

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Aplikasi Belajar Online Menggunakan Metode Additive Ratio Assessment

Muhammad Bagir^{1,*}, Jefri Rahmadian², Ahmad Fatih Zahir³, Irsyad Purbha Irwansyah³

¹Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Informasi NIIT, Jakarta
Jl. Asem Dua No.22, RT.3/RW.4, Cipete Sel., Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Informasi NIIT, Jakarta
Jl. Asem Dua No.22, RT.3/RW.4, Cipete Sel., Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia

³Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam As-Syafiiyah, Bekasi
Jl. Raya Jatiwaringin No.12, RT.006/RW.005, Jatitompaka, Kec. Pd. Gede, Kota Bks, Jawa Barat, Indonesia
Email: ^{1*}bagir@i-tech.ac.id, ²jefri@i-tech.ac.id, ³fatih.fst@uia.ac.id, ⁴irsyadpurbha.fst@uia.ac.id

Email Penulis Korespondensi: bagir@i-tech.ac.id

Submitted: 05/07/2023; Accepted: 22/07/2023; Published: 26/07/2023

Abstrak—Di era digital seperti sekarang terdapat banyak platform pendidikan atau aplikasi pembelajaran yang menawarkan pembelajaran dengan mudah. Namun, dengan banyaknya aplikasi belajar online yang ada maka dibutuhkan kejelian untuk memilihnya agar sesuai dengan kebutuhan. Untuk melakukan pemilihan aplikasi belajar online pengguna harus mencari informasi satu per satu profil dan fitur-fitur dari aplikasi belajar online yang ada. Hal ini berakibat pada sulitnya dan lamanya dalam menetapkan pilihan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pendukung keputusan melalui penerapan metode Additive Ratio Assessment (ARAS) untuk pemilihan aplikasi belajar online agar dapat memudahkan dalam pemilihan dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Metode ARAS mencari solusi terbaik dengan membandingkan fungsi utilitas pada setiap opsi dengan nilai fungsi utilitas yang optimum. Berdasarkan studi kasus yang ada melalui implementasi metode ARAS menghasilkan alternatif terbaik adalah Ruangguru (A4) dengan nilai 0.8819, kemudian diikuti oleh Kelaskita (A2) dengan nilai 0.8469, Zenius (A3) dengan nilai 0.8397 dan Udemy (A1) dengan nilai 0.6282. Sistem pendukung keputusan yang dibangun menghasilkan perhitungan yang valid, karena hasil perhitungannya memperoleh nilai yang sama dengan hasil perhitungan manual. Kemudian, pada hasil pengujian usability menghasilkan nilai rata-rata sebesar 88,33%. Ini artinya bahwa sistem yang dibangun mampu memudahkan pengguna dalam setiap fungsionalitasnya.

Kata Kunci: Additive Ratio Assessment; ARAS; Aplikasi Belajar Online; Decision Support System; Usability Testing

Abstract—In the digital era, there are many educational platforms or learning applications that offer easy learning. However, with so many existing online learning applications, care is needed to choose one that suits your needs. To select an online learning application, users must look for information one by one on the profiles and features of existing online learning applications. This results in the difficulty and duration of making choices. This study aims to build a decision support system through the application of the Additive Ratio Assessment (ARAS) method for selecting online learning applications so that it can facilitate the selection and does not require a long time. The ARAS method looks for the best solution by comparing the utility function of each option with the optimum utility function value. Based on the existing case studies through the implementation of the ARAS method, the best alternative is Ruangguru (A4) with a score of 0.8819, followed by Kelaskita (A2) with a score of 0.8469, Zenius (A3) with a score of 0.8397, and Udemy (A1) with a value of 0.6282. The built-in decision support system produces valid calculations because the calculation results obtain the same value as the manual calculation results. Then, the usability test results produced an average value of 88.33%. This means that the system that is built is able to facilitate users in every functional area.

