

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lembaga Bimbingan Belajar Menggunakan Pembobotan *Rank Sum* dan Pendekatan WASPAS

Nur Shobi Maburr^{1,*}, Nurul Humaera B², Alfian¹, Mulyadi³, Sandra Dewi Saraswati⁴

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tangerang, Indonesia

² Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Bina Adinata, Bulukumba, Indonesia

³ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Nurdin Hamzah, Jambi, Indonesia

⁴ Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Depok, Indonesia

Email: ^{1,*}shobimaburr@ft-umt.ac.id, ²humairah777@gmail.com, ³alfian.alf@ft-umt.ac.id, ⁴mulyadiroesly@gmail.com,

⁵sandra.sww@bsi.ac.id

Email Penulis Korespondensi: shobimaburr@ft-umt.ac.id

Abstrak—Meningkatnya persaingan akademik mendorong kebutuhan terhadap pendidikan tambahan melalui bimbingan belajar. Pemilihan bimbingan belajar kerap terkendala oleh banyaknya alternatif, kurangnya metode terstruktur, dan keputusan yang subjektif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis pendekatan Rank Sum dan WASPAS sebagai landasan dalam mendukung proses seleksi bimbingan belajar secara objektif. Metode *Rank Sum* digunakan untuk menentukan bobot kriteria berdasarkan tingkat prioritasnya, sedangkan metode WASPAS digunakan untuk mengevaluasi alternatif dengan mengintegrasikan bobot kriteria dan performa alternatif. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web yang mendukung pengelolaan data kriteria, alternatif, serta perhitungan yang menghasilkan rekomendasi alternatif terbaik. Hasil studi kasus menunjukkan bahwa alternatif Ganesha Operation menempati peringkat tertinggi dengan skor 0.8739, diikuti oleh Nurul Fikri (0.8595), Primagama (0.8501), Neutron (0.8394), dan Inten (0.8223). Berdasarkan uji melalui *black-box testing* mengindikasikan bahwa seluruh fitur dalam sistem beroperasi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan sistem yang dirancang menawarkan fungsionalitas yang sesuai dengan perancangan dan kebutuhan. Kontribusi penelitian ini meliputi pengembangan pendekatan terintegrasi antara metode *Rank Sum* dan WASPAS, implementasi sistem berbasis web yang praktis, serta penyediaan metodologi yang dapat diterapkan pada studi kasus serupa di berbagai bidang.

Kata Kunci: Bimbingan Belajar; *Black-Box Testing*; *Rank Sum*; Sistem Pendukung Keputusan; WASPAS

Abstract—The increasing academic competition drives the need for additional education through tutoring. The selection of tutoring services is often hindered by the abundance of alternatives, the lack of structured methods, and subjective decision-making. This study aims to design and develop a Decision Support System (DSS) based on the Rank Sum and WASPAS approaches as a foundation to support the objective selection process of tutoring services. The Rank Sum method is used to determine criterion weights based on priority levels, while the WASPAS method evaluates alternatives by integrating criterion weights and alternative performance. The system is implemented as a web-based application that facilitates the management of criteria data, alternatives, and computations to generate the best alternative recommendations. The case study results show that Ganesha Operation ranks the highest with a score of 0.8739, followed by Nurul Fikri (0.8595), Primagama (0.8501), Neutron (0.8394), and Inten (0.8223). Black-box testing indicates that all system features operate effectively and meet the specified requirements. This demonstrates that the designed system offers functionality that aligns with its intended design and needs. This research contributes to the development of an integrated approach combining the Rank Sum and WASPAS methods, the implementation of a practical web-based system, and the provision of a methodology applicable to similar case studies in various fields.

Keywords: Tutoring Center; Black-Box Testing; Rank Sum; Decision Support System; WASPAS

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pendidikan tambahan di luar jam sekolah semakin meningkat seiring dengan tingginya persaingan akademik dan tuntutan untuk mencapai prestasi terbaik. Lembaga bimbingan belajar (bimbel) menjadi salah satu solusi bagi siswa untuk meningkatkan pemahaman terhadap materi pelajaran dan persiapan menghadapi ujian [1]. Namun, beragamnya pilihan lembaga bimbingan belajar yang tersedia membuat orang tua dan siswa mengalami kesulitan dalam menentukan pilihan yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Proses pemilihan lembaga bimbingan belajar biasanya dilakukan berdasarkan preferensi pribadi atau rekomendasi dari orang terdekat, yang tidak selalu objektif dan terukur. Proses ini juga memakan banyak waktu dan tenaga, terutama ketika pilihan yang ada sangat beragam, sehingga hasil keputusan yang diperoleh tidak selalu optimal atau sesuai kebutuhan. Untuk mengatasi permasalahan ini, penggunaan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis data yang terstruktur dan objektif menjadi alternatif yang efisien. SPK dirancang untuk membantu pengguna dalam menganalisis berbagai alternatif berdasarkan kriteria tertentu, sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih objektif dan tepat sasaran [2], [3].

Beberapa penelitian sebelumnya terkait pengembangan SPK untuk pemilihan lembaga bimbingan belajar telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Terdapat penelitian yang menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dalam menentukan lembaga bimbingan belajar terbaik [4]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan SAW mampu memberikan hasil keputusan yang cukup sederhana dan efisien dengan menjumlahkan nilai kriteria berdasarkan bobotnya. Penelitian lain mengadopsi pendekatan WP (*Weighted Product*) untuk menentukan lembaga bimbingan belajar yang optimal [5]. Dalam penelitian ini, pendekatan WP diterapkan untuk mendapatkan keputusan melalui perkalian nilai kriteria yang telah dibobotkan, sehingga lebih menekankan pengaruh relatif setiap kriteria terhadap alternatif. Selanjutnya, terdapat penelitian yang memanfaatkan pendekatan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) untuk memilih bimbingan belajar online [6]. Metode ini menghasilkan

keputusan berdasarkan kedekatan alternatif terhadap solusi ideal positif dan menjauhi solusi ideal negatif. Ada juga penelitian yang mengembangkan SPK untuk memilih platform bimbingan belajar *online* menggunakan pendekatan MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*) [7]. Pendekatan ini memperoleh alternatif terbaik melalui pengukuran tingkat utilitas dari setiap alternatif berdasarkan bobot dan nilai kriteria. Penelitian lainnya menggunakan metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) untuk menentukan lembaga bimbingan belajar terbaik [8]. Metode SMART memanfaatkan sistem penilaian yang sederhana dengan menghitung skor total dari setiap alternatif berdasarkan kontribusi bobot kriteria terhadap nilai yang diberikan.

