

Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Menilai Prestasi Siswa di SMK Negeri 1 Bulakamba

Prasista Dhiyaul Haq¹, Otong Saeful Bachri², Abdul Khamid³, Hari Agung Budijanto⁴
^{1,2,3}, Teknik Informatika, Universita Muhadi Setiabudi, Brebes
⁴Institut Widya Pratama, Pekalongan

E-mail: ¹dhiyaprasista577@gmail.com, ²otongsaifulbahriumus@gmail.com,
³abdulkhamid.mt@gmail.com, ⁴hariab40@gmail.com

ABSTRAK

Penentuan siswa berprestasi di sekolah masih sering dilakukan secara manual melalui rekapitulasi nilai yang memakan waktu lama dan rentan terhadap subjektivitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendukung keputusan (spk) penentuan siswa berprestasi menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* di SMK Negeri 1 Bulakamba. Sistem dikembangkan menggunakan metode waterfall dengan bahasa pemrograman PHP dan database *MySQL*. Penelitian menggunakan tiga variabel *input* yaitu nilai akademik, nilai sikap, dan tingkat kehadiran, dengan *output* berupa nilai prestasi siswa. Proses pengambilan keputusan dilakukan melalui tahapan *fuzzifikasi*, pembentukan basis aturan (27 aturan), inferensi menggunakan fungsi min, dan *defuzzifikasi* menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*). Pengujian sistem menggunakan data 482 siswa kelas XI menunjukkan bahwa sistem berhasil menghasilkan rekomendasi siswa berprestasi dengan tingkat akurasi 93,17% dibandingkan hasil seleksi manual sekolah. Metode *fuzzy tsukamoto* terbukti efektif dalam menangani kriteria kualitatif dan memberikan hasil yang objektif serta terukur. Sistem berbasis *web* yang dikembangkan memudahkan pihak sekolah dalam melakukan proses seleksi secara efisien, transparan, dan terdokumentasi dengan baik.

Kata kunci: *sistem pendukung keputusan, fuzzy tsukamoto, siswa berprestasi, logika fuzzy, smk*

ABSTRACT

The determination of outstanding students in schools is still often done manually through grade recapitulation which takes a long time and is prone to subjectivity. This research aims to design and implement a Decision Support System (DSS) for determining outstanding students using the Fuzzy Tsukamoto method at SMK Negeri 1 Bulakamba. The system was developed using the Waterfall method with PHP programming language and MySQL database. The study used three input variables: academic scores, attitude scores, and attendance rates, with the output being student achievement scores. The decision-making process was conducted through fuzzification, rule base formation (27 rules), inference using the MIN function, and defuzzification using the weighted average method. System testing using data from 483 11th-grade students showed that the system successfully produced outstanding student recommendations with an accuracy rate of 93.17% compared to the school's manual selection results. The Fuzzy Tsukamoto method proved effective in handling qualitative criteria and providing objective and measurable results. The web-based system developed facilitates the school in conducting the selection process efficiently, transparently, and with proper documentation.

Keyword: *Decision Support System, Fuzzy Tsukamoto, Outstanding Students, Fuzzy Logic, Vocational High School*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan yang sangat krusial dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia di era globalisasi. Pemerintah terus berupaya memformulasikan berbagai kebijakan strategis demi meningkatkan mutu pembelajaran di seluruh jenjang sekolah. Keberhasilan program pendidikan tersebut sangat dipengaruhi oleh objektivitas sistem evaluasi perkembangan belajar siswa. Proses evaluasi yang komprehensif mampu memetakan potensi dan kompetensi riil yang dimiliki oleh setiap peserta didik (OECD, 2023).

System penghargaan terhadap siswa berprestasi merupakan salah satu mekanisme efektif untuk memotivasi peningkatan mutu akademik di lingkungan sekolah. Penentuan siswa berprestasi tidak boleh hanya pada akumulasi nilai kognitif semata. Pihak sekolah dituntut untuk mengintegrasikan aspek non-akademik seperti perilaku kedisiplinan, dan keaktifan berorganisasi. Penilaian multidimensi ini bertujuan agar prestasi mencerminkan kualitas karakter siswa secara utuh.

