

PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE TSUKAMOTO DALAM EVALUASI PEMBELAJARAN SISWA DI YAYASAN AL LATHIIF KHOTIBUL AKHYAR

Siti Raudhatul Syifa¹, Maulana Ardhiansyah²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

²Program Studi Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Pamulang
syifasirad@gmail.com, maulanaunpam2012@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Received Nov 03, 2025

Revised Nov 20, 2025

Accepted Dec 04, 2025

Abstract – This research aims to develop a learning evaluation system based on the Fuzzy Inference System (FIS) using the Tsukamoto method to improve the objectivity and efficiency of the assessment process at the Al Lathiif Khotibul Akhyar Foundation. Until now, the student assessment process at this tutoring institution has been carried out manually and subjectively. By using fuzzy logic, assessment aspects such as discipline, concept understanding, and problem-solving can be evaluated more measurably. The research results show that the developed system is able to provide evaluation results that are more accurate, consistent, and aligned with the students' conditions in the field. This system is implemented via the web using PHP and MySQL, and tested using the black box method to ensure all functions operate according to requirements.

Keywords: Fuzzy Inference System, Tsukamoto Method, Learning Evaluation, Fuzzy Logic, Decision Support System

Corresponding Author:

Suttichai Premrudeeprechacharn

Email: suttichai@mail.com



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem evaluasi pembelajaran berbasis Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Tsukamoto untuk meningkatkan objektivitas dan efisiensi proses penilaian di Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar. Selama ini, proses penilaian siswa di lembaga bimbingan belajar tersebut dilakukan secara manual dan subjektif. Dengan menggunakan logika fuzzy, aspek-aspek penilaian seperti kedisiplinan, pemahaman konsep, dan penyelesaian soal dapat dievaluasi secara lebih terukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memberikan hasil evaluasi yang lebih akurat, konsisten, dan sesuai dengan kondisi siswa di lapangan. Sistem ini diimplementasikan berbasis web menggunakan PHP dan MySQL, serta diuji menggunakan metode black box untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai kebutuhan.

Kata Kunci: Fuzzy Inference System, Metode Tsukamoto, Evaluasi Pembelajaran, Logika Fuzzy, Sistem Pendukung Keputusan

1. PENDAHULUAN

Proses pembelajaran tidak dapat dipisahkan dari kegiatan evaluasi. Dalam konteks pembelajaran siswa, guru memegang peran penting dalam memastikan bahwa evaluasi pendidikan dilaksanakan secara optimal (Phafiandita et al., 2022). Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang telah diajarkan serta membantu guru dalam menentukan langkah pembelajaran selanjutnya. Pada lembaga formal seperti sekolah, sistem evaluasi telah diatur oleh pemerintah melalui kurikulum yang berlaku. Namun, berbeda halnya dengan lembaga pendidikan nonformal seperti bimbingan belajar yang belum memiliki standar evaluasi yang baku, sehingga penilaian sering dilakukan secara subjektif (Radite et al., 2022).

Bimbingan belajar berperan penting dalam meningkatkan mutu pendidikan dan hasil belajar siswa. Meski terkadang menimbulkan kejenuhan, bimbingan belajar terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi serta prestasi akademik siswa (Muhammad Bambang Purwanto & Sherly Malini, 2022; Nasution & Veronica, 2022). Oleh karena itu, diperlukan sistem evaluasi di bimbel yang mampu menilai hasil pembelajaran siswa secara menyeluruh dan objektif, tidak hanya dari hasil ujian tetapi juga dari aspek non-akademik seperti kedisiplinan, keaktifan, dan kemampuan penyelesaian soal.

Logika fuzzy menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam mengatasi ketidakpastian dan subjektivitas dalam penilaian. Sebagai metode pemetaan masalah dari input ke output yang bersifat tidak pasti, logika fuzzy telah banyak digunakan di berbagai bidang, termasuk pendidikan (Saputra et al., 2013). Berdasarkan teori himpunan fuzzy, metode ini memanfaatkan derajat keanggotaan dari setiap variabel untuk menggambarkan kondisi tertentu. Salah satu metode dalam logika fuzzy yang mampu menghasilkan keluaran (output) yang jelas dan terukur adalah metode Tsukamoto, yang menggunakan fungsi keanggotaan monoton dan proses defuzzifikasi berbasis rata-rata berbobot (Prisilia & Gusrianty, 2024).

Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar sebagai lembaga bimbingan belajar memiliki kebutuhan akan sistem evaluasi yang lebih sistematis dan objektif. Dengan beragam latar belakang siswa dan karakteristik pembelajaran yang berbeda dari sistem formal, dibutuhkan pendekatan yang adaptif terhadap kondisi tersebut. Oleh karena itu, penerapan Fuzzy Inference System (FIS) metode Tsukamoto diharapkan dapat menjadi solusi dalam membangun model evaluasi pembelajaran yang lebih tepat, adil, dan mencerminkan kondisi nyata siswa di lapangan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan penerapan sistem evaluasi pembelajaran berbasis logika fuzzy metode Tsukamoto untuk menilai tiga aspek utama, yaitu kedisiplinan belajar, pemahaman konsep, dan penyelesaian soal siswa di Bimbingan Belajar Al Lathiif Khotibul Akhyar. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi serta objektivitas dalam proses evaluasi siswa.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan metode Fuzzy Inference System (FIS), khususnya pendekatan Tsukamoto, dalam sistem evaluasi pembelajaran.

Ningsih dan Firmansyah (2020) mengembangkan sistem penunjang keputusan untuk menilai hasil belajar siswa berdasarkan nilai tugas, kehadiran, dan ujian. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Tsukamoto mampu menghasilkan evaluasi yang objektif, fleksibel, dan konsisten.

Penelitian lain oleh Prisilia dan Gusrianty (2024) memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa sistem berbasis fuzzy dapat menghasilkan keputusan evaluasi dalam bentuk nilai kuantitatif (0–100) melalui proses defuzzifikasi, yang meningkatkan akurasi penilaian.

Selain itu, Chaudhari et al. (2023) membandingkan tiga metode FIS Mamdani, Larsen, dan Tsukamoto dalam mengevaluasi performa akademik siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Tsukamoto memberikan hasil evaluasi yang lebih akurat dan mendekati penilaian manual, berkat strukturnya yang efektif dalam menangani variabel input yang bervariasi. Penelitian serupa oleh Irsa Syahputri et al. (2022) juga mendukung keunggulan metode Tsukamoto karena menghasilkan nilai akhir yang stabil serta mudah diinterpretasikan.

Relevansi penelitian-penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada kesamaan pendekatan dalam penggunaan logika fuzzy untuk menilai performa siswa. Namun, penelitian ini berbeda dalam konteks penerapannya fokus pada bimbingan belajar nonformal, khususnya mata pelajaran Matematika di Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian pengembangan sistem berbasis metode kuantitatif deskriptif, dengan tujuan untuk menerapkan logika fuzzy, khususnya metode Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto, dalam proses evaluasi pembelajaran siswa di Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sistem evaluasi yang lebih objektif, adaptif, dan terukur dibandingkan metode penilaian konvensional.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem berbasis web yang mampu mengakomodasi proses penilaian berdasarkan tiga aspek utama, yaitu kedisiplinan belajar, pemahaman konsep, dan kemampuan penyelesaian soal. Hasil dari sistem ini berupa nilai evaluasi akhir siswa yang diperoleh dari proses inferensi fuzzy.

Populasi penelitian meliputi seluruh siswa aktif di Bimbingan Belajar Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar.

Sampel penelitian diambil menggunakan teknik purposive sampling, yaitu siswa kelas 1–6 SD sebanyak 30 siswa yang mengikuti program Matematika secara rutin.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama:

1. Wawancara, dengan guru dan pengelola lembaga untuk mengetahui proses penilaian dan kebutuhan sistem evaluasi.
2. Observasi, terhadap proses belajar dan perilaku siswa di kelas untuk memperoleh data kedisiplinan dan partisipasi belajar.
3. Studi Pustaka, dari berbagai jurnal dan literatur yang relevan untuk memperkuat teori tentang logika fuzzy dan metode Tsukamoto.