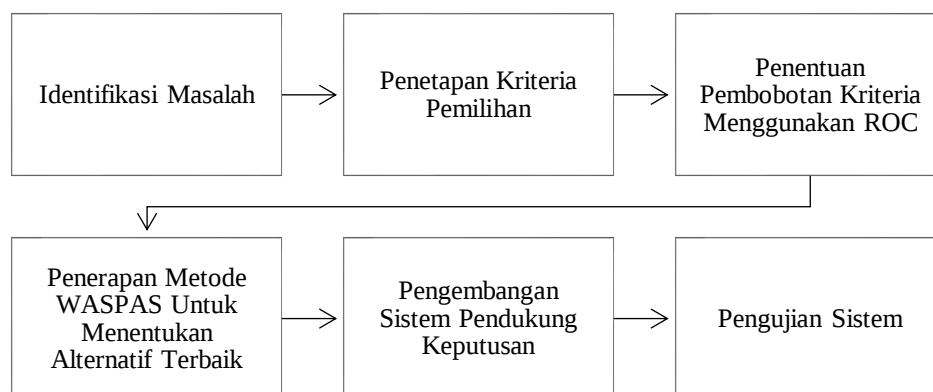
Namun, penelitian-penelitian sebelumnya belum secara eksplisit menggunakan teknik pembobotan untuk menentukan tingkat kepentingan kriteria, dan juga belum mempertimbangkan penggabungan antara bobot kriteria dengan performa alternatif secara terintegrasi. Oleh karena itu, perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada penggunaan teknik pembobotan *Rank Sum* untuk menentukan tingkat kepentingan kriteria, serta pendekatan WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Metode *Rank Sum* merupakan teknik pembobotan sederhana yang menentukan bobot kriteria berdasarkan peringkat kepentingan yang diberikan oleh pengambil keputusan [9]. Teknik ini memiliki keunggulan dalam kemudahan perhitungan dan konsistensi hasil, sehingga mampu menghasilkan bobot kriteria yang objektif sesuai dengan prioritas kebutuhan [10]. Sementara itu, pendekatan WASPAS merupakan metode yang menggabungkan model WSM (*Weighted Sum Model*) dan WPM (*Weighted Product Model*) untuk mengevaluasi alternatif secara lebih komprehensif dengan mengintegrasikan kelebihan dari kedua metode tersebut [11]. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan hasil keputusan yang lebih akurat dan fleksibel, terutama dalam kasus yang melibatkan banyak kriteria dengan bobot yang beragam [12]. Keunggulan metode WASPAS terletak pada kemampuannya untuk mempertimbangkan kontribusi relatif dari semua kriteria dan memberikan solusi yang optimal secara matematis [13]. Penggunaan kombinasi kedua metode ini dalam pengembangan SPK menawarkan keunggulan, seperti kemudahan implementasi, fleksibilitas dalam menangani berbagai kriteria, serta kemampuan menghasilkan rekomendasi yang optimal [14].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun SPK yang dapat membantu proses pemilihan lembaga bimbingan belajar menggunakan pembobotan *Rank Sum* dan pendekatan WASPAS. Sistem yang dirancang berbasis *website* agar dapat diakses dengan mudah oleh pengguna kapan saja dan di mana saja, sehingga meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam proses pengambilan keputusan. Kontribusi dari penelitian ini meliputi pengembangan model SPK yang dapat digunakan secara praktis dalam pemilihan lembaga bimbingan belajar, mempermudah pengambil keputusan dalam menentukan keputusannya, serta memberikan pendekatan metodologi yang dapat diadopsi untuk kasus-kasus lain yang serupa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis untuk mencapai tujuan, yaitu merancang dan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dapat membantu dan memudahkan dalam memilih lembaga bimbingan belajar yang tepat. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk menghasilkan solusi yang akurat dan efektif sesuai dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi [15]. Tahapan penelitian yang dilaksanakan divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

Merujuk pada ilustrasi visual yang tersaji dalam Gambar 1, berikut dipaparkan penjelasan mendetail dari setiap tahapan penelitian yang telah dilaksanakan.

a. Identifikasi Masalah

Tahapan ini menjadi proses awal dalam studi yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian, serta memahami konteks dan kebutuhan yang mendasarinya [16]. Dalam penelitian ini, calon pengguna sering menghadapi kesulitan dalam memilih lembaga yang paling sesuai dengan

kebutuhan mereka. Hal ini disebabkan oleh banyaknya alternatif yang tersedia serta berbagai kriteria yang harus dipertimbangkan secara bersamaan. Selain itu, metode manual yang sering digunakan, seperti berdasarkan rekomendasi pribadi atau informasi promosi, cenderung subjektif dan tidak terstruktur. Dengan demikian, dibutuhkan suatu sistem yang mampu mendukung penentuan pilihan secara lebih objektif, efisien, dan terstruktur, menggunakan metode pembobotan dan evaluasi yang tepat.

b. Penetapan Kriteria Pemilihan

Setelah masalah diidentifikasi, langkah berikutnya yaitu menetapkan kriteria yang digunakan sebagai dasar evaluasi untuk memilih lembaga bimbingan belajar. Kriteria ini ditentukan berdasarkan wawancara dengan calon pengguna, seperti siswa dan orang tua, serta melalui studi literatur. Kriteria yang digunakan meliputi kualitas pengajar, yang mencakup kompetensi dan pengalaman pengajar; fasilitas pembelajaran, seperti ruang kelas, alat bantu belajar, dan materi; metode dan kurikulum pembelajaran, yang menggambarkan kesesuaian pendekatan pengajaran dengan kebutuhan siswa; biaya, yang mencakup keterjangkauan program bimbingan belajar; dan jarak ke lokasi, yang mengukur kedekatan fisik lembaga dari tempat tinggal pengguna. Penentuan kriteria ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mengevaluasi alternatif berdasarkan aspek-aspek yang relevan dengan kebutuhan pengguna.

c. Penentuan Pembobotan Kriteria Menggunakan *Rank Sum*

Pada tahap ini, bobot setiap kriteria ditentukan menggunakan metode *Rank Sum*. Metode ini digunakan untuk memberikan bobot berdasarkan peringkat kepentingan kriteria yang telah ditentukan oleh pengguna [17]. Prosesnya dimulai dengan mengurutkan kriteria berdasarkan tingkat kepentingan, dari yang paling penting hingga yang paling rendah. Bobot untuk setiap kriteria kemudian dihitung dengan membagi peringkat terbalik dari kriteria tersebut dengan jumlah total semua peringkat. Keunggulan metode ini adalah kesederhanaannya, kemudahan dalam penerapan, dan kemampuannya menghasilkan bobot yang proporsional tanpa memerlukan penghitungan yang kompleks [10]. Bobot kriteria yang dihasilkan pada tahap ini akan digunakan pada langkah berikutnya untuk membantu proses evaluasi alternatif.