Pada praktiknya, banyak sekolah masih melakukan proses penentuan siswa berprestasi secara manual dengan melakukan rekapitulasi nilai dari berbagai kriteria yang kemudian dipertimbangkan oleh pihak sekolah. Proses kalkulasi manual tersebut membutuhkan waktu yang lama serta memiliki risiko kesalahan hitung yang cukup tinggi. Subjektivitas pengamat cenderung mendominasi ketika menghadapi indikator penilaian yang bersifat kualitatif. Kelemahan-kelemahan sistematis ini memicu terjadinya bias informasi dan menurunkan tingkat kepercayaan komparasi antar siswa (Susanto & Susanti, 2023).

Kemajuan teknologi informasi memberikan alternatif solusi ilmiah guna

mengatasi kelemahan prosedur penilaian konvensional tersebut. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan melalui pemanfaatan data dan model analisis tertentu. Sistem ini mengintegrasikan basis data kinerja siswa dengan algoritma matematika untuk menghasilkan rekomendasi yang konsisten (Kusrini & Luthfi, 2021)

Dalam perkembangannya, berbagai metode SPK telah diterapkan dalam penentuan siswa berprestasi. Metode Simple Additive Weighting (SAW) sering diterapkan karena kemampuannya dalam menyelesaikan masalah optimasi multi-atribut dengan proses normalisasi matriks keputusan (Ismayadi et al., 2022). Metode TOPSIS juga menjadi opsi populer dengan prinsip memilih alternatif yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang dari solusi ideal negatif (Saeful, 2023). Metode MOORA dikembangkan untuk mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan (Wicaksono et al., 2024).

Meskipun berbagai metode SPK konvensional memiliki keunggulan, model-model tersebut sering kali gagal merepresentasikan aspek linguistik manusia yang bersifat samar. Logika *fuzzy* hadir sebagai instrumen matematis yang mampu memodelkan ketidakpastian dan ambiguitas informasi pada penilaian kualitatif. Berbeda dengan logika klasik yang bernilai tegas antara benar atau salah, logika *fuzzy* mengenal konsep derajat keanggotaan (Zadeh, 1965). Pendekatan *fuzzy* mengonversi variabel dunia nyata yang bersifat subjektif menjadi representasi matematis yang terukur.

Pengembangan sistem berbasis logika *fuzzy* umumnya mengenal

beberapa varian algoritma utama seperti Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Metode *Fuzzy Tsukamoto* mengaplikasikan fungsi implikasi di mana setiap aturan dipetakan ke dalam bentuk himpunan fuzzy monoton (Nugroho et al., 2023). Karakteristik khas dari metode Fuzzy Tsukamoto terletak pada penerapan aturan IF-THEN yang diproses secara monoton. Setiap aturan fuzzy yang dievaluasi akan menghasilkan suatu nilai tegas (*crisp*) individu berdasarkan keanggotaannya masing-masing. Hasil akhir diperoleh melalui perhitungan rata-rata terbobot dari seluruh nilai tegas yang dihasilkan oleh tiap-tiap aturan (Burhanudin & Sucipto, 2024).

Penelitian terkait penerapan Fuzzy Tsukamoto dalam penentuan siswa berprestasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti. (Burhanudin & Sucipto, 2024) mengembangkan sistem pemilihan siswa berprestasi berbasis web menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses seleksi dengan lebih transparan dan terdokumentasi. Ragesu dan Sibarani (2020) menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan siswa teladan dengan menggunakan empat kriteria, yaitu rata-rata nilai rapor, absensi, kepribadian, dan ekstrakurikuler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi siswa teladan secara tepat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pendukung keputusan penentuan siswa berprestasi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto di SMK Negeri 1 Bulakamba. Penelitian ini menggunakan tiga kriteria penilaian, yaitu nilai akademik, nilai sikap, dan tingkat kehadiran. Sistem dikembangkan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan bidang Sistem Pendukung Keputusan dan kecerdasan buatan, khususnya penerapan

Metode Fuzzy Tsukamoto dalam konteks pendidikan.

2. LANDASAN TEORI

Sistem Pendukung Keputusan

Konsep sistem pendukung keputusan pertama kali diperkenalkan pada tahun 1971 oleh S.Scott Morton dengan istilah *Management Decision System*. Scott Morton mendefinisikan sistem pendukung keputusan sebagai sistem interaktif berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dengan menggunakan data dan berbagai model.

