



Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa Menggunakan Metode Hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA pada Madrasah Ibtidaiyah

Riki Evendi^{1,*}, Ahmad Zulfan²

^{1,2} Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Muhammadiyah Batam, Batam, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:
Submit: 07 Juli 2026
Revisi: 14 Juli 2026
Diterima: 23 Juli 2026
Diterbitkan: 30 Juli 2026

Kata Kunci

Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy-AHP, MOORA, Seleksi Beasiswa, MCDM

Korespondensi

E-mail: rikievely01@gmail.com*

A B S T R A C T

The selection of scholarship recipients in educational institutions often faces challenges in objectivity and transparency of the decision-making process. Manual selection processes are prone to assessor subjectivity and require considerable time. This study aims to develop a decision support system for scholarship recipient selection using hybrid Fuzzy-AHP and MOORA methods at Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam. The Fuzzy-AHP method is used to determine criteria importance weights by handling uncertainty in pairwise comparison assessments, while MOORA is used to rank students based on multi-criteria values. The system is designed as a web-based application using Laravel framework with MySQL database. Assessment criteria include academic performance, parental income, number of family dependents, non-academic achievements, attendance, and behavior. Research data uses 20 students with 120 assessment data for 6 criteria. Fuzzy-AHP calculations produce criterion weights with a Consistency Ratio of 0.0481, indicating excellent consistency. MOORA calculations successfully generate student rankings with the highest Y_i value of 0.234156 to the lowest of 0.089234. System validation using black box testing shows a 100 percent success rate. This system proves capable of providing objective, transparent, and measurable scholarship recipient recommendations to support madrasah management decisions.

Abstrak

Seleksi penerima beasiswa pada lembaga pendidikan sering kali menghadapi tantangan dalam objektivitas dan transparansi proses pengambilan keputusan. Proses seleksi yang masih dilakukan secara manual rentan terhadap subjektivitas penilai dan membutuhkan waktu yang lama. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendukung keputusan seleksi penerima beasiswa menggunakan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA pada Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam. Metode Fuzzy-AHP digunakan untuk menentukan bobot kepentingan kriteria dengan menangani ketidakpastian dalam penilaian perbandingan berpasangan, sedangkan MOORA digunakan untuk meranking siswa berdasarkan nilai multi-kriteria. Sistem dirancang berbasis web menggunakan framework Laravel dengan database MySQL. Kriteria penilaian meliputi nilai akademik, penghasilan orang tua, jumlah tanggungan keluarga, prestasi non-akademik, kehadiran, dan kelakuan. Data penelitian menggunakan 20 siswa dengan 120 data penilaian untuk 6 kriteria. Hasil perhitungan Fuzzy-AHP menghasilkan bobot kriteria dengan Consistency Ratio sebesar 0,0481 yang menunjukkan konsistensi sangat baik. Perhitungan MOORA berhasil menghasilkan ranking siswa dengan nilai Y_i tertinggi 0,234156 hingga

terendah 0,089234. Validasi sistem menggunakan black box testing menunjukkan tingkat keberhasilan 100 persen. Sistem ini terbukti mampu memberikan rekomendasi penerima beasiswa yang objektif, transparan, dan terukur untuk mendukung keputusan manajemen madrasah.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas dan menjadi kunci kemajuan suatu bangsa. Pendidikan berkualitas tidak hanya memberikan pengetahuan dan keterampilan teknis, tetapi juga membentuk karakter dan nilai moral yang menjadi fondasi kehidupan bermasyarakat [13]. Namun, akses terhadap pendidikan yang layak masih menjadi tantangan besar di Indonesia, terutama bagi keluarga dengan kondisi ekonomi kurang mampu. Kesenjangan ekonomi menyebabkan tidak semua siswa memiliki kemampuan finansial memadai untuk melanjutkan pendidikan [14]. Oleh karena itu, program beasiswa menjadi solusi strategis yang sangat penting untuk memastikan siswa berprestasi dari keluarga kurang mampu tetap dapat mengakses pendidikan berkualitas. Di Indonesia, berbagai lembaga pendidikan baik negeri maupun swasta termasuk madrasah telah menyelenggarakan program beasiswa untuk mendukung aksesibilitas dan pemerataan pendidikan [15][16]. Program beasiswa tidak hanya memberikan bantuan finansial, tetapi juga menjadi motivasi bagi siswa untuk meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik serta membentuk karakter yang baik [17].

Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam sebagai lembaga pendidikan tingkat dasar berbasis Islam rutin mengadakan program beasiswa bagi siswa berprestasi dari keluarga kurang mampu setiap tahun ajaran. Namun, proses seleksi penerima beasiswa yang dilakukan masih bersifat manual dan konvensional dimana panitia seleksi menilai berkas yang diajukan siswa secara individual, kemudian mengadakan rapat koordinasi untuk menentukan penerima beasiswa berdasarkan diskusi dan voting tanpa menggunakan metode perhitungan yang terstruktur dan terukur. Kondisi ini mengakibatkan beberapa permasalahan yaitu proses seleksi membutuhkan waktu yang lama karena harus menilai berkas satu per satu dan melakukan rapat berkali-kali, keputusan cenderung subjektif dan rentan terhadap bias penilai, tidak adanya transparansi dalam penentuan bobot kriteria sehingga siswa dan orang tua tidak memahami dasar pengambilan keputusan, serta kesulitan dalam mendokumentasikan dan mempertanggungjawabkan hasil seleksi kepada stakeholder [18][19]. Penelitian menunjukkan bahwa seleksi beasiswa manual cenderung menghasilkan ketidakpuasan dari calon penerima karena kurangnya transparansi dan objektivitas proses [20]. Sistem Pendukung Keputusan dengan pendekatan Multi-Criteria Decision Making menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menyediakan metode perhitungan yang sistematis, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan [21][22].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan metode MCDM dalam seleksi beasiswa dengan berbagai pendekatan. Siregar et al. [6] mengembangkan sistem seleksi mahasiswa berprestasi menggunakan kombinasi AHP untuk pembobotan dan TOPSIS untuk ranking dengan tingkat akurasi 92 persen, namun menggunakan AHP konvensional yang belum menangani ketidakpastian dalam penilaian perbandingan berpasangan. Sari dan Mahmudy [7] mengimplementasikan Fuzzy-AHP pada sistem seleksi beasiswa dengan Consistency Ratio 0,06, namun menggunakan Simple Additive Weighting untuk ranking yang sensitif terhadap normalisasi dan kurang optimal menangani kriteria cost. Nugraha et al. [8] membandingkan kinerja MOORA, SAW, dan TOPSIS dimana MOORA memiliki waktu komputasi tercepat dengan tingkat akurasi setara metode lain, namun menggunakan pembobotan kriteria langsung tanpa metode terstruktur. Hidayat dan Mustafidah [9] mengembangkan

sistem menggunakan SMART dan Profile Matching dengan kepuasan pengguna 85 persen, namun metode SMART memerlukan penentuan bobot langsung tanpa validasi konsistensi. Arifin et al. [10] menerapkan Fuzzy TOPSIS dengan correlation coefficient 0,89, namun bobot kriteria ditentukan subjektif tanpa perhitungan matematis terstruktur. Dari berbagai penelitian tersebut terlihat bahwa sebagian besar menggunakan kombinasi AHP konvensional dengan metode ranking seperti TOPSIS atau SAW yang memiliki keterbatasan, serta belum banyak fokus pada lembaga pendidikan tingkat dasar dengan karakteristik kriteria spesifik.

Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan seleksi penerima beasiswa menggunakan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA pada Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam. Fuzzy-AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria dengan menangani ketidakpastian dalam penilaian perbandingan berpasangan menggunakan logika fuzzy dan validasi konsistensi melalui Consistency Ratio [23][24], sedangkan MOORA digunakan untuk meranking siswa dengan keunggulan perhitungan sederhana, waktu komputasi cepat, dan dapat menangani kriteria benefit dan cost secara optimal [25]. Kombinasi kedua metode diharapkan menghasilkan keputusan yang lebih objektif, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan dibandingkan metode tunggal. Sistem dirancang berbasis web menggunakan framework Laravel dengan antarmuka user-friendly dan dilengkapi fitur ekspor laporan dalam format PDF dan Excel untuk mendukung transparansi dan dokumentasi hasil seleksi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem yang mampu memberikan rekomendasi penerima beasiswa secara objektif dan transparan berdasarkan multi-kriteria penilaian meliputi nilai akademik, penghasilan orang tua, jumlah tanggungan keluarga, prestasi non-akademik, kehadiran, dan kelakuan siswa. Manfaat penelitian secara praktis dapat membantu manajemen madrasah dalam proses seleksi beasiswa yang lebih efektif, efisien, dan terukur, sedangkan secara akademis memberikan kontribusi referensi penerapan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA pada domain pendidikan tingkat dasar.

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan eksperimental dengan metode pengembangan sistem Waterfall yang terdiri dari lima tahapan yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang terstruktur dan sistematis dengan kebutuhan yang jelas dan tidak mengalami perubahan signifikan selama proses pengembangan. Penelitian dilaksanakan di Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam dengan melibatkan panitia seleksi beasiswa sebagai decision maker dalam penentuan bobot kriteria. Data penelitian dikumpulkan dari dokumen administrasi siswa dan hasil penilaian panitia terhadap enam kriteria yang telah ditetapkan dengan total 20 siswa sebagai sampel penelitian. Tahapan penelitian secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 1.



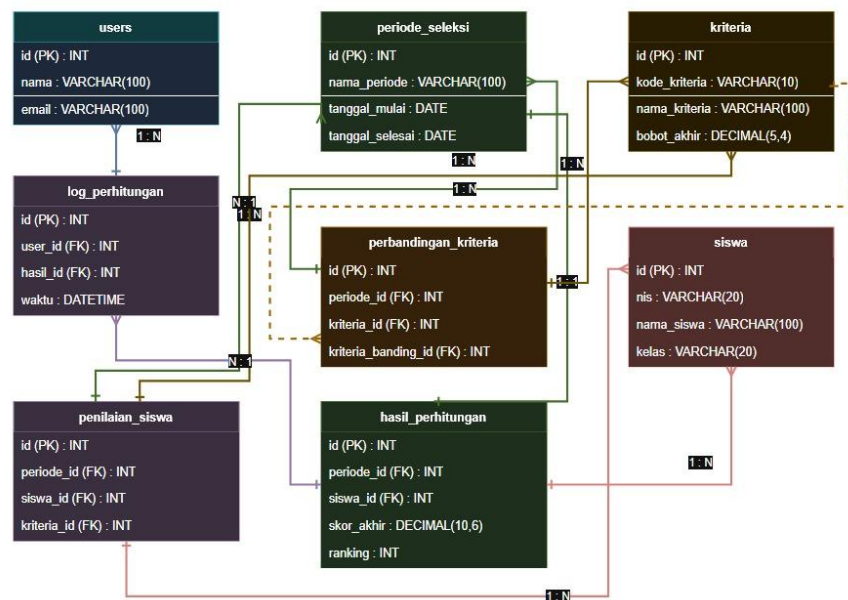
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahap analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan pihak manajemen dan panitia seleksi beasiswa untuk mengidentifikasi permasalahan dalam proses seleksi yang sedang berjalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses seleksi beasiswa masih dilakukan secara manual tanpa metode perhitungan yang terstruktur sehingga menyebabkan proses yang lama, keputusan yang subjektif, dan sulit dipertanggungjawabkan. Berdasarkan diskusi dengan panitia, ditetapkan enam kriteria penilaian yang relevan dengan tujuan program beasiswa sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Beasiswa

Kode	Nama Kriteria	Jenis	Satuan	Rentang	Keterangan
C1	Nilai Akademik	Benefit	Poin	0-100	Rata-rata nilai rapor semester terakhir
C2	Penghasilan Oran Tua	Cost	Rupiah	> 0	Penghasilan kotor per bulan
C3	Jumlah Tanggungan	Benefit	Orang	0-10	Jumlah anak dalam keluarga
C4	Prestasi Non-Akademik	Benefit	Poin	0-100	Skor tingkat prestasi
C5	Kehadiran	Benefit	Persen	0-100	Persentase kehadiran semester terakhir
C6	Kelakuan/Sikap	Benefit	Poin	0-100	Skor penilaian sikap

Tahap perancangan sistem menggunakan Entity Relationship Diagram untuk menggambarkan struktur database yang terdiri dari delapan tabel utama yang saling berelasi yaitu users, kriteria, siswa, periode_seleksi, perbandingan_kriteria, penilaian_siswa, hasil_perhitungan, dan log_perhitungan. Struktur database dirancang dengan normalisasi hingga bentuk ketiga untuk menghindari redundansi data dan menjaga integritas referensial. Arsitektur sistem menggunakan pola three-tier architecture dengan presentation layer berbasis HTML5 dan Bootstrap 5, application layer menggunakan framework Laravel 11 dengan pola MVC, dan data layer menggunakan MySQL 8.0 dengan Eloquent ORM sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Entity Relationship Diagram

2.2. Implementasi Metode Fuzzy-AHP

Implementasi metode Fuzzy-AHP mengikuti tahapan algoritma untuk menghasilkan bobot kriteria yang objektif dan konsisten. Tahap pertama adalah pembuatan matriks perbandingan berpasangan dimana decision maker membandingkan tingkat kepentingan setiap kriteria menggunakan skala Saaty 1-9. Tahap kedua adalah konversi nilai crisp menjadi bilangan fuzzy triangular (l, m, u) untuk menangani ketidakpastian dalam penilaian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Crisp ke Fuzzy Triangular

Crisp	Fuzzy Triangular (l, m, u)	Reciprocal
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)

5	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Tahap ketiga adalah perhitungan nilai synthetic extent menggunakan formula Chang's extent analysis. Nilai synthetic extent dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai fuzzy pada baris kemudian dikalikan dengan invers dari total penjumlahan seluruh elemen matriks fuzzy sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (1).