d. Penerapan Metode WASPAS Untuk Menentukan Alternatif Terbaik

Setelah bobot kriteria ditentukan, tahap selanjutnya adalah melakukan penyelesaian keputusan menggunakan pendekatan WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*). WASPAS merupakan metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang mengintegrasikan dua metode utama, yaitu WSM (*Weighted Sum Model*) dan WPM (*Weighted Product Model*), untuk meningkatkan akurasi evaluasi alternatif [18]. Pada tahap ini, setiap alternatif dinilai berdasarkan kriteria, bobot kriteria diterapkan, dan nilai akhir dihitung dengan mengintegrasikan pendekatan penjumlahan dan perkalian berbobot. Metode WASPAS dipilih karena mampu menghasilkan solusi yang lebih optimal dengan memanfaatkan keunggulan kedua pendekatan tersebut [19].

e. Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan

Tahap pengembangan sistem dilakukan untuk mengimplementasikan SPK yang dirancang dalam bentuk aplikasi berbasis *web*. Sistem ini dirancang menggunakan editor teks PHPStorm, yang mempermudah pengelolaan kode program berkat fitur-fitur canggih seperti *auto-completion*, *debugging*, dan pengelolaan proyek. Untuk penyimpanan data, digunakan MySQL sebagai basis data karena keandalannya dalam mengelola data relasional secara efisien. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data kriteria, alternatif, melakukan perhitungan melalui pendekatan *Rank Sum* dan WASPAS, serta menampilkan hasil pemeringkatan alternatif. Desain antarmuka sistem dioptimalkan agar intuitif dan mudah digunakan oleh calon pengguna, seperti siswa dan orang tua.

f. Pengujian Sistem

Tahap terakhir adalah melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dikembangkan untuk memastikan bahwa semua fungsi berjalan sesuai spesifikasi. *Black-box testing* digunakan sebagai metode pengujian, di mana fokusnya adalah memverifikasi keluaran sistem berdasarkan masukan tanpa memeriksa kode internal [20]. Pengujian dilakukan dengan memasukkan berbagai skenario input, seperti kriteria, bobot, dan alternatif, untuk memastikan bahwa sistem mampu menghitung dan menampilkan hasil dengan akurat. Pengujian mencakup beberapa skenario utama, antara lain:

1. Validasi perhitungan otomatis: Memastikan bahwa sistem menghasilkan peringkat yang konsisten dengan metode manual.
2. Pengujian variasi bobot kriteria: Menguji apakah perubahan bobot memengaruhi hasil secara proporsional.
3. Pengujian jumlah alternatif: Menguji performa sistem dengan berbagai jumlah alternatif, dari sedikit hingga banyak, untuk mengevaluasi skalabilitas.
4. Pengujian input ekstrem: Memasukkan data dengan nilai maksimum atau minimum untuk memastikan sistem dapat menangani kasus khusus tanpa kesalahan.
5. Validasi tampilan dan navigasi: Memastikan antarmuka pengguna berjalan sesuai spesifikasi dan semua fungsi dapat diakses dengan baik.

Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan keandalan sistem, serta melakukan perbaikan jika diperlukan sebelum sistem diimplementasikan secara penuh. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung pengambilan keputusan.

2.2 Teknik Penentuan Bobot Menggunakan Rank Sum

Metode *Rank Sum* merupakan salah satu teknik pembobotan sederhana yang diterapkan dalam menentukan keputusan multi-kriteria [21]. Teknik ini bertujuan untuk mendapatkan bobot relatif dari kriteria berdasarkan urutan peringkat kepentingannya [22]. *Rank Sum* memberikan bobot yang proporsional terhadap posisi (*ranking*) masing-masing kriteria, dengan asumsi bahwa kriteria yang memiliki peringkat lebih tinggi dianggap lebih penting dibandingkan kriteria dengan peringkat lebih rendah [23].

Keunggulan metode ini terletak pada kesederhanaannya dalam perhitungan dan penerapannya yang mudah, terutama jika pengambil keputusan tidak memiliki data numerik yang cukup untuk menentukan bobot secara langsung [17]. Metode ini juga membantu menghasilkan bobot yang konsisten sesuai dengan prioritas yang telah ditentukan. Untuk melakukan pembobotan dengan teknik *Rank Sum* digunakan persamaan (1).

$$w_j = \frac{n-r_j+1}{\sum(n-r_k+1)} \quad (1)$$

di mana w_j merupakan pembobotan kriteria ke- j , n menunjukkan jumlah total kriteria, dan r_k merujuk pada peringkat kriteria ke- j .

2.3 Pendekatan Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)

Metode *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS) digunakan untuk mengevaluasi alternatif dengan mengintegrasikan bobot kriteria, yang mencerminkan tingkat kepentingan setiap aspek, dan performa alternatif, yang menunjukkan sejauh mana alternatif memenuhi kriteria [24]. Proses ini dilakukan melalui kombinasi dua model, yakni WSM (*Weighted Sum Model*) dan WPM (*Weighted Product Model*), sehingga menghasilkan evaluasi yang lebih komprehensif dan akurat dalam pengambilan keputusan [18]. Dengan metode ini, alternatif terbaik dapat dipilih berdasarkan nilai gabungan yang merepresentasikan tingkat kesesuaiannya terhadap seluruh kriteria yang ada.

Pendekatan WSM menghitung nilai total dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot kriteria dan nilai alternatif pada setiap kriteria, sehingga memberikan penilaian berdasarkan kontribusi masing-masing kriteria secara aditif [25]. Sementara itu, pendekatan WPM menggunakan metode perkalian, di mana nilai total diperoleh dengan mengalikan hasil perpangkatan nilai alternatif berdasarkan bobot kriteria, sehingga mempertimbangkan hubungan proporsional antar-kriteria [25]. Kombinasi WSM dan WPM memungkinkan WASPAS untuk mempertimbangkan baik sifat aditif maupun multiplikatif dari kriteria, sehingga menghasilkan evaluasi yang lebih akurat dan seimbang. WASPAS mampu menangani masalah pengambilan keputusan yang kompleks dengan berbagai kriteria yang memiliki bobot berbeda, serta mempertimbangkan hubungan proporsional antar-kriteria [26]. Penerapan pendekatan WASPAS melibatkan beberapa tahapan, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Menormalisasikan matriks keputusan