Sistem pendukung keputusan memiliki tiga komponen utama yang saling terintegrasi, basis data (*data management*), basis model (*model management*), dan antarmuka (*user interface*). Ketiga komponen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk menghasilkan keputusan yang rasional dan akurat. Dalam bidang pendidikan, sistem pendukung keputusan membantu sekolah menentukan siswa berprestasi secara terstruktur dan transparan. Sistem tersebut meminimalkan subjektivitas melalui proses perhitungan yang konsisten berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 melalui publikasinya yang berjudul "*Fuzzy Sets*". Logika *Fuzzy* muncul sebagai kritik terhadap logika tegas (*crisp logic*) yang hanya mengenal dua nilai kebenaran, yaitu benar (1) atau salah (0). Zadeh berpendapat bahwa banyak konsep dalam dunia nyata tidak dapat direpresentasikan secara tegas, melainkan memiliki derajat keanggotaan yang bersifat gradual. Logika *Fuzzy* memungkinkan representasi konsep yang kabur dengan menggunakan derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1.

Himpunan *Fuzzy* didefinisikan sebagai himpunan yang memiliki batas yang tidak tegas (*crisp*). Setiap elemen dalam himpunan *Fuzzy* memiliki derajat keanggotaan (*membership degree*) yang dinyatakan dalam nilai antara 0 dan 1. Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam derajat keanggotaannya. Beberapa bentuk fungsi keanggotaan yang umum digunakan antara lain kurva segitiga (*triangular*), kurva trapesium (*trapezoidal*), kurva lonceng (*bell curve*), dan kurva sigmoid.

Logika *Fuzzy* memiliki tiga operasi dasar yang merupakan perluasan dari operasi logika tegas. Operasi AND (*intersection*) antara dua himpunan *Fuzzy* A dan B menghasilkan derajat keanggotaan baru yang merupakan nilai minimum dari derajat keanggotaan masing-masing himpunan ($\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$). Operasi OR (*union*) menghasilkan derajat keanggotaan baru yang merupakan nilai maksimum dari derajat keanggotaan masing-masing himpunan ($\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$). Operasi NOT (*komplemen*) menghasilkan derajat keanggotaan baru yang merupakan kebalikan dari derajat keanggotaan asli ($\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$).

Panjang tulisan antara 8-10 halaman, termasuk lampiran. Font yang digunakan adalah Times New Roman dengan style dan ukuran sebagaimana contoh dalam template ini, kecuali font untuk penulisan algoritma atau program yang akan dijelaskan lebih terperinci dalam bagian tersendiri. Untuk optimalisasi halaman, usahakan jumlah halaman genap.

Metode Fuzzy Tsukamoto

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu metode *inferensi Fuzzy* yang menghasilkan keluaran berupa nilai tegas (*crisp output*) berdasarkan aturan IF-THEN (Hidayat, 2021). Pada metode ini, setiap konsekuen (bagian THEN) harus

direpresentasikan menggunakan himpunan fuzzy yang memiliki fungsi keanggotaan monoton. Setiap aturan menghasilkan nilai keluaran (z) berdasarkan nilai α -predikat, kemudian seluruh nilai keluaran digabungkan menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) untuk memperoleh keputusan akhir.

Proses dalam Metode *Fuzzy Tsukamoto* terdiri dari beberapa tahapan utama:

1. **Fuzzifikasi:** Tahap konversi nilai input yang bersifat tegas (*crisp input*) menjadi derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy yang telah ditentukan.
2. **Pembentukan Aturan Fuzzy:** Basis aturan (*rule base*) merupakan kumpulan aturan implikasi yang menghubungkan variabel input dengan variabel output. Struktur aturan mengikuti pola IF (premis) THEN (konsekuen).
3. **Inferensi Fuzzy:** Tahap evaluasi terhadap setiap aturan dalam basis aturan menggunakan fungsi implikasi minimum (MIN) untuk menghitung nilai α -predikat.