Keywords: Additive Ratio Assessment; ARAS; Online Study Application; Decision Support System; Usability Testing

1. PENDAHULUAN

Pentingnya pendidikan menuntut seseorang untuk selalu mencari cara untuk dapat meningkatkan kompetensi akademiknya. Hal ini karena dengan pendidikan seseorang dapat mendukung pembangunan dan perkembangan bangsa [1]. Untuk mendukung pendidikan, selain belajar secara formal seseorang dapat meningkatkan kompetensi akademiknya melalui bimbingan belajar atau aplikasi belajar online. Pada era kemajuan teknologi saat ini, peserta didik dapat memanfaatkan aplikasi ataupun platform pendidikan yang digunakan dalam membantu pembelajaran dengan menawarkan kemudahan dalam penggunaannya [2]. Melalui aplikasi belajar online peserta didik dapat memiliki pemahaman yang lebih terhadap mata pelajaran yang dinilai sulit, karena menawarkan pendekatan pembelajar yang lebih menarik [3]. Hanya dengan menggunakan smartphone, peserta didik dapat menggunakan berbagai aplikasi belajar online dan memiliki segmentasi yang beragam, mulai untuk anak-anak sampai dengan mahasiswa. Akan tetapi, banyaknya aplikasi belajar online membuat orang tua atau seseorang yang ingin belajar online melalui aplikasi tersebut menjadi bingung untuk menentukan pilihan yang tepat. Untuk melakukan pemilihan, pengguna harus mengetahui satu per satu aplikasi belajar online mengenai spesifikasi dan fitur-fitur yang ditawarkan. Sehingga, cara tersebut menimbulkan permasalahan yaitu pengguna sulit dalam menentukan pilihannya dan membutuhkan waktu yang lama. Untuk memilih aplikasi belajar online memerlukan kejelian dan ketepatan, karena kesalahan dalam pemilihan berpengaruh pada peningkatan akademik pengguna. Ini artinya pemilihan aplikasi belajar online yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan menjadi penting. Maka, diperlukan

sebuah perangkat lunak yang memiliki kemampuan untuk membantu merekomendasikan atau menentukan pemilihan aplikasi belajar online yang mudah dan tepat.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat dijelaskan sebagai sebuah perangkat lunak yang berbasis pengetahuan dengan fungsi sebagai alat bantu untuk memperoleh suatu keputusan maupun untuk menetapkan sebuah pilihan [4], [5]. Selain itu, SPK juga diartikan sebagai perangkat lunak untuk mendukung dalam penentuan keputusan yang didasari pada pemodelan melalui matematika dan statistika agar dapat memperoleh hasil penyelesaian keputusan secara cepat dan tepat [6]. SPK umumnya digunakan untuk menyelesaikan masalah yang bersifat semi terstruktur maupun tidak terstruktur dengan menyajikan informasi berupa rekomendasi opsi terbaik [7]. Terdapat penelitian terdahulu yang berhubungan dengan implementasi metode pengambilan keputusan dalam menyelesaikan permasalahan khususnya pada pemilihan aplikasi yang digunakan dalam pembelajaran. Diawali dari penelitian yang menerapkan pendekatan Simple Additive Weighting (SAW) yang dimanfaatkan untuk memilih media pembelajaran terbaik [8]. Pada penelitian ini, menghasilkan perhitungan SAW yang mampu menentukan alternatif teroptimal dengan penjumlahan terbobot untuk setiap kinerja alternatif yang ada. Namun, pada penelitian ini perhitungan SAW tersebut diimplementasikan pada Microsoft Excel, belum diterapkan pada aplikasi. Berikutnya, penelitian tentang sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk memilih media belajar online melalui metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) [9]. Pada penelitian ini, pendekatan TOPSIS menghasilkan solusi terbaik dengan didasari pada penilaian dari kedekatan jarak dari solusi ideal baik positif maupun negatif. Akan tetapi, pada penelitian ini belum terlihat penerapan aplikasinya, hanya perhitungan secara manual. Kemudian, terdapat penelitian mengenai pengembangan SPK dengan mengimplementasikan pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam memilih platform yang digunakan untuk pembelajaran [10]. Penelitian ini menghasilkan perhitungan AHP yang dapat menyelesaikan permasalahan keputusan melalui yang kompleks dengan menstrukturkan suatu hierarki kriteria. Namun, seperti halnya penelitian sebelumnya penelitian ini hanya melakukan perhitungan manual, belum menerapkannya menjadi aplikasi SPK.

