pada kategori rendah tetap dapat diidentifikasi secara akurat oleh sistem melalui penarikan *Rule Base* nomor 8, yang kemudian menetapkan status capaian akhir anak tersebut pada kategori "Baik".

Melalui skema rekomendasi yang adaptif ini, platform AI fuzzy memberikan peta capaian yang dipersonalisasi untuk ke-12 siswa tersebut. Sistem secara otomatis mendeteksi bahwa siswa yang berada pada kluster aturan kaku tertentu membutuhkan pendekatan materi intervensi yang berbeda. Bagi siswa yang terjaring dalam Rule 5 (di mana kemampuan Matematika dan Bahasa Indonesia sama-sama berada pada kategori rendah), sistem merekomendasikan repetisi materi dasar dengan bantuan visual yang intensif. Sebaliknya, bagi kelompok siswa yang berhasil memenuhi kriteria Rule 1 dengan capaian kedua mata pelajaran pada tingkat tinggi, sistem langsung memetakan mereka untuk menerima modul pengayaan tingkat lanjut demi menjaga akselerasi kognitif anak secara mandiri.

Tingkat Penerimaan Teknologi AI oleh Guru dan Siswa

Pengamatan deskriptif terhadap jalannya studi kasus di SD MIS MPI Dusun XIV-B menunjukkan dinamika penerimaan teknologi yang positif dari para partisipan, meskipun skala implementasinya berada pada lingkup kelas kecil. Ke-12 siswa kelas 3 yang menjadi subjek penelitian memperlihatkan respon psikologis yang adaptif terhadap integrasi platform digital ini. Penggunaan representasi status kelulusan atau capaian berupa label linguistik fuzzy (seperti "Sangat Baik", "Baik", atau "Cukup") pasca-ujian terbukti mengurangi tingkat kecemasan akademik yang biasanya muncul pada metode perankingan nilai angka konvensional. Siswa cenderung melihat proses asesmen ini sebagai indikator perkembangan diri, bukan sebagai instrumen penghakiman kemampuan.

Dari sisi tenaga pendidik di MIS MPI Dusun XIV-B, penerimaan terhadap sistem kontrol cerdas ini didorong oleh aspek kegunaan praktis dalam memangkas alur kerja evaluasi harian. Pendidik dapat melihat pemetaan kompetensi kelas secara instan tanpa harus melakukan tabulasi silang manual yang rumit untuk membandingkan performa literasi dan numerasi siswa. Walakin, tantangan adaptasi teknologi tetap ditemui pada fase awal transisi operasional. Guru kelas memerlukan pendampingan teknis intensif guna memahami rasionalitas di balik penentuan 9 aturan fuzzy yang tertanam di dalam sistem. Keterterimaan teknologi ini pada akhirnya sangat bergantung pada pemahaman guru bahwa algoritma fuzzy tidak dirancang untuk mengambil alih otoritas penilaian mereka, melainkan bertindak sebagai asisten cerdas yang memvalidasi objektivitas evaluasi di dalam kelas.

Tantangan Utama Implementasi AI dalam Pendidikan Dasar

Pelaksanaan studi kasus pada ekosistem sekolah dasar ini menyingkap beberapa hambatan mendasar yang bersifat teknis maupun konseptual. Pada aspek infrastruktur, kendala operasional utama bersumber dari keterbatasan perangkat digital yang ramah anak untuk ukuran siswa kelas 3 SD, serta fluktuasi stabilitas akses jaringan internet di lingkungan Dusun XIV-B. Gangguan koneksi saat proses input data atau saat siswa mengakses kuis adaptif berpotensi mendistorsi kalkulasi durasi pengerjaan yang menjadi salah satu indikator pendukung, sehingga menuntut adanya optimasi sistem agar dapat dijalankan secara luring (*offline*) dengan sinkronisasi berkala.