$$\alpha_i = \min(\mu_A(x), \mu_B(y), \mu_C(z))$$
4. **Penentuan Nilai z:** Setiap aturan menghasilkan nilai tegas (z_i) melalui proses invers fungsi keanggotaan pada konsekuen. Untuk fungsi monoton naik: $z_i = a + \alpha_i.(b-a)$. Untuk fungsi monoton turun: $z_i = b + \alpha_i.(b-a)$.
5. **Defuzzifikasi:** Tahap akhir yang mengubah himpunan Fuzzy hasil inferensi menjadi nilai tegas (*crisp output*) menggunakan metode rata-rata terbobot:

$$z = (\sum \alpha_i.z_i) / (\sum \alpha_i)$$

Metode *Fuzzy Tsukamoto* memiliki keunggulan dalam hal perhitungan yang

relatif sederhana karena proses defuzzifikasi menggunakan rata-rata terbobot dan menghasilkan output berupa nilai tegas yang mudah diinterpretasikan. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, yaitu sensitif terhadap pemilihan bentuk parameter fungsi keanggotaan dan memerlukan basis aturan yang lengkap dan konsisten.

3. METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 1 Bulakamba yang beralamat di Jalan Raya Bulakamba No. 1, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan kesesuaian topik penelitian dengan kondisi serta karakteristik peserta didik di sekolah tersebut, serta kemudahan akses dan izin penelitian. Waktu penelitian dilaksanakan selama enam bulan, dimulai dari bulan Januari hingga bulan Juni 2026.

Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan dalam proses pengembangan sistem pendukung keputusan untuk menentukan siswa berprestasi menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*. Tahapan alur penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, proses *Fuzzy Tsukamoto*, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses penentuan siswa berprestasi di SMK Negeri 1 Bulakamba. Wawancara dilakukan secara langsung dengan wakil kepala sekolah bidang kesiswaan dan pihak terkait. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan dokumen yang berkaitan dengan penelitian, seperti data

nilai akademik, data sikap, data kehadiran, serta identitas siswa.

Data Penelitian

Data penelitian terdiri atas data kriteria, data himpunan *fuzzy*, dan data nilai siswa. Pada penelitian ini digunakan tiga kriteria utama yang seluruhnya merupakan atribut benefit, yaitu nilai akademik (C1), nilai sikap (C2), dan tingkat kehadiran (C3). Variabel masukan menggunakan tiga himpunan *fuzzy* yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi, sedangkan variabel keluaran menggunakan dua himpunan *fuzzy* yaitu Rendah dan Tinggi.

Tabel 1. Data Himpunan Fuzzy

Variabel	Himpunan Fuzzy	Parameter
Nilai Akademik	Rendah	0 - 70
	Sedang	60 - 85
	Tinggi	75 - 100
Nilai Sikap	Rendah	0 - 70
	Sedang	60 - 85
	Tinggi	75 - 100
Kehadiran	Rendah	0 - 80
	Sedang	75 - 95
	Tinggi	90 - 100
Prestasi (Output)	Rendah	0 - 65
	Tinggi	65 - 100

Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 483 siswa kelas XI yang terdiri dari enam program keahlian, yaitu Teknik Kendaraan Ringan (TRK), Teknik Bisnis Sepeda Motor (TBSM), Teknik Audio Video (TAV), Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH), dan Nautika Kapal Penangkap Ikan (NKPI).

Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan model pengembangan sistem *Waterfall (Sequential Linear Model)*. Model *Waterfall* merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang sistematis dan berurutan, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan,

implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Model ini dipilih karena penelitian ini memiliki kebutuhan yang jelas dan cenderung stabil.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dideskripsikan dalam diagram Unified Modeling Language (UML) yang terdiri atas use case diagram dan activity diagram. Use case diagram menggambarkan interaksi antara pengguna dengan menu dan fitur-fitur yang terdapat di dalam sistem. Sistem memiliki satu level user yaitu admin (guru/wakasek) dengan fungsi-fungsi utama meliputi login, kelola data siswa, input data nilai, proses Fuzzy Tsukamoto, dan perangkian.

Perhitungan Metode Fuzzy Tsukamoto

Perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto dilakukan melalui tahapan fuzzifikasi, pembentukan basis aturan, inferensi, penentuan nilai z , dan defuzzifikasi.