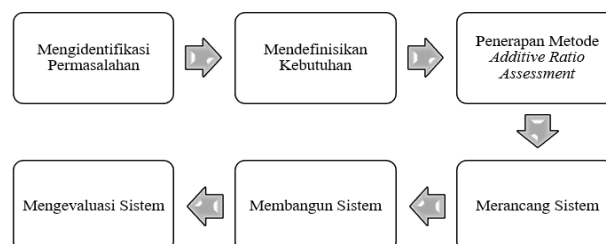
Pada kasus pengambilan keputusan, setiap alternatif memiliki nilai yang mempengaruhi hasil dari keputusan. Maka, nilai optimal dari setiap alternatif perlu diperhatikan untuk mendapatkan alternatif yang terbaik. Metode sebelumnya, belum mempertimbangkan nilai optimal pada dalam menentukan keputusan dari opsi-opsi yang ada. Untuk itu, yang membedakan antara penelitian ini dengan penelitian yang telah disebutkan sebelumnya yaitu penelitian ini memperhitungkan fungsi utilitas dari opsi yang ada dengan nilai fungsi utilitas optimum melalui pendekatan Additive Ratio Assessment (ARAS). Pendekatan ARAS bekerja berdasarkan prinsip intuitif, dimana setiap opsi harus mempunyai rasio terbesar dalam mendapatkan alternatif yang optimum [11]. Pendekatan ini memperhitungkan pengaruh relatif dari nilai dan bobot kriteria utama yang digunakan dalam mengidentifikasi alternatif terbaik, dimana hal tersebut berbanding lurus dengan nilai fungsi utilitas yang mendefinisikan efisiensi relatif dari kompleks alternatif yang terbaik [12]. Disamping itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pendukung keputusan dalam menyelesaikan masalah untuk memilih aplikasi belajar online berdasarkan kriteria dari pakar yang artikelnya telah di muat pada laman website <https://my-best.id/> [13]. Kriteria-kriteria yang digunakan antara lain kelengkapan materi, fitur aplikasi, metode pembelajaran, rating aplikasi dan biaya berlangganan.

Berdasarkan dari penjelasan sebelumnya, maka penelitian bertujuan untuk membangun sistem pendukung keputusan dengan menerapkan metode Additive Ratio Assessment (ARAS) untuk pemilihan aplikasi belajar online agar dapat memberikan rekomendasi yang tepat dan cepat. Metode ARAS mencari opsi terbaik didasari pada perbandingan fungsi utilitas dari alternatif terhadap nilai fungsi utilitas yang optimum. Agar sistem yang dikembangkan mudah digunakan dan dapat diakses kapan pun maka sistem dibangun dengan berbasis website.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan atau fase penelitian dapat dilihat sebagai strategi yang digunakan dalam melakukan penelitian yang diperlukan agar terencana serta terorganisir dengan baik [14]. Tahapan atau prosedur penelitian disusun secara sistematis agar tercapai apa yang menjadi tujuannya dalam melakukan penelitian. Alur langkah riset yang dijalankan peneliti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 mengilustrasikan prosedur atau alur penelitian. Langkah-langkah penelitian yang dijalankan secara lebih rinci dijelaskan sebagai berikut:

1) Mengidentifikasi Permasalahan

Tahap ini akan memeriksa setiap masalah atau batasan terkait yang ditemukan dalam studi kasus yang dilakukan untuk dapat diselesaikan [15]. Berdasarkan hasil wawancara ditemukan bahwa permasalahan utama dalam pemilihan aplikasi pembelajaran online adalah untuk memilih pengguna harus mengetahui aplikasi pembelajaran online yang ada mengenai profil dan fitur yang diberikan. Cara ini tentunya membutuhkan waktu yang lama untuk menentukan aplikasi pembelajaran online yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Maka, untuk menyelesaikan masalah ini memerlukan sebuah sistem yang dapat membantu merekomendasikan opsi terbaik untuk memilih aplikasi pembelajaran online yang mudah dan tepat.