Normalisasi dilakukan untuk menyamakan skala nilai antar kriteria, sehingga memungkinkan evaluasi kriteria secara lebih objektif dan adil. Dalam pendekatan WASPAS, kriteria yang digunakan dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu kriteria *benefit* dan kriteria *cost*. Kriteria *benefit* mengacu pada aspek yang diinginkan memiliki nilai sebesar mungkin karena semakin tinggi nilainya, semakin baik kontribusinya terhadap hasil keputusan. Sebaliknya, kriteria *cost* berfokus pada aspek yang idealnya memiliki nilai sekecil mungkin untuk meminimalkan biaya, pengeluaran, atau dampak negatif lainnya. Proses normalisasi dilakukan dengan metode yang berbeda untuk setiap jenis kriteria: kriteria *benefit* dinormalisasi melalui persamaan (2) dan kriteria *cost* melalui persamaan (3).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_{ij})} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_{ij})} \quad (3)$$

di mana r_{ij} merupakan hasil normalisasi dari alternatif ke- i untuk kriteria j , sedangkan x_{ij} mengacu pada nilai asli dari alternatif ke- i untuk kriteria j .

b. Menghitung skor akhir WASPAS

Nilai kombinasi dalam metode WASPAS dihitung dengan mengintegrasikan hasil dari pendekatan *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM). Penghitungan ini dilakukan menggunakan formula gabungan yang mengkombinasikan kedua metode tersebut, dengan mempertimbangkan bobot kriteria dan nilai alternatif yang telah dinormalisasi. Hasil perhitungan ini menghasilkan skor akhir yang mencerminkan tingkat preferensi masing-masing alternatif dalam proses pengambilan keputusan. Nilai akhir (Q_i) untuk setiap alternatif dapat dihitung menggunakan persamaan (4).

$$Q_i = 0,5 \sum_{j=1}^n r_{ij} w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (4)$$

di mana Q_i menunjukkan skor akhir WASPAS pada alternatif i , $r_{ij} w_j$ merupakan proses mengalikan antara hasil normalisasi (r_{ij}) dengan nilai bobotnya (w_j), $(r_{ij})^{w_j}$ menunjukkan proses pemangkatan alternatif yang telah dinormalisasi (r_{ij}) dengan nilai bobotnya (w_j).

c. Menyusun pemeringkatan alternatif

Setelah nilai Q_i untuk setiap alternatif diperoleh, langkah akhir adalah menentukan peringkat berdasarkan nilai tersebut. Alternatif yang memiliki nilai Q_i tertinggi merupakan rekomendasi terbaik, karena menunjukkan tingkat kesesuaian tertinggi terhadap seluruh kriteria yang telah ditetapkan. Peringkat alternatif ini memberikan rekomendasi yang jelas kepada pengambil keputusan, sehingga mempermudah dalam memilih alternatif yang paling optimal sesuai kebutuhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menyelesaikan studi kasus dalam pemilihan lembaga bimbingan belajar, langkah awal adalah menentukan kriteria evaluasi. Kriteria ini ditetapkan berdasarkan wawancara dengan calon pengguna, seperti siswa dan orang tua, serta melalui kajian literatur untuk memastikan relevansi dan akurasi kriteria yang digunakan. Dalam penelitian ini, kriteria yang dipilih mencakup kualitas pengajar, yang melibatkan kompetensi dan pengalaman pengajar dalam memberikan bimbingan; fasilitas pembelajaran, seperti ruang kelas, alat bantu belajar, dan materi pelajaran yang disediakan; metode dan kurikulum pembelajaran, yang menggambarkan kesesuaian pendekatan pengajaran dengan kebutuhan siswa; biaya, yang mencakup keterjangkauan program bimbingan belajar oleh pengguna; dan jarak ke lokasi, yang mengukur kedekatan fisik lembaga bimbingan belajar dari tempat tinggal pengguna untuk kemudahan akses.

Setelah kriteria ditentukan, langkah berikutnya adalah menetapkan bobot untuk mencerminkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria. Pembobotan ini memastikan keputusan yang diambil sesuai dengan prioritas dan kebutuhan pengguna, sehingga sistem dapat mengevaluasi alternatif secara objektif dan proporsional. Untuk memudahkan proses pemberian bobot, digunakan pendekatan *Rank Sum*, yang sederhana dan efisien. Pendekatan ini melibatkan perankingan kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya, tanpa memerlukan perhitungan yang kompleks. Dalam metode ini, pengambil keputusan hanya perlu memberikan urutan prioritas pada setiap kriteria sesuai tingkat kepentingannya. Setelah peringkat ditentukan, bobot relatif untuk setiap kriteria dihitung secara matematis menggunakan formula *Rank Sum*. Dengan pendekatan ini, pengambil keputusan dapat memberikan masukan yang konsisten dan fokus pada prioritas utama yang diinginkan. Pada studi kasus ini, *decision-maker* menentukan urutan peringkat kepentingan kriteria, yang kemudian disusun dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisis dan perhitungan, seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Kepentingan Kriteria

Kode Kriteria	Kriteria	Tipe Kriteria	Urutan Prioritas
C1	Kualitas Pengajar	<i>Benefit</i>	1
C2	Fasilitas Pembelajaran	<i>Benefit</i>	2
C3	Metode dan Kurikulum	<i>Benefit</i>	3
C4	Biaya	<i>Cost</i>	4
C6	Jarak ke Lokasi	<i>Cost</i>	5

Tabel 1 menunjukkan urutan prioritas untuk masing-masing kriteria yang digunakan pada studi kasus ini. Berdasarkan prioritas tersebut, bobot kriteria dihitung dengan teknik *Rank Sum* menggunakan persamaan (1). Berikut adalah langkah-langkah perhitungan untuk menentukan bobot masing-masing kriteria menggunakan metode *Rank Sum*:

$$w_1 = \frac{5-1+1}{(5-1+1)+(5-2+1)+(5-3+1)+(5-4+1)+(5-5+1)} = 0.3333$$

$$w_2 = \frac{5-2+1}{(5-1+1)+(5-2+1)+(5-3+1)+(5-4+1)+(5-5+1)} = 0.2667$$

$$w_3 = \frac{5-3+1}{(5-1+1)+(5-2+1)+(5-3+1)+(5-4+1)+(5-5+1)} = 0.2000$$

$$w_4 = \frac{5-4+1}{(5-1+1)+(5-2+1)+(5-3+1)+(5-4+1)+(5-5+1)} = 0.1333$$

$$w_5 = \frac{5-5+1}{(5-1+1)+(5-2+1)+(5-3+1)+(5-4+1)+(5-5+1)} = 0.0667$$

Hasil perhitungan bobot untuk masing-masing kriteria menggunakan metode *Rank Sum* selanjutnya disajikan dalam Tabel 2.