Tahapan penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dalam penelitian ini meliputi:

1. Fuzzifikasi
Mengubah data numerik hasil penilaian menjadi derajat keanggotaan fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan linier naik, linier turun, dan segitiga.
2. Pembentukan Rule Base
Menyusun aturan fuzzy berbentuk pernyataan *IF-THEN* berdasarkan kombinasi tiga variabel input. Total aturan yang dibentuk adalah 27 aturan (3^3).
3. Inferensi Fuzzy
Menghitung nilai α -predikat dari setiap aturan menggunakan operator *MIN* (nilai minimum) untuk memperoleh tingkat kebenaran aturan.
4. Defuzzifikasi
Mengubah hasil inferensi fuzzy menjadi nilai tegas (*crisp value*) dengan metode *weighted average* (rata-rata berbobot). Nilai ini menjadi hasil akhir evaluasi siswa.

Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan *Model-View-Controller (MVC)* dengan framework Laravel. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP, database MySQL, dan pengujian sistem dilakukan pada server lokal Laragon.

Tahapan perancangan mencakup pembuatan diagram UML (Use Case, Activity, Sequence, dan Class Diagram) untuk memodelkan struktur sistem secara terperinci.

Metode pengujian yang digunakan adalah Black Box Testing, yang difokuskan pada pengujian fungsionalitas untuk memastikan bahwa setiap fitur sistem mulai dari input nilai, proses fuzzy, hingga output hasil evaluasi berjalan sesuai kebutuhan pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh dari siswa aktif Bimbingan Belajar Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar yang mengikuti kelas Matematika tingkat sekolah dasar (SD). Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling, dengan jumlah responden sebanyak 30 siswa dari kelas 1–6. Data diperoleh melalui wawancara dengan guru pengajar, observasi kegiatan belajar, dan pengumpulan nilai hasil latihan, kehadiran, serta pengamatan terhadap kedisiplinan siswa.

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga variabel input fuzzy dan satu variabel output, seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Kriteria Variabel Input dan Output

Kode	Nama Variabel	Fungsi
X1	Pemahaman Konsep Dasar	Variabel Input
X2	Penyelesaian Soal	Variabel Input
X3	Kedisiplinan Belajar	Variabel Input
Y	Hasil Evaluasi Akhir	Variabel Output

Setiap variabel input dibagi menjadi tiga kategori linguistik, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, sedangkan variabel output memiliki empat kategori, yaitu Belum Berkembang (BB), Mulai Berkembang (MB), Berkembang Sesuai Harapan (BSH), dan Berkembang Sangat Baik (BSB).

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Fuzzy Inference System (FIS) dengan metode Tsukamoto. Analisis dilakukan untuk mengubah nilai input dari aspek kedisiplinan, pemahaman konsep, dan penyelesaian soal menjadi hasil evaluasi akhir siswa dalam bentuk nilai numerik yang objektif. Tahapan analisis meliputi transformasi data, fuzzifikasi, pembentukan aturan fuzzy, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi.

1) Transformasi Data

Data yang dikumpulkan dari hasil observasi dan wawancara diubah ke dalam bentuk nilai numerik. Setiap aspek penilaian diberi rentang nilai 0–100. Nilai tersebut diperoleh dari rekap hasil penilaian guru terhadap masing-masing siswa, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Sampel Nilai Siswa

No	Nama Siswa	Kedisiplinan (X₁)	Pemahaman Konsep (X₂)	Penyelesaian Soal (X₃)
1	Siswa A	80	75	85
2	Siswa B	65	70	60
3	Siswa C	90	88	92

2) Fuzzifikasi

Nilai-nilai pada Tabel 2 kemudian dikonversi ke dalam derajat keanggotaan fuzzy menggunakan fungsi linier naik dan turun sesuai rentang tiap kategori.