2) Mendefinisikan Kebutuhan

Fase ini dimulai dengan menganalisis persyaratan sistem setelah diketahui masalah yang perlu diselesaikan. Untuk melakukan analisis kebutuhan perangkat lunak dibuat definisi kebutuhan berupa analisis kebutuhan fungsional [16]. Output dari hasil ini adalah berupa pernyataan terkait fitur-fitur yang ditawarkan oleh sistem dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang ada. Hasil analisis kebutuhan fungsional pada penelitian ini diantaranya: sistem dapat mengolah data kriteria, data alternatif, dan data nilai alternatif, mengolah perhitungan menggunakan metode ARAS, dan menampilkan alternatif terbaik dalam bentuk perankingan.

3) Penerapan Metode Additive Ratio Assessment

Kasus pemilihan aplikasi belajar online melibatkan penyelesaian multi kriteria dimana metode Additive Ratio Assessment (ARAS) merupakan satu diantara beberapa pendekatan yang dapat digunakan. Metode ARAS melakukan penyelesaian keputusan melalui pemberian nilai fungsi utilitas untuk mendapatkan efisiensi relatif kompleks dari opsi yang ada sehingga akan berbanding lurus terhadap dampak efek relatif pada nilai serta bobotnya yang digunakan dalam menentukan solusi. Hasil akhir dari perhitungan metode ARAS berupa perankingan alternatif untuk memudahkan decision maker dalam menentukan keputusannya.

4) Merancang Sistem

Tahapan perancangan atau pemodelan sistem dalam format visual berguna untuk membantu pemahaman kebutuhan perangkat lunak. Tujuan dari fase ini yaitu agar diperoleh pemodelan sistem yang selanjutnya akan diubah menjadi sebuah sistem. Pemodelan yang digunakan use case diagram, agar dapat merepresentasikan sistem yang akan dibangun. Hal ini dilakukan agar fungsi-fungsi yang ada pada sistem serta hubungannya sistem dengan pengguna dapat terlihat.

5) Membangun Sistem

Proses ini disebut juga sebagai tahapan coding sistem atau mengimplementasikan sistem. Langkah implementasi ini mencoba mengubah desain sistem menjadi perangkat lunak [17]. Sistem SPK pemilihan aplikasi belajar online dikembangkan dengan berbasis website, maka digunakan Bahasa pemrograman yakni JavaScript dengan editor Notepad++ dengan database MySQL.

6) Mengevaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan dengan menguji sistem agar dapat diketahui kinerja dari sistem pendukung keputusan yang dikembangkan. Pengujian bertujuan untuk memastikan agar perangkat lunak yang dikembangkan mampu menyelesaikan tugas sesuai dengan yang telah direncanakan dan kebutuhan [18]. Hal ini dilakukan agar perangkat lunak tidak terdapat permasalahan dan kesalahan [19]. Pengujian yang digunakan melalui pengujian dengan usability testing, dimana tujuan dari pengujian ini yaitu untuk melakukan pengukuran tingkat pemahaman, kepuasan dan kemudahan dalam mengoperasikan sistem [20]. Pengujian ini merupakan bagian dari ISO 9126 yang berhubungan dengan penilaian kualitas sistem. Aspek usability yang diterapkan pada pengujian ini terdapat 4 (empat) sub-kriteria antara lain: understandability, learnability, operability dan attractiveness. Pada pengujian ini akan dilakukan pembagian kuesioner melalui pertanyaan-pertanyaan yang mengacu pada 4 (empat) sub-kriteria yang ada pada aspek Usability.