Table 2. Hasil Pembobotan Kriteria Berdasarkan *Rank Sum*

Kode Kriteria	Kriteria	Tipe Kriteria	Nilai Bobot
C1	Kualitas Pengajar	<i>Benefit</i>	0,3333
C2	Fasilitas Pembelajaran	<i>Benefit</i>	0,2667
C3	Metode dan Kurikulum	<i>Benefit</i>	0,2000
C4	Biaya	<i>Cost</i>	0,1333

C6	Jarak ke Lokasi	Cost	0,0667
----	-----------------	------	--------

Tabel 3 menyajikan bobot kriteria yang dihitung menggunakan metode *Rank Sum* yang diterapkan sebagai landasan utama dalam menentukan keputusan. Tahap selanjutnya yaitu menentukan skala nilai untuk masing-masing kriteria beserta nilai konversinya. Langkah ini bertujuan untuk menyederhanakan dan mempermudah proses penghitungan pada tahap evaluasi alternatif. Dalam konteks studi kasus pemilihan lembaga bimbingan belajar, rentang nilai dan nilai konversi untuk setiap kriteria telah dirangkum secara jelas dalam Tabel 3.

Tabel 3. Skala Penilaian dan Konversinya

Kode Kriteria	Kriteria	Skala Penilaian	Nilai Konversi
C1	Kualitas Pengajar	Tidak Kompeten	1
		Kurang Kompeten	2
		Kompeten	3
		Sangat Kompeten	4
C2	Fasilitas Pembelajaran	Tidak Lengkap	1
		Kurang Lengkap	2
		Lengkap	3
		Sangat Lengkap	4
C3	Metode dan Kurikulum	Tidak Terstruktur	1
		Kurang Terstruktur	2
		Terstruktur	3
		Sangat Terstruktur	4
C4	Biaya	< 1.000.000	1
		>= 1.000.000 dan < 2.000.000	2
		>= 2.000.000 dan < 3.000.000	3
		>= 3.000.000	4
C5	Jarak ke Lokasi	> 5 km	1
		>= 5 km dan < 10 km	2
		>= 10 km dan < 15 km	3
		>= 15 km	4

Tabel 3 menampilkan nilai konversi untuk setiap kriteria yang digunakan dalam menentukan keputusan. Tahap selanjutnya adalah menentukan alternatif yang akan dievaluasi oleh pengambil keputusan. Sebagai ilustrasi, dalam studi kasus pemilihan bimbingan belajar, alternatif beserta penilaian masing-masing terhadap kriteria yang telah ditentukan dirangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Alternatif dan Penilaiannya Terhadap Kriteria

Kode Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Neutron	Kompeten	Sangat Lengkap	Terstruktur	1.200.000	10 km
A2	Primagama	Sangat Kompeten	Sangat Lengkap	Terstruktur	3.200.000	12 km
A3	Inten	Kompeten	Lengkap	Sangat Terstruktur	1.800.000	14 km
A4	Nurul Fikri	Sangat Kompeten	Lengkap	Sangat Terstruktur	2.300.000	12 km
A5	Ganesha Operation	Sangat Kompeten	Sangat Lengkap	Terstruktur	3.500.000	8 km

Berikutnya, nilai alternatif yang tercantum pada Tabel 4 diadaptasi menggunakan pedoman nilai yang telah dirumuskan dalam Tabel 3. Proses konversi ini bertujuan untuk menyelaraskan skala penilaian setiap alternatif, dengan tujuan menyederhanakan langkah perhitungan dan mendukung analisis lebih efektif pada tahap selanjutnya. Hasil dari konversi ini kemudian disusun dan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Konversi Penilaian Alternatif

Kode Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Neutron	3	4	3	2	3
A2	Primagama	4	4	3	4	3
A3	Inten	3	3	4	2	3
A4	Nurul Fikri	4	3	4	3	3
A5	Ganesha Operation	4	4	3	4	2

Penyelesaian masalah dalam pengambilan keputusan menggunakan metode WASPAS dimulai dengan proses normalisasi pada matriks keputusan. Normalisasi ini dilakukan dengan menerapkan persamaan (2) untuk tipe kriteria *benefit* dan persamaan (3) untuk tipe kriteria *cost*. Berdasarkan identifikasi yang disajikan pada Tabel 2, kriteria C1, C2, dan C3 termasuk dalam kategori *benefit*, sedangkan kriteria C4 dan C5 dikategorikan sebagai *cost*. Dengan demikian, langkah-langkah untuk mendapatkan hasil normalisasi dilakukan sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{3}{\max\{3;4;3;4;4\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{21} = \frac{4}{\max\{3;4;3;4;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{31} = \frac{3}{\max\{3;4;3;4;4\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{41} = \frac{4}{\max\{3;4;3;4;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{51} = \frac{4}{\max\{3;4;3;4;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{12} = \frac{4}{\max\{4;4;3;3;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{22} = \frac{4}{\max\{4;4;3;3;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{32} = \frac{3}{\max\{4;4;3;3;4\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{42} = \frac{3}{\max\{4;4;3;3;4\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{52} = \frac{4}{\max\{4;4;3;3;4\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{13} = \frac{3}{\max\{3;3;4;4;3\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{23} = \frac{3}{\max\{3;3;4;4;3\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{33} = \frac{4}{\max\{3;3;4;4;3\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{43} = \frac{4}{\max\{3;3;4;4;3\}} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{53} = \frac{3}{\max\{3;3;4;4;3\}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{14} = \frac{\min\{2;4;2;3;4\}}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

$$r_{24} = \frac{\min\{2;4;2;3;4\}}{2} = \frac{4}{2} = 0,50$$

$$r_{34} = \frac{\min\{2;4;2;3;4\}}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

$$r_{44} = \frac{\min\{2;4;2;3;4\}}{2} = \frac{3}{2} = 0,67$$

$$r_{54} = \frac{\min\{2;4;2;3;4\}}{2} = \frac{4}{2} = 0,50$$

$$r_{15} = \frac{\min\{3;3;3;3;2\}}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r_{25} = \frac{\min\{3;3;3;3;2\}}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r_{35} = \frac{\min\{3;3;3;3;2\}}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r_{45} = \frac{\min\{3;3;3;3;2\}}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r_{55} = \frac{\min\{3;3;3;3;2\}}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

Selanjutnya, hasil normalisasi diintegrasikan ke dalam matriks normalisasi dengan konfigurasi sebagai berikut:

$$x = \begin{bmatrix} 0,75 & 1 & 0,75 & 1 & 0,67 \\ 1 & 1 & 0,75 & 0,50 & 0,67 \\ 0,75 & 0,75 & 1 & 1 & 0,67 \\ 1 & 0,75 & 1 & 0,67 & 0,67 \\ 1 & 1 & 0,75 & 0,50 & 1 \end{bmatrix}$$