Fungsi Keanggotaan dan Fuzzifikasi

Fungsi keanggotaan digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan suatu nilai terhadap setiap himpunan fuzzy. Untuk variabel nilai akademik dengan tiga himpunan fuzzy:

Himpunan Rendah (bahu kiri, $a=60$, $b=70$):

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = 1, \text{ jika } x \leq 60; (70-x)/(70-60), \text{ jika } 60 < x < 70; 0, \text{ jika } x \geq 70$$

Himpunan Sedang (segitiga, $a=60$, $b=75$, $c=85$):

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = 0, \text{ jika } x \leq 60 \text{ atau } x \geq 85; (x-60)/(75-60), \text{ jika } 60 < x \leq 75; (85-x)/(85-75), \text{ jika } 75 < x < 85$$

Himpunan Tinggi (bahu kanan, $a=75$, $b=90$):

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = 0, \text{ jika } x \leq 75; (x-75)/(90-75), \text{ jika } 75 < x < 90; 1, \text{ jika } x \geq 90$$

Parameter yang sama digunakan untuk variabel nilai sikap. Untuk variabel tingkat kehadiran:

Himpunan Rendah (bahu kiri, $a=0$, $b=80$)

Himpunan Sedang (segitiga, $a=75$,

$b=85$, $c=95$)

Himpunan Tinggi (bahu kanan, $a=90$, $b=100$)

Pembentukan Basis Aturan

Basis aturan fuzzy disusun dalam bentuk aturan IF-THEN berdasarkan kombinasi seluruh himpunan fuzzy pada variabel input. Setiap variabel input terdiri atas tiga himpunan fuzzy, sehingga jumlah kombinasi aturan yang terbentuk adalah $3 \times 3 \times 3 = 27$ aturan.

Tabel 2. Basis Aturan (Rule Base)

No	Nilai Akademik	Nilai Sikap	Tingkat Kehadiran	Kategori Prestasi
R1	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
R2	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
R3	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
R4	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi
R5	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi
R6	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah
R7	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi
R8	Tinggi	Rendah	Sedang	Rendah
R9	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
R1	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi
R1	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi
R1	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah
R1	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
R1	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
R1	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah
R1	Sedang	Rendah	Tinggi	Rendah
R1	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah
R1	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
R1	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
R2	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
R2	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah

R2	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah
R2	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
R2	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
R2	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah
R2	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
R2	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Inferensi dan Defuzzifikasi

Proses inferensi menggunakan fungsi implikasi minimum (MIN) untuk menghitung nilai α -predikat. Nilai α -predikat diperoleh dengan mengambil nilai derajat keanggotaan terkecil dari setiap variabel input pada aturan yang aktif. *Defuzzifikasi* dilakukan menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*).

Contoh perhitungan untuk siswa Ade Saputra Utama dengan nilai akademik 82, nilai sikap 80, dan tingkat kehadiran 100:

- $\mu_{\text{Akademik Sedang}}(82) = (85-82)/(85-75) = 0,30$
- $\mu_{\text{Akademik Tinggi}}(82) = (82-75)/(90-75) = 0,47$
- $\mu_{\text{Sikap Sedang}}(80) = (85-80)/(85-75) = 0,50$
- $\mu_{\text{Sikap Tinggi}}(80) = (80-75)/(90-75) = 0,33$
- $\mu_{\text{Kehadiran Tinggi}}(100) = 1$

Aturan aktif: R1, R4, R10, R13

- $\alpha_1 = \min(0,47; 0,33; 1) = 0,33$
- $\alpha_4 = \min(0,47; 0,50; 1) = 0,47$
- $\alpha_{10} = \min(0,30; 0,33; 1) = 0,30$
- $\alpha_{13} = \min(0,30; 0,50; 1) = 0,30$

Nilai z untuk konsekuen Prestasi Tinggi:

$$z_i = 65 + 35\alpha_i$$

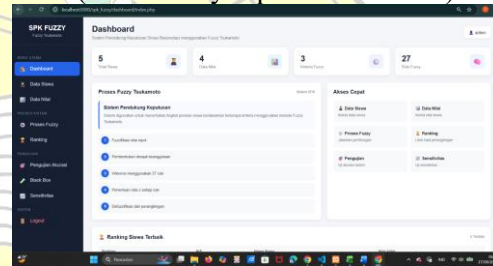
- $z_1 = 65 + 35(0,33) = 76,55$
- $z_4 = 65 + 35(0,47) = 81,45$
- $z_{10} = 65 + 35(0,30) = 75,50$
- $z_{13} = 65 + 35(0,30) = 75,50$