2.2 Metode Additive Ratio Assessment (ARAS)

Pada tahun 2010, Zavadskas dan Turskis pertama kali mempresentasikan metode Additive Ratio Assessment (ARAS) [21]. Pendekatan ARAS merupakan metodologi sistem pendukung keputusan yang memanfaatkan nilai fungsi utilitas agar dapat dipastikan hasil pengintegrasian alternatif optimal untuk dihitung sebelum dipergunakan sebagai data dasar dalam mendapatkan pilihan terbaik [22]. Metode ARAS bekerja berdasarkan prinsip intuitif bahwa alternatif seharusnya mempunyai rasio yang tinggi dalam memperoleh alternatif terbaik yang maksimal [11]. Pendekatan ARAS berdasarkan pada prinsip logis bahwasanya setiap alternatif harus memiliki rasio tertinggi untuk menghasilkan opsi terbaik [23]. Pendekatan ini akan menghasilkan perankingan untuk memudahkan pengambil keputusan dalam menentukan opsi terbaik [24].

Pada metode ARAS terdapat langkah-langkah dalam penyelesaian keputusan, secara umum langkah-langkah tersebut antara lain:

1) Menentukan nilai kriteria, bobot, alternatif dan nilai optimum.

Pada tahap ini akan ditentukan kriteria-kriteria yang dijadikan sebagai acuan dalam memilih alternatif dan kriteria yang telah ditentukan itu akan ditentukan tingkat kepentingannya atau bobot kriteria. Setelah kriteria dan alternatif telah ditentukan kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai optimum. Penentuan nilai optimum

(X_{0j}) didapatkan dengan mempertimbangkan tipe kriteria, apakah kriteria tersebut benefit atau cost. Tipe benefit adalah kriteria yang mengutamakan nilai maksimal, sebaliknya tipe cost mengutamakan nilai minimal. Untuk nilai optimum didapatkan melalui persamaan (1) untuk kriteria benefit dan untuk kriteria cost digunakan persamaan (2)

$$X_{0j} = \frac{\text{Max}}{1} \quad (1)$$

$$X_{0j} = \frac{1}{\text{Min}} \quad (2)$$

dimana, X_{0j} menunjukkan nilai optimum dari kriteria j.

- 2) Memasukkan seluruh atribut pada matriks keputusan
Langkah selanjutnya yakni memasukkan atribut pada seluruh alternatif termasuk nilai optimum pada matrik keputusan menggunakan persamaan (3).

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

dimana, m menunjukkan jumlah alternatif, n menunjukkan jumlah kriteria, X_{ij} adalah nilai kinerja alternatif i terhadap kriteria j dan X_{0j} menunjukkan nilai optimum dari kriteria j.

- 3) Menyusun matrik yang dinormalisasi untuk seluruh kriteria.
Tujuan dari proses ini adalah untuk menyatukan seluruh atribut pada matriks agar mendapatkan nilai yang seragam. Matriks ternormalisasi dapat diperoleh dengan dihitung melalui persamaan (4) untuk kriteria benefit dan persamaan (5) untuk kriteria cost.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (5)$$

- 4) Mendapatkan nilai matriks normalisasi terbobot.
Tahapan berikutnya yakni membuat matriks ternormalisasi dengan bobotnya menggunakan perhitungan persamaan (6).

$$D_{ij} = x_{ij} \times w_{ij} \quad (6)$$

- 5) Menghitung nilai optimal serta nilai utilitas.
Selanjutnya, melakukan perhitungan nilai optimal yang didapatkan dengan menghitungnya berdasarkan persamaan (7).

$$S_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (8)$$

dimana, S_i menunjukkan nilai fungsi optimum pada alternatif i.

Setelah didapatkan nilai S_i , kemudian selanjutnya akan dicari nilai utilitasnya menggunakan persamaan (8).