Pada tahap selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kombinasi WASPAS menggunakan persamaan (4). Perhitungan nilai akhir WASPAS dilakukan melalui normalisasi dan pembobotan kriteria dengan rincian bobot: C1 (0,3333), C2 (0,2667), C3 (0,2000), C4 (0,1333), dan C5 (0,0667). Metode ini melibatkan perkalian dan pemangkatan nilai normalisasi berdasarkan bobot masing-masing kriteria. Proses untuk mendapatkan skor akhir (Q_i) adalah sebagai berikut:

$$Q_1 = 0,5 \times ((0,75 \times 0,3333) + (1 \times 0,2667) + (0,75 \times 0,2000) + (1 \times 0,1333) + (0,67 \times 0,0667)) + \\ 0,5 \times ((0,75^{0,3333}) \times (1^{0,2667}) \times (0,75^{0,2000}) \times (1^{0,1333}) \times (0,67^{0,0667})) = 0,8394$$

$$Q_2 = 0,5 \times ((1 \times 0,3333) + (1 \times 0,2667) + (0,75 \times 0,2000) + (0,5 \times 0,1333) + (0,67 \times 0,0667)) + \\ 0,5 \times ((1^{0,3333}) \times (1^{0,2667}) \times (0,75^{0,2000}) \times (0,5^{0,1333}) \times (0,67^{0,0667})) = 0,8501$$

$$Q_3 = 0,5 \times ((0,75 \times 0,3333) + (0,75 \times 0,2667) + (1 \times 0,2000) + (1 \times 0,1333) + (0,67 \times 0,0667)) + \\ 0,5 \times ((0,75^{0,3333}) \times (0,75^{0,2667}) \times (1^{0,2000}) \times (1^{0,1333}) \times (0,67^{0,0667})) = 0,8223$$

$$Q_4 = 0,5 \times ((1 \times 0,3333) + (0,75 \times 0,2667) + (1 \times 0,2000) + (0,67 \times 0,1333) + (0,67 \times 0,0667)) + \\ 0,5 \times ((1^{0,3333}) \times (0,75^{0,2667}) \times (1^{0,2000}) \times (0,67^{0,1333}) \times (0,67^{0,0667})) = 0,8595$$

$$Q_5 = 0,5 \times ((1 \times 0,3333) + (1 \times 0,2667) + (0,75 \times 0,2000) + (0,50 \times 0,1333) + (1 \times 0,0667)) + \\ 0,5 \times ((1^{0,3333}) \times (1^{0,2667}) \times (0,75^{0,2000}) \times (0,50^{0,1333}) \times (1^{0,0667})) = 0,8739$$

Setelah memperoleh skor akhir (Q_i), dilakukan perbandingan alternatif dengan mengurutkan dari nilai yang tinggi hingga nilai yang rendah. Alternatif dengan skor tertinggi menjadi rekomendasi utama, seperti yang tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Skor Akhir dan Peringkat Alternatif

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Skor Akhir	Peringkat Alternatif
A5	Ganesha Operation	0.8739	1
A4	Nurul Fikri	0.8595	2
A2	Primagama	0.8501	3
A1	Neutron	0.8394	4
A3	Inten	0.8223	5

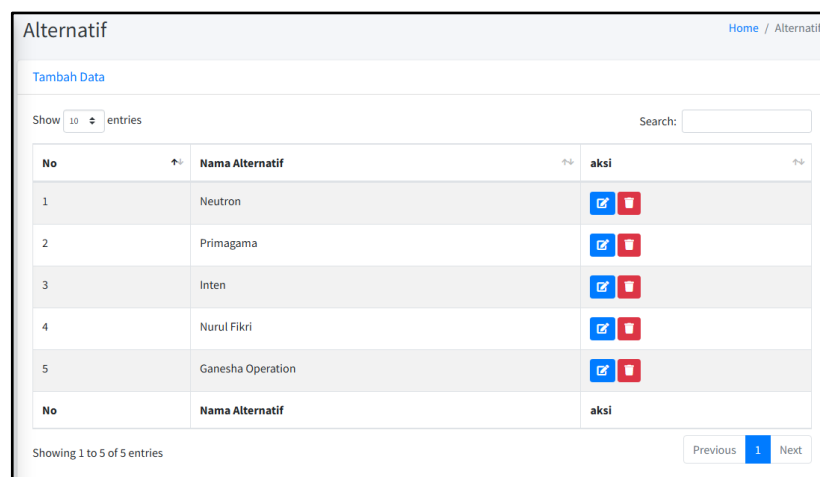
Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan skor akhir dan peringkat alternatif dalam pemilihan lembaga bimbingan belajar menggunakan metode WASPAS. Berdasarkan hasil tersebut, Ganesha Operation (A5) menempati peringkat pertama dengan skor tertinggi, yaitu 0.8739, diikuti oleh Nurul Fikri (A4) di peringkat kedua dengan skor 0.8595, dan Primagama (A2) di peringkat ketiga dengan skor 0.8501. Neutron (A1) dan Inten (A3) masing-masing berada di peringkat keempat dan kelima dengan skor 0.8394 dan 0.8223. Dari hasil ini, Ganesha Operation (A5) direkomendasikan sebagai alternatif terbaik karena memiliki kesesuaian tertinggi terhadap kriteria yang telah ditentukan.

Tahap berikutnya dalam penelitian ini adalah mengembangkan model Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mengkombinasikan metode *Rank Sum* dan WASPAS untuk membantu proses seleksi tempat bimbingan belajar. Sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web yang didesain untuk memudahkan pengguna dalam melakukan analisis dan pengambilan keputusan. Pengembangan sistem menggunakan PhpStorm sebagai editor kode dan MySQL untuk manajemen basis data. Sistem ini dilengkapi dengan fitur autentikasi yang mengharuskan pengguna memasukkan kredensial berupa *username* dan *password* sebelum dapat mengakses dashboard utama, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Dashboard SPK Pemilihan Bimbingan Belajar

Pada Gambar 2 memperlihatkan dashboard utama sistem menyediakan antarmuka yang memungkinkan pengguna mengelola data kriteria, alternatif, dan melakukan perhitungan WASPAS. Proses pengambilan keputusan dimulai dari menu kriteria yang memfasilitasi penambahan, pengubahan, dan penghapusan kriteria. Selanjutnya, pengguna dapat mengakses menu Alternatif untuk mengelola data pilihan bimbingan belajar, termasuk operasi penambahan, pengubahan, dan penghapusan data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Antarmuka Fitur Pengelolaan Data Alternatif pada Sistem

Gambar 3 memperlihatkan tampilan antarmuka fitur pengelolaan data alternatif. Setelah data kriteria dan alternatif tersedia, pengguna dapat memasukkan penilaian untuk setiap alternatif melalui menu nilai yang juga mendukung operasi penambahan, pengubahan, dan penghapusan data. Untuk menambahkan data nilai pengguna tinggal menekan menu “Tambah Data”, kemudian sistem akan menampilkan halaman tambah data nilai alternatif seperti pada Gambar 4.