Tantangan yang tidak kalah krusial adalah risiko reduksionisme kompetensi anak akibat keterbatasan variabel input sistem. Pada model *Fuzzy Logic* yang diterapkan dalam studi ini, sistem

evaluasi murni hanya mengolah data angka dari dua mata pelajaran inti, yaitu Matematika dan Bahasa Indonesia. Keterbatasan struktural ini memicu kekhawatiran etis di kalangan pendidik mengenai potensi terabaikannya indikator-indikator perkembangan afektif, moral, kesantunan berbahasa, serta kecerdasan emosional siswa yang mestinya menjadi pilar utama pendidikan di tingkat sekolah dasar. Algoritma fuzzy terikat pada rigiditas data numerik awal, sehingga aspek-aspek karakter anak yang bersifat non-kognitif berisiko luput dari perhatian apabila sekolah terlalu bertumpu pada otomatisasi evaluasi berbasis AI ini.

Pengaruh Sistem Evaluasi AI terhadap Motivasi Belajar

Dampak penerapan sistem asesmen cerdas ini terhadap motivasi intrinsik 12 siswa kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B memperlihatkan tren perubahan perilaku belajar yang signifikan. Penyampaian umpan balik yang cepat dan transparan melalui formula defuzzifikasi rata-rata yang konsisten memicu penguatan motivasi berprestasi pada diri siswa. Anak-anak menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi untuk memperbaiki posisi kategori linguistik mereka; siswa yang berada pada kategori "Cukup" terstimulasi untuk menaikkan performa mereka ke kategori "Baik" dengan mencoba menyelesaikan latihan soal adaptif yang disediakan oleh platform secara berulang kali.

Namun, pengamatan mendalam juga mendeteksi adanya efek jenuh digital apabila interaksi dengan platform AI dilakukan tanpa batasan waktu yang proporsional. Sebagian siswa kelas awal tetap membutuhkan konfirmasi verbal berupa pujian langsung, senyuman, dan dorongan afektif dari guru mereka untuk merasa benar-benar dihargai dalam proses belajar. Angka capaian yang dikeluarkan oleh komputer, secerdas apa pun basis aturan fuzzy yang merancangannya, tetap dirasakan sebagai entitas yang dingin jika tidak diiringi oleh sentuhan humanis pendidik. Oleh karena itu, fluktuasi motivasi belajar siswa terbukti mencapai titik puncaknya ketika hasil evaluasi AI fuzzy ini digunakan oleh guru sebagai pijakan untuk memberikan apresiasi personal secara langsung di depan kelas.

PEMBAHASAN

Transformasi Nilai Angka Menjadi Keputusan Pedagogis Adaptif

Esensi utama dari implementasi *Fuzzy Logic System* dengan 9 aturan dasar pada studi kasus di SD MIS MPI Dusun XIV-B adalah kemampuannya dalam mentransformasi data angka mutlak yang kaku menjadi keputusan pedagogis yang lebih humanis dan akurat. Dalam sistem penilaian tradisional, nilai matematika dan bahasa Indonesia sering kali dijumlahkan dan dirata-rata secara mentah tanpa mempertimbangkan karakteristik khas dari masing-masing domain ilmu tersebut. Pendekatan konvensional ini kerap merugikan siswa yang memiliki profil kemampuan asimetris. Melalui logika fuzzy tipe Mamdani, kesamaran (*fuzziness*) kemampuan kognitif anak diwadahi ke dalam fungsi keanggotaan linguistik, sehingga memberikan gambaran kompetensi yang lebih representatif.

Bila dianalisis berdasarkan 9 aturan operasional yang dijalankan oleh mesin inferensi, terlihat jelas bahwa sistem ini memberikan bobot keadilan yang tinggi bagi perkembangan anak. Sebagai contoh, aturan nomor 2 dan 3 (IF MATH tinggi AND BI sedang $\rightarrow$ Baik, serta IF MATH sedang AND BI tinggi $\rightarrow$ Baik) memberikan pengakuan yang setara terhadap keunggulan siswa, baik di bidang logika-numerik maupun literasi-verbal. Sistem tidak mengorbankan status capaian akhir anak hanya karena salah satu bidang studinya belum mencapai tingkat optimal. Hal ini sejalan dengan prinsip psikologi perkembangan anak yang menegaskan bahwa kecerdasan anak usia dasar bersifat multidimensi dan tidak boleh diukur menggunakan satu parameter tunggal yang seragam.