Nilai akhir: $z = (0,33 \times 76,55 + 0,47 \times 81,45 + 0,30 \times 75,50 + 0,30 \times 75,50) / (0,33 + 0,47 + 0,30 + 0,30) = 77,75$

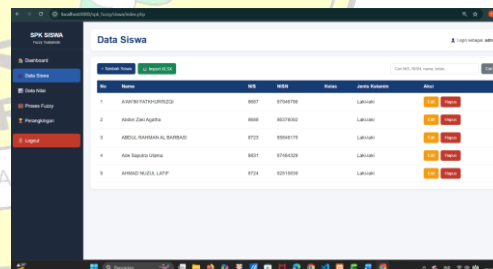
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pendukung keputusan penentuan siswa berprestasi diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis *web*. Sistem digunakan untuk mengelola data siswa, data nilai, melakukan proses perhitungan *fuzzy tsukamoto*, serta menghasilkan nilai akhir dan keterangan siswa Berprestasi atau Tidak Berprestasi.

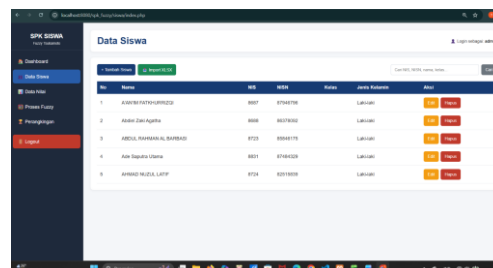
Basis data menggunakan *MySQL* melalui *phpMyAdmin* pada *XAMPP*. Struktur tabel yang dibuat meliputi tabel *users* (untuk menyimpan data admin), tabel *siswa* (untuk menyimpan data alternatif siswa), tabel *nilai* (untuk menyimpan nilai akademik, sikap, dan kehadiran), tabel *hasil_fuzzy* (untuk menyimpan hasil perhitungan), dan tabel *rules* (untuk menyimpan basis aturan).



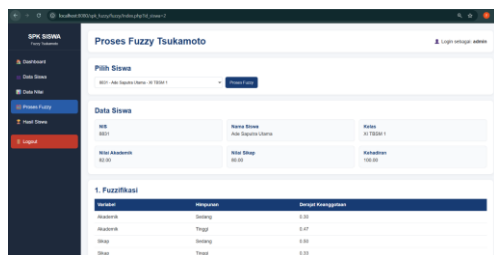
Gambar 1. Halaman *Dasshoard*



Gambar 2. Halaman Data Siswa



Gambar 3. Halaman Data Nilai



Gambar 4. Halaman Proses Fuzzy

Gambar

Contoh perhitungan menggunakan siswa bernama Ade Saputra Utama dengan nilai akademik 82, nilai sikap 80, dan kehadiran 100

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi

Variabel	Himpunan	Derajat Keanggotaan
Akademik	Sedang	0,30
Akademik	Tinggi	0,47
Sikap	Sedang	0,50
Sikap	Tinggi	0,33
Kehadiran	Tinggi	1

Tabel 4. Hasil inferensi

Rule	α -predikat	z
R1	0,33	76,55
R4	0,47	81,45
R10	0,30	75,50
R13	0,30	75,50

Nilai akhir: $z = (0,33 \times 76,55 + 0,47 \times 81,45 + 0,30 \times 75,50 + 0,30 \times 75,50) / (0,33 + 0,47 + 0,30 + 0,30) = 77,75$

Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsional (*black box testing*), evaluasi kesesuaian hasil sistem, dan pengujian sensitivitas

Pengujian *black box* dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi-fungsi yang tersedia pada sistem. Setiap fitur diuji berdasarkan skenario penggunaan yang telah dirancang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem dapat berjalan dengan baik, meliputi proses *login*, pengelolaan data

siswa, pengelolaan data nilai, proses perhitungan *fuzzy tsukamoto*.