Gambar 4. Antarmuka Fitur untuk Menambahkan Data Nilai Alternatif

Gambar 4 menunjukkan antarmuka dari menu tambah data nilai alternatif, dimana pengguna dapat memberikan penilaian alternatif terhadap kriteria yang ada. Proses selanjutnya adalah perhitungan menggunakan metode WASPAS untuk menentukan rekomendasi bimbingan belajar terbaik. Fitur perhitungan menampilkan tahapan sistematis mulai dari normalisasi matriks keputusan hingga penghitungan skor akhir. Hasil analisis disajikan dalam bentuk peringkat untuk memudahkan interpretasi keputusan, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5.

Hasil Akhir		
No	Alternatif	Hasil
1	Neutron	0.839361907555
2	Primagama	0.850130540266
3	Inten	0.82229290214
4	Nurul Fikri	0.859514154513
5	Ganesha Operation	0.873868429795

Rangking		
No	Alternatif	Hasil
1	Ganesha Operation	0.873868
2	Nurul Fikri	0.859514
3	Primagama	0.850131
4	Neutron	0.839362
5	Inten	0.822293

Gambar 5. Fitur Proses Perhitungan Metode WASPAS dan Hasil Pemeringkatan Alternatif

Visualisasi pada Gambar 5 menunjukkan proses perhitungan yang menghasilkan peringkat alternatif, dimana Ganesha Operation (A5) menduduki posisi teratas dengan skor 0,8739, diikuti Nurul Fikri (A4) dengan skor 0,8595, Primagama (A2) dengan skor 0,8501, Neutron (A1) dengan skor 0,8394, dan Inten (A3) dengan skor 0,8223. Validasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan otomatis dan manual menggunakan studi kasus yang sama, dimana diperoleh hasil yang identik. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat bekerja secara akurat dan sesuai dengan metode pengambilan keputusan yang dirancang.

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem dengan menerapkan teknik *black-box testing*, yang digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem. Hasil dari pengujian ini disusun dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Menggunakan *Black-Box Testing*

Fitur yang Diuji	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
Login/Autentikasi	Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang valid dan klik tombol "Login". Masukkan kredensial tidak valid untuk menguji <i>error</i> .	Pengguna berhasil masuk ke dashboard utama jika kredensial valid. Muncul pesan <i>error</i> jika kredensial tidak valid.	Valid
Pengelolaan Kriteria	Tambahkan kriteria baru, ubah kriteria yang ada, dan hapus kriteria yang sudah dimasukkan.	Data kriteria berhasil ditambahkan, diperbarui, atau dihapus sesuai perintah.	Valid
Pengelolaan Alternatif	Tambahkan alternatif baru, ubah informasi alternatif, dan hapus data alternatif yang ada.	Data alternatif berhasil ditambahkan, diperbarui, atau dihapus sesuai dengan instruksi pengguna.	Valid
Pengelolaan Nilai	Tambahkan nilai baru, ubah informasi alternatif, dan hapus data alternatif yang ada.	Data nilai berhasil ditambahkan, diperbarui, atau dihapus sesuai dengan instruksi pengguna.	Valid
Perhitungan WASPAS	Klik menu "Perhitungan WASPAS" untuk menjalankan proses perhitungan. Periksa hasil perhitungan skor dan peringkat alternatif.	Sistem berhasil menampilkan proses perhitungan WASPAS secara sistematis dari tahapan normalisasi, pembobotan, hingga skor akhir untuk setiap alternatif.	Valid
Hasil Pemeringkatan	Lihat hasil perhitungan dan periksa peringkat alternatif dari yang tertinggi hingga yang terendah.	Sistem menampilkan peringkat alternatif dengan urutan skor tertinggi ke terendah.	Valid

Hasil pengujian *black-box testing* yang disajikan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semua fitur dalam sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Fitur *login/autentikasi* berhasil memvalidasi kredensial pengguna untuk mengakses dashboard, dan fitur pengelolaan kriteria serta alternatif memungkinkan pengguna menambah, mengubah, dan menghapus data dengan baik. Fitur pemberian nilai alternatif juga berfungsi sesuai, dengan data nilai tersimpan dan dapat diubah atau dihapus. Proses perhitungan menggunakan metode WASPAS berjalan sistematis, menghasilkan skor akhir dan peringkat alternatif yang sesuai dengan metode yang dirancang. Keseluruhan sistem dinyatakan valid, karena semua pengujian memenuhi hasil yang diharapkan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem pendukung keputusan yang mengintegrasikan metode *Rank Sum* dan WASPAS untuk memfasilitasi proses pemilihan lembaga bimbingan belajar. Metode *Rank Sum* berfungsi untuk menentukan bobot kriteria secara objektif berdasarkan urutan prioritasnya, sementara metode WASPAS digunakan untuk menghitung dan mengevaluasi alternatif dengan mengintegrasikan bobot kriteria dan performa masing-masing alternatif secara komprehensif. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *web* yang mendukung pengelolaan data kriteria dan alternatif, pemberian nilai pada alternatif, hingga proses perhitungan untuk menghasilkan skor akhir dan peringkat menggunakan metode WASPAS. Dibandingkan dengan sistem manual, sistem ini mempermudah proses pengambilan keputusan dengan menyediakan perhitungan yang lebih cepat dan sistematis, mengurangi subjektivitas, serta memastikan konsistensi hasil. Selain itu, sistem ini mengeliminasi potensi kesalahan manusia yang sering terjadi dalam evaluasi manual. Hasil studi kasus menunjukkan bahwa Ganesha Operation menempati peringkat tertinggi dengan skor 0.8739, diikuti oleh Nurul Fikri (0.8595), Primagama (0.8501), Neutron (0.8394), dan Inten (0.8223). Perbandingan antara hasil perhitungan sistem dan perhitungan manual menunjukkan hasil yang identik, membuktikan bahwa sistem bekerja secara akurat sesuai dengan metode yang diterapkan. Pengujian *black-box testing* juga membuktikan bahwa seluruh fitur dalam sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Keunggulan utama sistem ini adalah kemampuannya dalam mempercepat evaluasi, memastikan akurasi perhitungan, serta mengurangi subjektivitas dalam proses seleksi. Dengan sistem ini, pengguna dapat dengan mudah mengelola dan mengevaluasi alternatif secara lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan metode yang lebih sistematis dalam menentukan rentang penilaian untuk kriteria kualitatif guna mengurangi potensi bias dari konversi manual. Pendekatan berbasis *machine learning* dapat diadopsi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih adaptif, dan sistem dapat dikembangkan pada *mobile apps* untuk meningkatkan aksesibilitas dan pengalaman pengguna.