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad (9)$$

dimana, S_i dan S_0 menunjukkan jumlah kriteria optimum, sedangkan K_i menunjukkan nilai utilitas untuk tiap alternatif. Alternatif yang terbaik yaitu alternatif dengan hasil nilai K_i yang paling tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penyelesaian studi kasus pemilihan aplikasi belajar online dengan menerapkan pendekatan Additive Ratio Assessment (ARAS), maka sebelumnya ditentukan terlebih dahulu kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Kriteria untuk melakukan pemilihan aplikasi belajar online berdasarkan kriteria dari pakar dengan mengacu pada artikelnya di laman website <https://my-best.id/> [13]. Kriteria-kriteria yang digunakan antara lain Kelengkapan Materi, Fitur Aplikasi, Metode Pembelajaran, Rating Aplikasi dan Biaya Berlangganan. Berpedomana pada kriteria-kriteria tersebut, maka Langkah berikutnya yaitu menentukan penilaian serta nilai bobotnya untuk masing-masing nilai pada kriteria agar pada tahap perhitungan selanjutnya akan lebih mudah. Hasil dari kriteria, penentuan rentang penilaian kriteria serta nilai pembobotan pada setiap kriteria ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Yang Digunakan

ID Kriteria	Nama Kriteria	Penilaian	Bobot Nilai
C1	Kelengkapan Materi	Tidak lengkap	1
		Cukup lengkap	2

ID Kriteria	Nama Kriteria	Penilaian	Bobot Nilai
C2	Fitur Aplikasi	Lengkap	3
		Sangat Lengkap	4
		< 2 Fitur Pembelajaran	1
		>= 2 Fitur Pembelajaran dan < 4 Fitur Pembelajaran	2
		>= 4 Fitur Pembelajaran dan < 6 Fitur Pembelajaran	3
C3	Metode Pembelajaran	>= 6 Fitur Pembelajaran	4
		Tidak Beragam	1
		Cukup Beragam	2
		Beragam	3
		Sangat beragam	4
C4	Rating Aplikasi	<4.2	1
		>= 4.2 dan < 4,5	2
		>= 4,5 dan < 4,8	3
		>= 4.8	4
C5	Biaya Berlangganan	<500.000	1
		>= 500.000 dan < 1.000.000	2
		>= 1.000.000 dan < 1.500.000	3
		>= 1.500.000	4

Pada Tabel 1 menunjukkan kriteria, penilaiannya serta pembobotannya yang nantinya digunakan untuk melakukan pemilihan aplikasi belajar online. Langkah berikutnya yaitu menetapkan tingkat kepentingan atau bobot untuk setiap kriteria yang ada. Pembobotan pada setiap kriteria ini ditentukan oleh pengambil keputusan disesuaikan dengan tingkat kepentingannya masing-masing. Selain itu, pada tahap ini juga ditentukan tipe kriterianya apakah benefit (mengutamakan nilai tertinggi) atau cost (mengutamakan nilai terendah). Jika dilihat dari kriteria yang ada maka untuk kriteria benefit diantaranya yaitu: Kelengkapan Materi (C1), Fitur Aplikasi (C2), Metode Pembelajaran (C3) dan Rating Aplikasi (C4). Sedangkan untuk kriteria cost yaitu Biaya Berlangganan (C5). Pada studi kasus ini, pembobotan yang digunakan serta tipe kriterianya disusun di Tabel 2.

Tabel 2. Tipe Kriterianya Serta Bobotnya

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Tipe Kriteria	Pembobotan
C1	Material Completeness	Benefit	20 %
C2	Application Features	Benefit	30 %
C3	Learning Methods	Benefit	15 %
C4	App Ratings	Benefit	15 %
C5	Subscription Fee	Cost	20 %

Tahap berikutnya melibatkan penentuan alternatif yang digunakan dalam pemilihan aplikasi pembelajaran online. Sebagai contoh, pada kasus ini alternatif yang akan dipertimbangkan diantaranya: Udemy (A1), Kelaskita (A2), Zenius (A3), dan Ruangguru (A4). Setelah alternatif-alternatif ini ditetapkan, kemudian akan dinilai berdasarkan kriterianya yang disesuaikan dengan masing-masing alternatif. Pada studi kasus ini didapatkan hasil penilaian pada setiap opsi yang diperlihatkan di Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Setiap Alternatif