Contoh fuzzifikasi untuk variabel kedisiplinan:

Tabel 3 Derajat Keanggotaan

Rentang Nilai	Kategori	Fungsi Keanggotaan
0–60	Rendah	Linier Turun
40–80	Sedang	Segitiga
70–100	Tinggi	Linier Naik

Untuk contoh perhitungan:

- Nilai kedisiplinan Siswa A = 80

→ $\mu_{Tinggi}(80)=1$

→ $\mu_{Sedang}(80)=0$

- $\mu_{\text{Rendah}}(80) = 0$
- Nilai pemahaman konsep Siswa A = 75
- $\mu_{\text{Sedang}}(75) = (80-75)/(80-60) = 0.25$
- $\mu_{\text{Tinggi}}(75) = (75-70)/(90-70) = 0.25$
- Nilai penyelesaian soal Siswa A = 85
- $\mu_{\text{Tinggi}}(85) = (85-70)/(100-70) = 0.5$

3) Pembentukan Aturan Fuzzy (Rule Base)

Aturan fuzzy dibentuk dalam bentuk IF–THEN berdasarkan kombinasi dari ketiga variabel input. Contoh sebagian aturan yang digunakan:

Tabel 4 Contoh Aturan Fuzzy

No	Aturan Fuzzy
1	IF Kedisiplinan Tinggi AND Pemahaman Tinggi AND Penyelesaian Soal Tinggi THEN Hasil Evaluasi BSB
2	IF Kedisiplinan Sedang AND Pemahaman Sedang AND Penyelesaian Soal Sedang THEN Hasil Evaluasi BSH
3	IF Kedisiplinan Rendah AND Pemahaman Rendah AND Penyelesaian Soal Rendah THEN Hasil Evaluasi BB

4) Inferensi Fuzzy

Inferensi dilakukan untuk mendapatkan α -predikat setiap aturan menggunakan operator minimum

(\wedge).

Contoh perhitungan untuk aturan ke-1:

$$\alpha_1 = \min(\mu_{\text{Kedisiplinan=Tinggi}}(80), \mu_{\text{Pemahaman=Tinggi}}(75), \mu_{\text{Penyelesaian=Tinggi}}(85))$$

$$\alpha_1 = \min(1, 0.25, 0.5) = 0.25$$

Selanjutnya dihitung nilai output (z_i) untuk setiap aturan berdasarkan fungsi keanggotaan monoton:

Jika aturan ke-1 menghasilkan output “BSB” dengan rentang nilai 85–100, maka:

$$z_1 = 85 + (100 - 85) \times 0.25 = 88.75$$

5) Defuzzifikasi

Langkah terakhir adalah menghitung nilai akhir (crisp value) menggunakan rumus rata-rata terbobot (Weighted Average):

Contoh hasil perhitungan untuk Siswa A:

$$Z = \frac{(0.25 \times 88.75) + (0.5 \times 80) + (0.25 \times 75)}{0.25 + 0.5 + 0.25} = 80.94$$

Berdasarkan nilai tersebut, hasil evaluasi Siswa A berada pada kategori Berkembang Sesuai Harapan (BSH).

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan metode Tsukamoto dalam sistem evaluasi pembelajaran di Yayasan Al Lathiif Khotibul Akhyar mampu meningkatkan objektivitas, akurasi, dan efisiensi proses penilaian siswa. Melalui pemodelan tiga aspek utama—kedisiplinan, pemahaman konsep, dan kemampuan penyelesaian soal—sistem yang dikembangkan berhasil menghasilkan nilai evaluasi yang lebih terukur dan konsisten dibandingkan metode penilaian