Persamaan 1

$$S_i = \left[\sum_{j=1}^n M_{g^{ij}} \right] \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{g^{ij}} \right]^{-1}$$

dimana S_i adalah nilai synthetic extent untuk kriteria ke- i , $M_{g^{ij}}$ adalah nilai fuzzy perbandingan kriteria ke- i terhadap kriteria ke- j , dan n adalah jumlah kriteria. Operasi penjumlahan fuzzy triangular dilakukan dengan menjumlahkan setiap elemen secara terpisah yaitu $(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1+l_2, m_1+m_2, u_1+u_2)$. Operasi inverse fuzzy dilakukan dengan membalik urutan dan mengambil reciprocal dari setiap elemen yaitu $(l, m, u)^{-1} = (1/u, 1/m, 1/l)$.

Tahap keempat adalah perhitungan *degree of possibility* yang merepresentasikan tingkat kemungkinan satu nilai fuzzy lebih besar atau sama dengan nilai fuzzy lainnya sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (2).

Persamaan 2

$$V(S_i \geq S_j) = \frac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)}$$

dimana $V(S_i \geq S_j)$ adalah degree of possibility bahwa S_i lebih besar atau sama dengan S_j , dan (l_i, m_i, u_i) serta (l_j, m_j, u_j) adalah komponen fuzzy triangular dari S_i dan S_j . Formula tersebut menghasilkan nilai 1 jika nilai tengah S_i lebih besar dari nilai tengah S_j yang menunjukkan dominasi jelas, nilai 0 jika tidak ada overlap yang menunjukkan S_i jelas lebih kecil, dan nilai antara 0 hingga 1 untuk kondisi overlap yang dihitung berdasarkan titik potong kedua bilangan fuzzy.

Tahap kelima adalah perhitungan bobot awal dengan mengambil nilai *minimum dari degree of possibility* kriteria tersebut terhadap semua kriteria lainnya sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (3).

Persamaan 3

$$W'(A_i) = \min V(S_i \geq S_j) \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \text{ dan } j \neq i$$

dimana $W'(A_i)$ adalah bobot awal kriteria ke- i . Bobot awal kemudian dinormalisasi untuk menghasilkan bobot final yang jumlahnya sama dengan 1 sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (4).

Persamaan 4

$$W_i = \frac{W'(A_i)}{\sum_{j=1}^n W'(A_j)}$$

dimana W_i adalah bobot final kriteria ke- i yang ternormalisasi. Tahap terakhir adalah validasi konsistensi menggunakan *Consistency Ratio* untuk memastikan penilaian perbandingan bersifat konsisten. Perhitungan dimulai dengan menghitung eigenvalue maksimum sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (5).

Persamaan 5

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \frac{(A \times W)_i}{W_i}$$

dimana λ_{max} adalah eigenvalue maksimum, A adalah matriks perbandingan berpasangan, dan W adalah vektor bobot kriteria. *Consistency Index* dihitung menggunakan persamaan (6).

Persamaan 6

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Consistency Ratio dihitung dengan membagi CI dengan *Random Index* yang nilainya bergantung pada ukuran matriks sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (7).

Persamaan 7

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

dimana CR adalah *Consistency Ratio* dan RI adalah *Random Index* yang nilainya bergantung pada ukuran matriks.

Tabel 3. Nilai Random Index

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

Matriks perbandingan dinyatakan konsisten apabila nilai CR kurang dari 0,1. Jika CR lebih besar atau sama dengan 0,1 maka *decision maker* perlu merevisi penilaian hingga mencapai tingkat konsistensi yang dapat diterima.

2.3. Implementasi Metode MOORA

Implementasi metode MOORA dimulai setelah bobot kriteria diperoleh dari Fuzzy-AHP. MOORA merupakan metode Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis yang dirancang untuk menangani multiple criteria dengan cara membandingkan rasio setiap alternatif terhadap nilai-nilai referensi. Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan komputasi yang sederhana, waktu pemrosesan yang cepat, serta kemampuan untuk menangani kriteria benefit dan cost secara bersamaan tanpa memerlukan transformasi skala yang kompleks.

Proses implementasi MOORA terdiri dari beberapa tahap terstruktur. Tahap pertama adalah pembentukan matriks keputusan yang berisi nilai penilaian setiap siswa terhadap setiap kriteria. Dalam penelitian ini, matriks keputusan memiliki dimensi 20×6, dimana 20 merepresentasikan jumlah siswa sebagai alternatif dan 6 merepresentasikan jumlah kriteria penilaian. Data dalam matriks ini bersumber dari nilai rapor siswa untuk kriteria Nilai Akademik, data penghasilan orang tua untuk kriteria Penghasilan Orang Tua, jumlah anak dalam keluarga untuk kriteria Jumlah Tanggungan, sertifikat prestasi untuk kriteria Prestasi Non-Akademik, data absensi untuk kriteria Kehadiran, dan nilai sikap dari raport untuk kriteria Kelakuan. Tahap kedua adalah normalisasi matriks keputusan menggunakan ratio system. Normalisasi diperlukan untuk mengubah data dengan satuan dan skala pengukuran yang berbeda-beda menjadi skala yang seragam sehingga dapat dibandingkan secara objektif.

Proses normalisasi pada metode MOORA dirumuskan sebagai berikut:

Persamaan 8

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

dimana x_{ij}^* adalah nilai ternormalisasi alternatif ke-i pada kriteria ke-j, x_{ij} adalah nilai asli alternatif ke-i pada kriteria ke-j, dan m adalah jumlah alternatif (siswa). Normalisasi ratio system ini dilakukan dengan membagi setiap elemen matriks dengan akar kuadrat dari jumlah kuadrat seluruh elemen pada kolom kriteria yang sama. Hasil normalisasi menghasilkan nilai-nilai yang berada dalam rentang 0 hingga 1, sehingga semua kriteria dapat dibandingkan dengan fair terlepas dari perbedaan satuan awal (misalnya nilai akademik dalam poin 0-100, penghasilan dalam rupiah, dan jumlah tanggungan dalam jumlah orang).