Rasionalitas Formula Defuzzifikasi dan Validitas Asesmen

Proses defuzzifikasi dalam penelitian ini menggunakan pendekatan nilai tegas (*crisp value*) yang dihitung melalui formula matematika. Secara komputasional, formula ini berfungsi sebagai penyederhanaan akhir untuk mengembalikan output inferensi fuzzy yang abstrak menjadi format angka yang mudah dipahami oleh orang tua siswa, guru, dan pihak sekolah. Meskipun rumusnya terlihat serupa dengan kalkulasi rata-rata konvensional, letak perbedaan mendasarnya berada pada pra-kondisi data yang telah disaring terlebih dahulu melalui mesin aturan (*rule base*). Angka akhir yang dihasilkan merupakan representasi dari posisi koordinat siswa di dalam ruang keputusan fuzzy yang sudah terkalibrasi dengan standar batas interval fuzzifikasi.

Integrasi formula ini menjamin adanya transparansi dan akuntabilitas dalam sistem evaluasi cerdas. Guru dapat dengan mudah melacak kembali validitas nilai akhir siswa karena seluruh basis

penalaran komputer terdokumentasi dengan jelas di dalam 9 aturan dasar. Jika terjadi anomali pada nilai akhir seorang siswa, pendidik dapat memeriksa pada aturan nomor berapa data kognitif anak tersebut tersaring, apakah karena faktor kelemahan ekstrem di mata pelajaran Matematika ataupun di Bahasa Indonesia. Validitas asesmen yang tinggi ini meminimalkan faktor subjektivitas guru dalam pemberian nilai rapor, sekaligus memberikan alat deteksi dini yang sah untuk memetakan kesiapan siswa kelas 3 sebelum melangkah ke jenjang kelas yang lebih tinggi.

Mitigasi Keterbatasan Algoritma dalam Lingkungan Sekolah Dasar

Meskipun sistem kontrol fuzzy menawarkan efisiensi penalaran komputasi yang luar biasa, hasil pengujian lapangan di MIS MPI Dusun XIV-B menegaskan bahwa kecerdasan buatan tidak akan pernah bisa menggantikan peran sentral guru manusia, melainkan harus diposisikan sebagai perangkat pendukung (*supporting tool*). Keterbatasan algoritma dalam menangkap variabel non-kognitif seperti etika, motivasi, dan interaksi sosial menuntut adanya strategi mitigasi berupa pendekatan asesmen holistik. Guru kelas harus berperan sebagai kurator yang menyelaraskan keluaran hasil dari AI fuzzy dengan catatan observasi perilaku langsung di dalam kelas.

Selain itu, guna mengatasi tantangan bias algoritma yang berpotensi membatasi ruang eksplorasi belajar anak (*filter bubble*), interpretasi terhadap 9 aturan fuzzy tidak boleh diterapkan secara mekanistik tanpa evaluasi berkala. Batas interval pada tahap fuzzifikasi (0-100 dengan 4 kategori) harus ditinjau ulang secara periodik agar tetap relevan dengan perkembangan kurikulum nasional dan karakteristik sosiologis siswa di Dusun XIV-B. Penyelarasan ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem AI tetap bersifat inklusif, adil, bebas dari diskriminasi latar belakang, serta mampu mendorong stimulasi kemampuan pemecahan masalah secara kreatif dan berpikir kritis pada anak usia dasar.

Implikasi Manajerial dan Strategi Integrasi *Blended Learning*

Secara manajerial, hasil dan pembahasan dari studi kasus ini memberikan implikasinya yang nyata bagi tata kelola akademis di tingkat sekolah dasar. Implementasi AI berbasis fuzzy menuntut adanya reformasi kesiapan teknologi informasi, perubahan pola pikir pendidik, serta penyusunan peta jalan integrasi yang matang. Sekolah harus mulai berinvestasi pada penguatan literasi digital para guru melalui lokakarya berkelanjutan, agar kesenjangan kemampuan teknis antara guru senior dan guru junior dapat dipangkas.