manual. Penggunaan metode Tsukamoto memungkinkan proses inferensi yang transparan melalui aturan *IF-THEN* dan perhitungan defuzzifikasi yang menghasilkan keluaran numerik yang mudah diinterpretasikan. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi alat bantu yang efektif bagi lembaga bimbingan belajar dalam melakukan penilaian secara adil dan adaptif terhadap kondisi siswa. Penelitian lanjutan dapat diarahkan pada pengembangan sistem dengan integrasi kecerdasan buatan lain seperti *machine learning* untuk peningkatan akurasi prediksi serta penerapan pada mata pelajaran dan jenjang pendidikan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Phafiandita, R. Sari, and S. Purnama, "Evaluasi pembelajaran dan implikasinya dalam peningkatan kualitas pendidikan," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, vol. 5, no. 3, pp. 112–120, 2022.
- [2] F. Radite, M. Lestari, and A. Yusuf, "Evaluasi program bimbingan belajar dalam peningkatan prestasi siswa," *Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, vol. 4, no. 2, pp. 87–95, 2022.
- [3] M. B. Purwanto and S. Malini, "Efektivitas bimbingan belajar terhadap peningkatan motivasi belajar siswa," *Jurnal Edukasi*, vol. 10, no. 1, pp. 55–63, 2022.
- [4] R. Nasution and S. Veronica, "Pengaruh bimbingan belajar terhadap hasil belajar siswa," *Jurnal Psikologi dan Pendidikan*, vol. 7, no. 4, pp. 230–238, 2022.
- [5] A. Saputra, D. Yuliana, and H. Prasetyo, "Penerapan logika fuzzy untuk evaluasi hasil belajar siswa," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2013.
- [6] R. Prisilia and S. Gusrianty, "Fuzzy Tsukamoto dalam sistem penilaian akademik," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 2, pp. 102–109, 2024.
- [7] V. Chaudhari, R. Sharma, and K. Patel, "Comparative analysis of Mamdani, Larsen and Tsukamoto methods of fuzzy inference system for students' academic performance evaluation," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 8, no. 1, pp. 77–86, 2023.
- [8] R. Nurriqy, "Konsep evaluasi pembelajaran dalam pendidikan modern," *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, vol. 9, no. 2, pp. 98–105, 2024.
- [9] N. Akmalia, E. Sulastris, and L. Fitriyah, "Implementasi evaluasi pembelajaran berbasis kompetensi," *Jurnal Pendidikan Dasar*, vol. 8, no. 4, pp. 201–210, 2023.
- [10] A. Sadiqin, H. Santoso, and A. Sholahuddin, "Hubungan pemahaman konsep dengan kemampuan pemecahan masalah siswa," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 11, no. 3, pp. 144–152, 2021.
- [11] N. Qudwatullathifah and A. Suyitno, "Pengaruh penguasaan konsep terhadap kemampuan problem solving," *Jurnal Matematika dan Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 88–96, 2021.
- [12] E. Kristiani and R. Pahlevi, "Pengaruh motivasi dan kedisiplinan terhadap prestasi belajar siswa," *Jurnal EduSmart*, vol. 6, no. 1, pp. 70–78, 2021.
- [13] I. Daulay, T. Rahmawati, and P. Lestari, "Kategori penilaian dalam evaluasi pembelajaran anak sekolah dasar," *Jurnal Inovasi Pendidikan*, vol. 7, no. 3, pp. 120–128, 2023.
- [14] M. Doz, R. Hakim, and L. Andriani, "Fuzzy logic for decision support systems," *Journal of Computational Intelligence*, vol. 9, no. 1, pp. 55–64, 2022.
- [15] J. Carrasco-Garrido et al., "Application of fuzzy inference system in education decision-making," *Journal of Information Systems Research*, vol. 15, no. 2, pp. 33–42, 2025.
- [16] N. Juliya Pradnyawati and P. Sari, "Penerapan metode Tsukamoto untuk prediksi hasil belajar," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 14, no. 3, pp. 210–218, 2023.
- [17] M. Ardhiyansyah, S. Sahadi, and T. Husain, "Sistem pendukung keputusan pemilihan siswa/i kelas unggulan menggunakan metode AHP dan TOPSIS," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 153–167, 2020.
- [18] A. Yanto, "Sistem pendukung keputusan dan penerapannya dalam dunia pendidikan," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 4, pp. 300–309, 2021.