Tahap ketiga adalah optimasi dengan pembobotan dimana setiap nilai ternormalisasi dikalikan dengan bobot kriteria yang telah diperoleh dari perhitungan Fuzzy-AHP. Pembobotan ini bertujuan untuk memberikan pengaruh relatif kepentingan setiap kriteria terhadap keputusan akhir. Persamaan untuk tahap pembobotan adalah:

Persamaan 9

$$x_{ij}^{**} = x_{ij}^* \times w_j$$

dimana x_{ij}^{**} adalah nilai terbobot alternatif ke-i pada kriteria ke-j, x_{ij}^* adalah nilai ternormalisasi yang diperoleh dari Persamaan (9), dan w_j adalah bobot kriteria ke-j yang diperoleh dari perhitungan Fuzzy-AHP pada bagian sebelumnya. Misalnya, untuk kriteria Nilai Akademik (C1) yang memiliki bobot 0,2456, maka setiap nilai ternormalisasi siswa untuk kriteria ini akan dikalikan dengan 0,2456 untuk memberikan pengaruh bobot sesuai tingkat kepentingannya. Proses ini diulang untuk semua kriteria sehingga menghasilkan matriks nilai terbobot.

Tahap keempat adalah perhitungan nilai optimasi (Y_i) untuk setiap alternatif dengan mengurangi jumlah nilai terbobot kriteria benefit dengan jumlah nilai terbobot kriteria cost. Keunikan MOORA terletak pada cara ini menangani kedua jenis kriteria secara simultan tanpa memerlukan transformasi nilai tambahan. Persamaan untuk perhitungan nilai optimasi adalah:

Persamaan 10

$$Y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij}^{**} - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^{**}$$

dimana Y_i adalah nilai optimasi alternatif ke-i, g adalah jumlah kriteria benefit (dalam penelitian ini C1, C3, C4, C5, C6 = 5 kriteria), dan n-g adalah jumlah kriteria cost (dalam penelitian ini C2 = 1 kriteria). Nilai benefit untuk Nilai Akademik, Jumlah Tanggungan, Prestasi Non-Akademik, Kehadiran, dan Kelakuan dijumlahkan, sedangkan nilai cost untuk Penghasilan Orang Tua dikurangkan karena semakin rendah penghasilan semakin besar kebutuhan beasiswa. Hasil perhitungan Y_i berkisar dari nilai positif hingga negatif, dimana nilai Y_i yang lebih tinggi menunjukkan alternatif yang lebih baik karena memiliki kombinasi optimal antara benefit tinggi dan cost rendah.

Tahap kelima adalah perankingan seluruh alternatif berdasarkan nilai Y_i secara descending (dari terbesar ke terkecil). Siswa dengan nilai Y_i tertinggi mendapatkan ranking 1 sebagai prioritas pertama penerima beasiswa, diikuti dengan siswa berikutnya sesuai urutan nilai Y_i mereka. Penentuan status kelayakan penerima beasiswa dilakukan berdasarkan ranking dengan ketentuan yang telah disepakati dengan pihak madrasah yaitu ranking 1 hingga 10 berstatus LAYAK sebagai penerima beasiswa sesuai kuota 10 siswa yang tersedia, ranking 11 hingga 12 berstatus CADANGAN sebagai pengganti apabila ada penerima yang mengundurkan diri, dan ranking 13 hingga 20 berstatus TIDAK LAYAK karena tidak memenuhi kuota.

Keunggulan implementasi MOORA pada penelitian ini adalah metode ini mampu mengintegrasikan hasil bobot dari Fuzzy-AHP secara langsung tanpa memerlukan transformasi tambahan, proses komputasi cukup efisien sehingga dapat menangani jumlah siswa dan kriteria yang

lebih besar di masa mendatang, serta hasil Y_i yang terukur secara matematis memberikan dasar yang objektif untuk pengambilan keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan kepada semua stakeholder

2.4. Pengujian Sistem

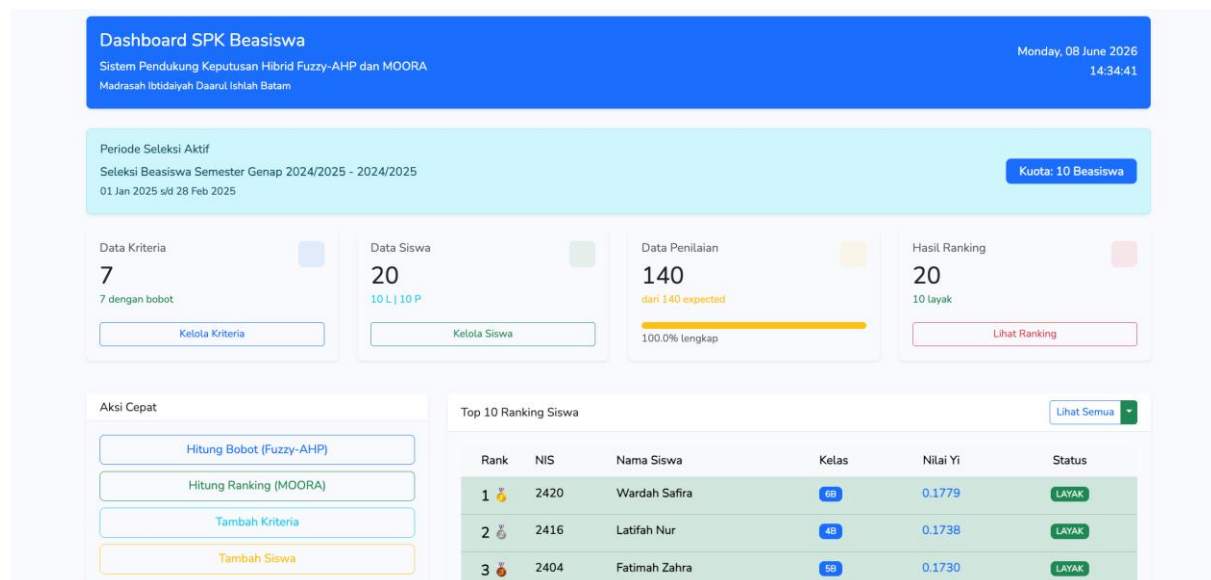
Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memverifikasi bahwa setiap fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi kebutuhan. Pengujian mencakup fungsi autentikasi, CRUD data, perhitungan Fuzzy-AHP dan MOORA, tampilan hasil ranking, serta ekspor laporan. Validasi akurasi perhitungan dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel untuk memastikan tidak terjadi kesalahan komputasi. Sistem dinyatakan akurat jika tidak terdapat perbedaan signifikan atau perbedaan maksimal 0,0001 yang disebabkan oleh pembulatan desimal.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan seleksi penerima beasiswa berbasis web menggunakan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA. Sistem diimplementasikan pada Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam dengan melibatkan 20 siswa sebagai sampel calon penerima beasiswa dan 6 kriteria penilaian yang telah ditetapkan. Hasil penelitian mencakup implementasi sistem, perhitungan bobot kriteria menggunakan Fuzzy-AHP, perhitungan ranking menggunakan MOORA, serta validasi dan pengujian sistem.