REFERENCES

- [1] D. Yatimah, M. S. Sumantri, A. Fansuri, and A. Adman, *Pendidikan Luar Sekolah (Tantangan dan Solusinya)*. Madiun: Bayfa Cendekia Indonesia, 2024.
- [2] H. T. Sihotang and S. Efendi, *Sistem Pendukung Keputusan: Teori, Konsep & Implementasi Metode*. Deli Serdang: Cattleya Darmaya Fortuna, 2022.

- [3] Mesran *et al.*, *Data Mining for Decision Support System*, 1st ed. Jawa Tengah: Pena Persada Kerta Utama, 2024.
- [4] A. B. Trisnawan, M. A. Prasetya, and W. Nugraha, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bimbingan Belajar Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) di PT. Ruang Raya Indonesia," *JTIM J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 6, no. 2, pp. 71–78, 2023.
- [5] M. Irfan, Y. Yanuardi, and N. Yudaningsih, "Implementasi Metode Weighted Product Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lembaga Bimbingan Belajar," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–44, 2022, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i1.195.
- [6] A. Dwi, L. Septiana, A. Riski, and A. Kamsyakawuni, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bimbingan Belajar Online Bagi Calon Peserta SBMPTN Menggunakan Fuzzy TOPSIS (Studi Kasus Pada Wilayah Blitar)," in *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (6th SENATIK)*, 2021, pp. 196–206.
- [7] I. Suryanto, M. Sumampouw, and L. Sitanayah, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Platform Bimbingan Belajar Online Menggunakan Metode Multi Attribute Utility Theory," *J. Ilm. Realt.*, vol. 18, no. 2, pp. 49–56, 2022.
- [8] S. Handayani, D. Apriliani, and S. F. Handayani, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lembaga Bimbingan Belajar di Kota Tegal Menggunakan Metode SMART," *Int. J. Data Sci. Theory Appl.*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [9] M. Hayat, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Aplikasi Investasi Menggunakan Pendekatan WASPAS dan Rank Sum," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 3, pp. 382–390, 2023.
- [10] E. Diana, "Decision Support System for Selecting Peer-to-Peer Lending Applications using ARAS and Rank Sum Approaches," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 8, no. 1, pp. 674–684, 2024, doi: 10.30865/mib.v8i1.7179.
- [11] H. Susanto and A. S. Purnomo, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Router Mikrotik Untuk Skala Soho Dengan Metode WASPAS," *J. Innov. Futur. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 281–291, 2024.
- [12] B. Anwar, M. Giatman, H. Maksum, and A. H. Nasyuha, "Analisis Metode WASPAS Dalam Pemilihan Pimpinan Perusahaan," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 7, no. 1, pp. 138–144, 2023.
- [13] T. Ardiansah, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode WASPAS dalam Pemilihan Calon Ketua Komite Sekolah," *J. Data Sci. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–58, 2024.
- [14] M. J. Tarigan, M. Z. Siambaton, and T. Haramaini, "Implementasi Metode Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) Dalam Menentukan Jurusan Siswa Pada SMKN 8 Medan," *J. Minfo Polgan*, vol. 10, no. 1, pp. 42–53, 2021.
- [15] R. I. Borman and M. Wati, "Penerapan Data Mining Dalam Klasifikasi Data Anggota Kopdit Sejahtera Bandar Lampung Dengan Algoritma Naïve Bayes," *J. Ilm. Fak. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2020.
- [16] R. I. Borman, R. Napianto, N. Nugroho, D. Pasha, Y. Rahmanto, and Y. E. P. Yudoutomo, "Implementation of PCA and KNN Algorithms in the Classification of Indonesian Medicinal Plants," in *International Conference on Computer Science, Information Technology and Electrical Engineering (ICOMITEE)*, IEEE, 2021, pp. 46–50.
- [17] M. W. Arshad, S. Setiawansyah, and M. Mesran, "Combination of Rank Sum and Multi Attribute Utility Theory in Determining the Best Receptionist Performance," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 2549–2558, 2024, doi: 10.30865/klik.v4i5.1791.
- [18] P. E. P. Sulistyawan and S. Wibisono, "Pemanfaatan Metode Weighted Aggregated Sum Product Assesment Dalam Keputusan Pemilihan Personal Computer Untuk Kebutuhan Industri Game Developer," *J. Mahajana Inforamasi*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2023.
- [19] A. L. Nasution, Y. Syahra, and S. Murniyati, "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Perusahaan Jasa Pengiriman Terbaik Dengan Menggunakan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS)," *J. CyberTech*, vol. 4, no. 4, 2021.
- [20] Y. M. Cani, H. Hannie, and A. A. Ridha, "Pengujian Black Box Testing Pada Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa di SMK Tarbiyatul Ulum Karawang," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 9, pp. 754–760, 2023.
- [21] U. Hairah and E. Budiman, "Kinerja Metode Rank Sum, Rank Reciprocal dan Rank Order Centroid Menggunakan Referensi Poin Moora (Studi Kasus: Bantuan Kuota Data Internet untuk Mahasiswa)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 6, p. 1129, 2022, doi: 10.25126/jtiik.2022934883.
- [22] W. Saputra, S. A. Wardana, H. Wahyuda, and D. A. Megawaty, "Penerapan Kombinasi Metode Multi- Attribute Utility Theory (MAUT) dan Rank Sum Dalam Pemilihan Siswa Terbaik," *J. Inf. Technol. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 12–21, 2024.
- [23] D. O. Sihombing and A. Cahyadi, "Implementasi Metode MABAC Dalam Pemilihan Mahasiswa Terbaik dengan Teknik Pembobotan Rank Sum," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 4, pp. 1008–1018, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4040.
- [24] A. N. Purnama, W. P. Mahardika, R. Fadillah, K. Kunci, and M. Mesran, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Siaran Edukasi di Televisi Menggunakan Weight Aggregated Sum Product Assesment Method," *JIKTEKS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 8–16, 2023.
- [25] T. A. Masangin, T. Widiastuti, and B. S. Djahi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kos Dengan Metode Weighted Agregated Sum Product Assesment (WASPAS) (Studi Kasus Kota Kupang Nusa Tenggara Timur)," *J. Transform. (Informasi Pengemb. Iptek)*, vol. 17, no. 2, pp. 13–23, 2021.
- [26] A. Rahmadhani, R. Z. Harahap, A. Aziza, S. K. Wardani, and S. Aripin, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Provider Wifi (Wireless Fidelity) Jaringan Terbaik di Aek Kanopan dengan Metode Weighted Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS)," in *Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SANISTEK)*, 2021, pp. 54–59.