Tabel 5 Hasil pengujian Black Box

No	Fungsi	Hasil
1	Login data benar	Valid
2	Login data salah	Valid
3	Tambah data siswa	Valid
4	Edit data siswa	Valid
5	Hapus data siswa	Valid
6	Input nilai	Valid
7	Perhitungan Fuzzy Tsukamoto	Valid
8	Penyajian hasil	Valid
9	Cetak laporan	Valid

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem dengan hasil seleksi siswa berprestasi yang dilakukan oleh pihak sekolah. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan status siswa yang dihasilkan oleh sistem (Berprestasi atau Tidak Berprestasi) dengan status siswa yang diperoleh dari pihak sekolah pada periode yang sama.

Dari 483 data siswa yang diuji, terdapat 450 data yang memiliki kesesuaian antara hasil sistem dan hasil sekolah, sehingga tingkat kesesuaian mencapai 93,17%. Persentase ini menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dibangun mampu menghasilkan rekomendasi yang sejalan dengan proses penilaian yang selama ini diterapkan di SMK Negeri 1 Bulakamba.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Kesesuaian

Keterangan	Jumlah	Persentase
Data Sesuai	450	93,17%

Data Tidak Sesuai	33	6,83%
Total	483	100%

Pengujian sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai masukan terhadap nilai akhir dan status siswa yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai pada salah satu variabel masukan secara bertahap, sedangkan variabel lainnya dipertahankan tetap.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan nilai akademik memiliki pengaruh paling signifikan terhadap nilai akhir, diikuti oleh nilai sikap dan tingkat kehadiran. Hal ini sesuai dengan pembobotan aturan yang telah ditetapkan, di mana kombinasi nilai akademik tinggi dengan nilai sikap dan kehadiran yang baik akan menghasilkan nilai prestasi yang lebih tinggi. Sistem menunjukkan respons yang stabil terhadap perubahan nilai masukan, dengan perubahan nilai akhir yang proporsional terhadap perubahan nilai masukan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pendukung keputusan penentuan siswa berprestasi menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* di SMK Negeri 1 Bulakamba. Sistem dikembangkan berbasis *web* dengan bahasa pemrograman PHP dan database *MySQL* menggunakan model pengembangan *waterfall*.

Metode *fuzzy tsukamoto* berhasil diimplementasikan dalam proses pengolahan data multi-kriteria siswa melalui tahapan *fuzzifikasi*, pembentukan basis aturan (*rule base*), *inferensi* menggunakan fungsi MIN, dan *defuzzifikasi* menggunakan rata-rata terbobot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan rekomendasi siswa berprestasi dengan tingkat kesesuaian 93,17% dibandingkan hasil seleksi manual sekolah.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMK Negeri 1 Bulakamba dan Universitas Muhadi Setiabudi yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini serta pihak-pihak yang membantu dalam proses pengumpulan dan pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Burhanudin, M., & Sucipto, H. (2024). *BEPRESTASI BERBASIS WEB DENGAN METODE FUZZY LOGIC TSUKAMOTO (STUDI KASUS: SMP UNGGULAN NU MOJOAGUNG)*. 1(2), 100–109.
- Ismayadi, Putra, & Santoso. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Siswa Menggunakan Metode SAW. *Jurnal Sistem Pendukung Keputusan*.
- Kusrini, & Luthfi, E. T. (2021). *Sistem Pendukung Keputusan*. Andi Publisher.
- Nugroho, A., Kusuma, B., & Hidayat, T. (2023). Pemodelan aktivitas perhitungan fuzzy tsukamoto menggunakan UML activity diagram. *Jurnal Sistem Cerdas Dan Rekayasa*, 6(2), 134–147.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- Saeful, O. (2023). *Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Mahasiswa Berprestasi Menggunakan Metode TOPSIS*. 5(1), 78–84.
- Susanto, E., & Susanti, R. (2023). Comparative study of SAW and conventional scoring in student evaluation systems. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 16(1), 59–70.
- Wicaksono, T. B., Bachri, O. S., & Irawan, B. (2024). *Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa dengan Pendekatan Metode MOORA Berbasis Web*. 10(April), 1–10. <https://doi.org/10.34128/jsi.v10i1.8>