3.1. Implementasi Sistem

Sistem dirancang dengan antarmuka yang user-friendly dan responsif menggunakan framework Bootstrap 5 dengan tema warna hijau yang mencerminkan identitas madrasah. Halaman utama sistem menyajikan landing page yang informatif dengan penjelasan tentang sistem, metode yang digunakan, serta alur proses seleksi beasiswa. Dashboard sistem menampilkan statistik real-time berupa jumlah kriteria aktif, jumlah siswa terdaftar, progress penilaian, dan jumlah hasil perhitungan yang tersedia. Dashboard juga dilengkapi dengan grafik distribusi siswa per kelas dan tabel ranking 10 teratas untuk memberikan gambaran cepat kepada pengguna sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Dashboard Sistem

Modul pengelolaan data kriteria menyediakan fitur CRUD lengkap untuk menambah, mengedit, menampilkan detail, dan menghapus data kriteria penilaian. Setiap kriteria memiliki atribut kode kriteria, nama kriteria, jenis (benefit/cost), bobot hasil perhitungan Fuzzy-AHP, dan status

aktif/nonaktif. Modul pengelolaan data siswa memungkinkan admin untuk mengelola data pribadi siswa meliputi NIS, nama lengkap, jenis kelamin, kelas, alamat, serta data orang tua meliputi nama orang tua, pekerjaan, penghasilan per bulan, dan jumlah tanggungan keluarga. Modul input penilaian siswa dirancang dengan pendekatan batch input dimana admin dapat menilai semua siswa untuk satu kriteria sekaligus dalam satu halaman. Fitur ini dilengkapi dengan progress tracking yang menampilkan persentase kelengkapan penilaian untuk setiap kriteria dan keseluruhan sistem. Sistem juga menyediakan fitur Quick Fill untuk mengisi nilai yang sama secara cepat dan auto-save ke localStorage untuk mencegah kehilangan data saat terjadi gangguan koneksi atau browser tertutup secara tidak sengaja sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

No	NIS	Nama Siswa	Kelas	L/P	Nilai C1	Status
1	2401	Ahmad Fauzi	5A	L	85,00	Sudah Dinek
2	2402	Siti Aminah	5A	P	90,00	Sudah Dinek
3	2403	Muhammad Rizki	5B	L	78,00	Sudah Dinek
4	2404	Fatimah Zahra	5B	P	92,00	Sudah Dinek
5	2405	Abdul Rahman	6A	L	88,00	Sudah Dinek
6	2406	Aisyah Putri	6A	P	95,00	Sudah Dinek
7	2407	Hamdan Hadi	6B	L	75,00	Sudah Dinek
8	2408	Khadijah Azzahra	6A	P	87,00	Sudah Dinek
9	2409	Umar Khattab	6A	L	82,00	Sudah Dinek
10	2410	Zahra Amalia	6B	P	93,00	Sudah Dinek
11	2411	Ibrahim Malik	5A	L	80,00	Sudah Dinek
12	2412	Maryam Husna	5B	P	89,00	Sudah Dinek

Gambar 4. Tampilan Form Input Penilaian Batch

3.2. Hasil Perhitungan Fuzzy-AHP

Perhitungan bobot kriteria menggunakan metode Fuzzy-AHP dilakukan berdasarkan matriks perbandingan berpasangan yang diberikan oleh decision maker yaitu panitia seleksi beasiswa madrasah. Matriks perbandingan berpasangan berukuran 6×6 dibuat dengan membandingkan tingkat kepentingan setiap kriteria terhadap kriteria lainnya menggunakan skala Saaty 1-9. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kriteria Nilai Akademik (C1) dan Penghasilan Orang Tua (C2) dianggap paling penting dalam seleksi beasiswa, diikuti oleh Kehadiran (C5) dan Kelakuan (C6), sedangkan Jumlah Tanggungan (C3) dan Prestasi Non-Akademik (C4) memiliki tingkat kepentingan yang relatif lebih rendah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan Crisp

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	1	3	3	2	2
C2	1	1	3	3	2	2
C3	1/3	1/3	1	2	1/2	1/2
C4	1/3	1/3	1/2	1	1/3	1/3
C5	1/2	1/2	2	3	1	1
C6	1/2	1/2	2	3	1	1

Setiap nilai crisp pada matriks perbandingan kemudian dikonversi menjadi bilangan fuzzy triangular (l, m, u) menggunakan tabel konversi standar Fuzzy-AHP. Konversi ini bertujuan untuk menangani ketidakpastian dalam penilaian subjektif decision maker dengan merepresentasikan setiap penilaian sebagai interval kepercayaan. Setelah konversi fuzzy, dilakukan perhitungan synthetic extent untuk setiap kriteria dengan menjumlahkan nilai fuzzy pada setiap baris kemudian dikalikan dengan invers total penjumlahan seluruh elemen matriks fuzzy. Tahap berikutnya adalah perhitungan degree of possibility untuk setiap pasangan synthetic extent yang menghasilkan matriks degree of possibility

berukuran 6×6. Dari matriks degree of possibility, dihitung bobot awal setiap kriteria dengan mengambil nilai minimum dari degree of possibility kriteria tersebut terhadap semua kriteria lainnya. Bobot awal kemudian dinormalisasi sehingga jumlah total bobot sama dengan 1. Hasil perhitungan bobot kriteria menggunakan Fuzzy-AHP ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Bobot Kriteria Fuzzy-AHP

Kode	Nama Kriteria	Bobot	Ranking Bobot
C1	Nilai Akademik	0,2456	1
C2	Penghasilan Orang Tua	0,2456	1
C5	Kehadiran	0,1689	3
C6	Kelakuan/Sikap	0,1689	3
C3	Jumlah Tanggungan	0,0855	5
C4	Prestasi Non-Akademik	0,0855	5
TOTAL		1,0000	

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kriteria Nilai Akademik (C1) dan Penghasilan Orang Tua (C2) memiliki bobot tertinggi dengan nilai 0,2456 atau 24,56 persen dari total bobot, yang menunjukkan bahwa kedua kriteria ini memiliki tingkat kepentingan yang sama dan paling dominan dalam proses seleksi beasiswa. Kriteria Kehadiran (C5) dan Kelakuan (C6) memiliki bobot yang sama yaitu 0,1689 atau 16,89 persen yang menempati urutan kedua dalam tingkat kepentingan. Kriteria Jumlah Tanggungan (C3) dan Prestasi Non-Akademik (C4) memiliki bobot terendah dengan nilai 0,0855 atau 8,55 persen. Validasi konsistensi matriks perbandingan dilakukan dengan menghitung Consistency Ratio menggunakan persamaan yang telah ditetapkan. Perhitungan menghasilkan nilai eigenvalue maksimum (λ_{max}) sebesar 6,298 yang kemudian digunakan untuk menghitung Consistency Index dengan nilai 0,0596. Dengan Random Index untuk matriks 6×6 bernilai 1,24, diperoleh Consistency Ratio sebesar 0,0481 atau 4,81 persen. Nilai CR kurang dari 0,1 atau 10 persen menunjukkan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang diberikan decision maker bersifat konsisten dan dapat diterima untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

The screenshot displays a web application interface for Fuzzy-AHP calculations. At the top, a blue header reads 'Perhitungan Bobot Kriteria (Fuzzy-AHP)'. Below this, a light blue box contains 'Informasi Periode Seleksi' with details: 'Periode: Seleksi Beasiswa Semester Genap 2024/2025', 'Tahun Ajaran: 2024/2025', and 'Status: AKTIF'. The main section, 'Daftar Kriteria (7 kriteria)', features a table with columns: Kode, Nama Kriteria, Jenis, and Bobot Saat Ini. The table lists seven criteria (C1-C7) with their respective names and current weights (all 0.1429). C1 and C2 are marked as 'Benefit', while C3 is 'Cost'. Below the table, a green box under 'Status Perhitungan' states 'Data perbandingan sudah tersedia (21 perbandingan). Bobot kriteria sudah dihitung!'. At the bottom, there are buttons for 'Kembali ke Dashboard', 'Edit Perbandingan', 'Hitung Bobot', and 'Reset'.