Strategi integrasi yang paling direkomendasikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah dengan menerapkan model blended learning yang seimbang. Platform AI fuzzy ditempatkan khusus untuk mengelola asesmen formatif harian, kuis adaptif, dan rekam jejak kognitif mandiri siswa pada mata pelajaran Matematika dan Bahasa Indonesia. Sementara itu, sesi tatap muka di dalam ruang kelas dimanfaatkan secara penuh oleh guru untuk memperkuat aspek afektif, kerja sama tim, penanaman nilai karakter moral, serta bimbingan emosional yang humanis. Melalui sinergi yang harmonis antara kecerdasan buatan dan sentuhan humanis pendidik, ekosistem pembelajaran yang bermutu tinggi, personal, aman, dan akuntabel dapat diwujudkan secara berkelanjutan di sekolah dasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif deskriptif pada studi kasus terhadap 12 siswa kelas 3 SD MIS MPI Dusun XIV-B, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan Fuzzy Logic System dengan 9 aturan dasar efektif mengatasi kekakuan sistem penilaian konvensional dengan menghasilkan pemetaan kompetensi yang lebih adil dan sensitif terhadap variasi kemampuan personal siswa.
2. Integrasi variabel nilai Matematika (X_1) dan Bahasa Indonesia (X_2) ke dalam mesin fuzzy mampu mengidentifikasi profil kognitif asimetris anak secara akurat, sehingga mempermudah guru dalam memberikan rekomendasi intervensi pembelajaran yang terpersonalisasi.
3. Sistem evaluasi cerdas ini mendapatkan penerimaan teknologi yang positif dari guru dan siswa karena terbukti memangkas waktu tabulasi guru, mengurangi kecemasan akademik pada anak, serta mendongkrak motivasi belajar intrinsik mereka di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Alim, A., Yuyen, G. F., Evangelina, I. G., & Lie, K. (2025). The future perspective of collaborative robotics in a 6G-based digital economy. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi (JUISI)*, 4(1), 186–196.
- Cahyaningrum, Y. (2023). Penerapan artificial intelligence menggunakan fuzzy logic dalam dunia pendidikan. *Jurnal Amplifier*, 13(2), 61–68. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v13i2.30757>.
- Dwi Robiul R., Arya, I., & Zakariyya, A. (2023). Manfaat kecerdasan buatan untuk pendidikan. *Jurnal TEKOMIN: Teknologi Komputer dan Informatika*, 1(1), 1–8.
- Frianto, H. T., Humaidi, S., & Bonardo, D. (2023). Robotika dan otomasi pintar (Sistem kontrol berbasis AI). Garis Ilmu Press.
- Muhammad Adeva, Gaisani, N. J., & Pratama, I G. N. K. (2025). Klasifikasi citra batik banyumasan menggunakan ekstraksi fitur HOG, reduksi dimensi PCA, dan klasifikasi SVM. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika*, 7(2), 39–45. <https://doi.org/10.33005/jifti.v7i2.193>.
- Nurmaini, S., & Tutuko, B. (2018). Aplikasi logika fuzzy untuk sistem kontrol robotik (Cetakan 1). Unsri Press.
- Putra, A. M., Firmansyah, M. A. A., & Syahidan, A. R. (2023). Penggunaan fuzzy logic pada sistem pakar diagnosa penyakit tulang berbasis web. *MJI: Media Jurnal Informatika*, 15(2), 334–338+Jurnal+Sistem+Pakar+Diagnosa+Penyakit+Tulang+MJI-1.pdf].
- Sabela, I. N. D., Saputra, A., & Kuncoro, W. (2026). Hoaks berbasis kecerdasan buatan AI sebagai tantangan literasi media sosial. *RELASI: Jurnal Penelitian Komunikasi*, 6(1), 44–54.
- Santoso, J. T. (2023). Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence). Yayasan Prima Agus Teknik.
- Setia, B., & Ramadan, A. (2019). Penerapan logika fuzzy pada sistem cerdas. *Jurnal Sistem Cerdas*, 2(1), 61–66.
- Setyawan, I., Wardana, H. K., & Utami, E. Y. D. (2023). Pelatihan pembuatan robot avoider beroda untuk siswa SMKN 2 Salatiga. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(2), 745–752.
- Widodo, Y. B., Sibuea, S., & Narji, M. (2024). Kecerdasan buatan dalam pendidikan: Meningkatkan pembelajaran personalisasi. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer MH. Thamrin*, 10(2), 602–615. <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2324>.