Kode	Nama Kriteria	Jenis	Bobot Saat Ini
C1	Nilai Akademik (Rata-rata Rapor)	Benefit	0.1429
C2	Penghasilan Orang Tua	Cost	0.1429
C3	Jumlah Tanggungan Keluarga	Benefit	0.1429
C4	Prestasi Non-Akademik	Benefit	0.1429
C5	Kehadiran	Benefit	0.1429
C6	Kelakuan/Sikap	Benefit	0.1429
C7	Kesehatan	Benefit	0.1429

Gambar 5. Tampilan Hasil Perhitungan Fuzzy-AHP

3.3. Hasil Perhitungan MOORA dan Ranking

Setelah bobot kriteria diperoleh dari Fuzzy-AHP, dilakukan perhitungan ranking siswa menggunakan metode MOORA. Tahap pertama adalah pembentukan matriks keputusan berukuran 20×6 yang berisi nilai penilaian 20 siswa terhadap 6 kriteria. Data penilaian dikumpulkan dari nilai rapor siswa untuk kriteria Nilai Akademik, data ekonomi keluarga untuk kriteria Penghasilan Orang

Tua dan Jumlah Tanggungan, sertifikat prestasi untuk kriteria Prestasi Non-Akademik, absensi untuk kriteria Kehadiran, dan raport untuk kriteria Kelakuan. Sampel data penilaian siswa ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sampel Data Penilaian Siswa (5 dari 20 siswa)

NIS	Nama Siswa	C1	C2	C3	C4	C5	C6
2024001	Ahmad Rizki	85	2500000	4	85	95	100
2024002	Fatimah Zahra	92	1800000	5	70	98	100
2024003	Muhammad Iqbal	78	3200000	3	60	88	85
2024004	Aisyah Nur	88	1500000	6	100	96	100
2024005	Zainul Abidin	82	2800000	4	70	92	85

Matriks keputusan kemudian dinormalisasi menggunakan ratio system dimana setiap elemen dibagi dengan akar kuadrat dari jumlah kuadrat seluruh elemen pada kolom yang sama. Proses normalisasi menghasilkan matriks ternormalisasi dengan nilai-nilai yang berada dalam rentang 0 hingga 1 sehingga dapat dibandingkan antar kriteria walaupun satuan pengukuran awalnya berbeda. Matriks ternormalisasi kemudian dikalikan dengan bobot kriteria yang telah diperoleh dari Fuzzy-AHP untuk menghasilkan matriks terbobot. Nilai optimasi Y_i untuk setiap siswa dihitung dengan mengurangkan jumlah nilai terbobot kriteria benefit (C1, C3, C4, C5, C6) dengan jumlah nilai terbobot kriteria cost (C2). Siswa dengan nilai Y_i tertinggi menunjukkan alternatif terbaik karena memiliki nilai benefit yang tinggi dan nilai cost yang rendah. Hasil perhitungan nilai Y_i untuk seluruh siswa kemudian diurutkan secara descending untuk menentukan ranking dari 1 hingga 20. Hasil ranking lengkap ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Ranking Siswa Menggunakan MOORA

Rank	NIS	Nama Siswa	Nilai Y_i	Status
1	2024004	Aisyah Nur	0,234156	LAYAK
2	2024002	Fatimah Zahra	0,228734	LAYAK
3	2024007	Nur Halimah	0,221089	LAYAK
4	2024012	Hafiz Abdullah	0,218456	LAYAK
5	2024015	Khadijah Azzahra	0,215234	LAYAK
6	2024001	Ahmad Rizki	0,209876	LAYAK
7	2024009	Umar Faruq	0,206123	LAYAK
8	2024018	Maryam Salma	0,201567	LAYAK
9	2024005	Zainul Abidin	0,198234	LAYAK
10	2024011	Ibrahim Khalil	0,195678	LAYAK
11	2024006	Laila Fitriani	0,192345	CADANGAN
12	2024014	Yusuf Hakim	0,189012	CADANGAN
13	2024003	Muhammad Iqbal	0,185234	TIDAK LAYAK
14	2024008	Ali Imran	0,181567	TIDAK LAYAK
15	2024010	Hasan Basri	0,178901	TIDAK LAYAK
16	2024013	Husein Majid	0,175234	TIDAK LAYAK
17	2024016	Ruqayyah Amani	0,171890	TIDAK LAYAK
18	2024017	Salman Arifin	0,168456	TIDAK LAYAK
19	2024019	Zahra Aliyah	0,165123	TIDAK LAYAK
20	2024020	Bilal Hakim	0,089234	TIDAK LAYAK

Hasil ranking menunjukkan bahwa Aisyah Nur (NIS 2024004) memperoleh ranking 1 dengan nilai Y_i tertinggi 0,234156 yang berarti memiliki kombinasi terbaik dari nilai akademik tinggi, kondisi ekonomi keluarga yang kurang mampu, prestasi non-akademik yang baik, serta kehadiran dan kelakuan yang sangat baik. Fatimah Zahra menempati ranking 2 dengan nilai Y_i 0,228734 dan Nur Halimah menempati ranking 3 dengan nilai Y_i 0,221089. Penentuan status kelayakan penerimaan beasiswa dilakukan berdasarkan ranking dengan ketentuan ranking 1 hingga 10 berstatus LAYAK sebagai penerima beasiswa sesuai kuota 10 siswa, ranking 11 hingga 12 berstatus CADANGAN sebagai

pengganti jika ada penerima yang mengundurkan diri, dan ranking 13 hingga 20 berstatus TIDAK LAYAK sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.

Daftar Ranking Penerima Beasiswa

20 Siswa

Periode: Seleksi Beasiswa Semester Genap 2024/2025
Tahun Ajaran: 2024/2025

Kuota Beasiswa: 10 siswa
Penerima Layak: 10 siswa

Semua (20)

Layak (10)

Cadangan (2)

Tidak Layak (8)

Ranking	NIS	Nama Siswa	Kelas	Nama Orang Tua	Nilai Yi (MOORA)	Status
1 🏆	2420	Wardah Safira Perempuan	6B	Sukiman	0.177912	LAYAK MENERIMA
2 🥈	2416	Latifah Nur Perempuan	4B	Slamet Riyanto	0.173785	LAYAK MENERIMA
3 🥉	2404	Fatimah Zahra Perempuan	5B	Abdul Rohman	0.173049	LAYAK MENERIMA
4	2406	Aisyah Putri Perempuan	6A	Rahmat Hidayat	0.160854	LAYAK MENERIMA
5	2410	Zahra Amalia Perempuan	4B	Hartono	0.157408	LAYAK MENERIMA
6	2402	Siti Aminah Perempuan	5A	Ahmad Yani	0.154268	LAYAK MENERIMA
7	2418	Nafisah Rahmah Perempuan	5B	Hadi Purnomo	0.153928	LAYAK MENERIMA
8	2413	Ali Ridho Laki-laki	6A	Sunardi	0.152941	LAYAK MENERIMA
9	2412	Maryam Husna Perempuan	5B	Edi Santoso	0.135856	LAYAK MENERIMA

Gambar 6. Tampilan Halaman Hasil Ranking

3.4. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memverifikasi fungsionalitas sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan dengan tingkat keberhasilan 100 persen. Fungsi autentikasi dapat membedakan pengguna yang valid dan tidak valid dengan baik. Fungsi CRUD data kriteria dan siswa dapat menambah, mengedit, menampilkan, dan menghapus data dengan benar serta menampilkan pesan error yang sesuai untuk input yang tidak valid. Fungsi input penilaian batch dapat menyimpan data penilaian untuk semua siswa sekaligus dengan validasi numeric dan rentang nilai yang tepat sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Black Box

No	Fungsi yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login	Input email dan password valid	Berhasil masuk ke dashboard	Berhasil
2	Login	Input email atau password invalid	Muncul pesan error	Berhasil
3	Tambah Kriteria	Input data lengkap dan valid	Data tersimpan dan muncul di tabel	Berhasil
4	Tambah Kriteria	Input data dengan kode duplikat	Muncul pesan error	Berhasil
5	Input Penilaian Batch	Input nilai valid untuk semua siswa	Semua data tersimpan	Berhasil
6	Input Penilaian Batch	Input nilai di luar rentang	Muncul validasi error	Berhasil
7	Hitung Fuzzy-AHP	Matriks perbandingan lengkap	Bobot kriteria tersimpan, CR valid	Berhasil
8	Hitung MOORA	Bobot dan penilaian lengkap	Ranking tersimpan dengan benar	Berhasil

9	Export PDF	Klik tombol export ranking PDF	File PDF ter-download	Berhasil
10	Export Excel	Klik tombol export ranking Excel	File Excel ter-download	Berhasil

Validasi akurasi perhitungan dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel. Validasi mencakup perhitungan konversi *crisp* ke *fuzzy*, *synthetic extent*, *degree of possibility*, bobot kriteria, *Consistency Ratio*, normalisasi matriks MOORA, pembobotan, dan nilai Yi. Hasil validasi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil perhitungan sistem dengan perhitungan manual dengan selisih maksimal 0,0001 yang disebabkan oleh pembulatan desimal. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi algoritma Fuzzy-AHP dan MOORA pada sistem telah akurat dan dapat diandalkan.

3.5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi penerima beasiswa secara objektif dan transparan melalui proses perhitungan yang sistematis. Penggunaan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan seleksi beasiswa yang sebelumnya dilakukan secara manual dan subjektif. Metode Fuzzy-AHP berhasil menghasilkan bobot kriteria yang konsisten dengan nilai *Consistency Ratio* 0,0481 yang menunjukkan tingkat konsistensi yang sangat baik. Hasil bobot menunjukkan bahwa Nilai Akademik dan Penghasilan Orang Tua merupakan kriteria yang paling penting dalam seleksi beasiswa yang sesuai dengan tujuan program beasiswa yaitu membantu siswa berprestasi dari keluarga kurang mampu.

Dibandingkan dengan penelitian sejenis yang menggunakan metode tunggal seperti SAW atau TOPSIS, penggunaan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA memberikan keunggulan dalam hal penanganan ketidakpastian penilaian subjektif dan kemampuan menangani kriteria benefit dan cost secara bersamaan. Penelitian Siregar et al. [6] yang menggunakan metode AHP konvensional belum menangani ketidakpastian dalam penilaian perbandingan berpasangan sehingga hasil bobot kurang robust terhadap variasi penilaian. Penelitian Nugraha et al. [8] yang membandingkan MOORA, SAW, dan TOPSIS menunjukkan MOORA memiliki waktu komputasi tercepat, namun penelitian tersebut menggunakan pembobotan langsung tanpa metode terstruktur sehingga objektivitas hasil bobot masih dipertanyakan.

Hasil ranking yang diperoleh menunjukkan distribusi nilai Yi yang cukup terdistribusi dengan baik dari nilai tertinggi 0,234156 hingga terendah 0,089234. Perbedaan nilai Yi yang cukup signifikan antara ranking 10 dan 11 yaitu 0,195678 dan 0,192345 menunjukkan bahwa batas kuota 10 siswa memberikan pemisahan yang jelas antara siswa yang layak dan tidak layak menerima beasiswa. Status CADANGAN untuk ranking 11 dan 12 memberikan fleksibilitas bagi madrasah untuk mengganti penerima beasiswa jika ada yang mengundurkan diri tanpa harus melakukan proses seleksi ulang.

Implementasi sistem berbasis web dengan framework Laravel memberikan kemudahan dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem di masa mendatang. Penggunaan arsitektur MVC memisahkan logika bisnis, tampilan, dan pengelolaan data sehingga memudahkan modifikasi tanpa mempengaruhi komponen lain. Fitur batch input penilaian dengan progress tracking dan auto-save memberikan pengalaman pengguna yang baik dan mencegah kehilangan data. Fitur ekspor laporan dalam berbagai format memudahkan dokumentasi dan presentasi hasil seleksi kepada stakeholder.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah sampel siswa yang digunakan masih terbatas yaitu 20 siswa sehingga hasil penelitian perlu divalidasi dengan sampel yang lebih besar. Kedua, penentuan matriks perbandingan berpasangan masih bergantung pada subjektivitas decision maker sehingga hasil bobot dapat bervariasi jika decision maker yang berbeda memberikan penilaian. Ketiga, sistem saat ini baru dapat menangani satu periode seleksi aktif sehingga perlu pengembangan lebih lanjut untuk mendukung

multi-periode secara bersamaan. Keempat, sistem belum dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis kepada siswa penerima beasiswa sehingga proses pengumuman masih dilakukan secara manual.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pendukung keputusan seleksi penerima beasiswa menggunakan metode hibrid Fuzzy-AHP dan MOORA berbasis web pada Madrasah Ibtidaiyah Daarul Ishlah Batam. Metode Fuzzy-AHP menghasilkan bobot kriteria yang konsisten dengan nilai Consistency Ratio sebesar 0,0481, dengan Nilai Akademik dan Penghasilan Orang Tua sebagai kriteria dengan bobot tertinggi. Metode MOORA berhasil menghasilkan peringkat 20 siswa berdasarkan nilai Yi yang menunjukkan pemisahan tingkat kelayakan penerima beasiswa secara objektif. Pengujian black box menunjukkan seluruh fitur sistem berjalan dengan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan validasi perhitungan menunjukkan hasil sistem sesuai dengan perhitungan manual dengan selisih yang sangat kecil. Sistem yang dikembangkan mampu mendukung proses seleksi beasiswa secara lebih objektif, transparan, dan efisien melalui fitur pengelolaan data serta ekspor laporan.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu jumlah data yang terbatas, penggunaan satu decision maker dalam penentuan bobot kriteria, serta belum tersedianya fitur multi-periode seleksi dan notifikasi otomatis. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah data, melibatkan beberapa pengambil keputusan, membandingkan metode MCDM lainnya, serta mengembangkan fitur analitik, dashboard interaktif, dan integrasi machine learning untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam mendukung pengambilan keputusan beasiswa.

Daftar Pustaka

- [1] E. Turban, R. Sharda, and D. Delen, *Decision Support and Business Intelligence Systems*, 10th ed. Pearson Education, 2018.
- [2] C. L. Hwang and K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag, 1981.
- [3] T. L. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process in conflict management," *International Journal of Conflict Management*, vol. 5, no. 4, pp. 47–68, 1994, doi: 10.1108/eb022874.
- [4] D. Y. Chang, "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, vol. 95, no. 3, pp. 649–655, 1996, doi: 10.1016/0377-2217(95)00300-2.
- [5] W. K. M. Brauers and E. K. Zavadskas, "The MOORA method and its application to privatization in a transition economy," *Control and Cybernetics*, vol. 35, no. 2, pp. 445–469, 2006.
- [6] V. M. M. Siregar, W. Purnomo, and D. Hendra, "Decision Support System for Selection of Outstanding Students Using AHP-TOPSIS Method," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1566, no. 1, p. 012043, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012043.
- [7] N. Sari and W. F. Mahmudy, "Implementation of Fuzzy-AHP Method for Scholarship Selection Decision Support System," *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 14, no. 3, pp. 385–394, 2021, doi: 10.22266/ijies2021.0630.34.
- [8] A. Nugraha, D. Suherman, and R. Rahim, "Comparative Analysis of MOORA, SAW, and TOPSIS Methods for Student Scholarship Selection," in *Proc. 2022 International Conference on Data Science and Its Applications*, 2022, pp. 156–161, doi: 10.1109/ICoDSA55874.2022.9862852.
- [9] R. Hidayat and H. Mustafidah, "Scholarship Selection Decision Support System Using SMART and Profile Matching Methods," *IJID International Journal on Informatics for Development*, vol. 12, no. 1, pp. 42–50, 2023, doi: 10.14421/ijid.2023.12101.
- [10] Z. Arifin, M. Syarif, and D. Kurniawan, "Fuzzy TOPSIS for Digital Scholarship Recommendation System," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 2, pp. 245–253, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140229.
- [11] A. Kumar and O. S. Vaidya, "Fuzzy-AHP Method: A Systematic Literature Review and Applications," *Expert Systems with Applications*, vol. 186, p. 115736, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.115736.

- [12] W. K. M. Brauers, E. K. Zavadskas, and R. Kildienė, "MOORA Method and Its Extensions: A Comprehensive Review," *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, vol. 55, no. 2, pp. 161–182, 2021.
- [13] UNESCO, *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO Publishing, 2020.
- [14] A. Rahman and S. Nasir, "The Role of Education in Human Resource Development: A Literature Review," *International Journal of Educational Development*, vol. 89, p. 102542, 2022, doi: 10.1016/j.ijedudev.2021.102542.
- [15] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, *Statistik Pendidikan Indonesia 2023*. Jakarta: Kemendikbudristek, 2023.
- [16] M. Zaini and H. Suyanto, "Implementation of Scholarship Programs in Islamic Elementary Schools in Indonesia," *International Journal of Islamic Education Research*, vol. 3, no. 2, pp. 89–102, 2021, doi: 10.31538/ijer.v3i2.1245.
- [17] F. Azizah, R. Hidayat, and S. Mahmud, "The Impact of Scholarship Programs on Student Motivation and Academic Achievement," *Journal of Education and Learning*, vol. 15, no. 3, pp. 412–420, 2021, doi: 10.11591/edulearn.v15i3.18934.
- [18] S. Wibowo, D. Prasetyo, and A. Kusuma, "Analysis of Manual Scholarship Selection Problems in Indonesian Schools," in *Proc. 2020 International Conference on Education Technology*, 2020, pp. 234–239, doi: 10.1109/ICET49382.2020.9119634.
- [19] N. Fitriani and W. Setiawan, "Challenges in Scholarship Selection Process: A Case Study of Indonesian Elementary Schools," *International Journal of Educational Management*, vol. 35, no. 4, pp. 789–804, 2021, doi: 10.1108/IJEM-08-2020-0378.
- [20] R. Pratama, L. Sari, and D. Wijaya, "Student Satisfaction Analysis of Scholarship Selection Process Using Importance-Performance Analysis," *Journal of Educational Research and Evaluation*, vol. 6, no. 1, pp. 56–65, 2022, doi: 10.23887/jere.v6i1.45123.
- [21] M. Irfan, S. Syahputra, and R. Rahim, "Decision Support System: Concepts, Methodologies, and Applications in Education," *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 2104–2111, 2020, doi: 10.14419/ijet.v9i3.30876.
- [22] A. Hermawan and B. Santoso, "Multi-Criteria Decision Making for Educational Management: A Systematic Review," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 2, pp. 1567–1595, 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11245-8.
- [23] F. J. Cabrerizo, J. A. Morente-Molinera, I. J. Pérez, J. López-Gijón, and E. Herrera-Viedma, "A Method Based on PSO and Granular Computing of Linguistic Information to Solve Group Decision Making Problems Defined in Heterogeneous Contexts," *European Journal of Operational Research*, vol. 230, no. 3, pp. 624–633, 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2013.04.046.
- [24] T. L. Saaty and L. G. Vargas, "Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research*, vol. 32, no. 1, pp. 107–117, 2021, doi: 10.1016/0377-2217(87)90275-X.
- [25] A. Hafezalkotob and A. Hafezalkotob, "Extended MULTIMOORA Method Based on Shannon Entropy Weight for Materials Selection," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 12, no. 1, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1007/s40092-015-0123-9.