ID Alternatif	Nama Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Udemy	Sangat Lengkap	3 Fitur	Cukup Beragam	4,6	1.800.000
A2	Kelaskita	Lengkap	6 Fitur	Beragam	4,8	1.450.000
A3	Zenius	Lengkap	5 Fitur	Sangat Beragam	4,7	650.000
A4	Ruangguru	Sangat Lengkap	5 Fitur	Beragam	4,8	700.000

Pada Tabel 3 menunjukkan penilaian setiap opsi yang ada pada kriterianya masing-masing. Kemudian, nilai-nilai tersebut akan dikonversi sesuai dengan bobot nilai yang ada pada Tabel 1. Hal ini dilakukan agar mempermudah dalam menyelesaikan studi kasus ini dengan pendekatan ARAS. Penilaian berdasarkan bobot setiap alternatifnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penilaian Bobot Setiap Alternatif

ID Alternatif	Nama Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Udemy	4	2	2	3	4
A2	Kelaskita	3	4	3	4	3
A3	Zenius	3	3	4	3	2

ID Alternatif	Nama Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A4	Ruangguru	4	3	3	4	2

Pada Tabel 4, dapat dilihat hasil dari konversi nilai untuk setiap alternatif yang pada tahap berikutnya akan diproses dengan mengimplementasikan metode ARAS untuk mencari alternatif terbaik. Langkah perhitungan metode ARAS diawali dengan mencari nilai optimum (X_0) melalui persamaan (1) apabila kriterianya benefit dan persamaan (2) apabila kriterianya cost. Berdasarkan pada Tabel 2, terdapat kriteria benefit yaitu Kelengkapan Materi (C1), Fitur Aplikasi (C2), Metode Pembelajaran (C3) dan Rating Aplikasi (C4). Sedangkan kriteria cost yakni Biaya Berlangganan (C5). Nilai atribut tiap-tiap alternatif didapatkan dari nilai konversi alternatif yang ada pada Tabel 4, sehingga didapatkan nilai optimum (X_0) yaitu {4; 4; 4; 4; 2}. Setelah nilai optimum didapatkan kemudian dilanjutkan dengan memasukkan seluruh atribut ke dalam matriks keputusan sesuai dengan persamaan (3). Hasil matriks keputusan awal adalah sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 3 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$

Kemudian tahap selanjutnya yaitu melakukan normalisasi dari matriks awal yang telah diperoleh. Untuk menormalisasikan matriks keputusan dapat diperoleh melalui persamaan (4) untuk kriteria benefit dan persamaan (5) untuk kriteria cost. Proses perhitungan untuk mendapatkan matriks keputusan yang telah dinormalisasi adalah sebagai berikut:

$$X_{01} = \frac{4}{4 + 4 + 3 + 3 + 4} = 0.2222$$

$$X_{11} = \frac{4}{4 + 4 + 3 + 3 + 4} = 0.2222$$

$$X_{21} = \frac{3}{4 + 4 + 3 + 3 + 4} = 0.1667$$

$$X_{31} = \frac{3}{4 + 4 + 3 + 3 + 4} = 0.1667$$

$$X_{41} = \frac{4}{4 + 4 + 3 + 3 + 4} = 0.2222$$

Proses penghitungan ini dilakukan pada setiap atribut hingga mencapai X_{45} , sehingga semua atribut telah dinormalisasi. Setelah semua atribut dinormalisasi, langkah selanjutnya adalah menyusunnya dalam bentuk matriks yang sudah dilakukan normalisasi seperti berikut:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0.2222 & 0.2500 & 0.2500 & 0.2222 & 0.2400 \\ 0.2222 & 0.1250 & 0.1250 & 0.1667 & 0.1200 \\ 0.1667 & 0.2500 & 0.1875 & 0.2222 & 0.1600 \\ 0.1667 & 0.1875 & 0.2500 & 0.1667 & 0.2400 \\ 0.2222 & 0.1875 & 0.1875 & 0.2222 & 0.2400 \end{bmatrix}$$

Berikutnya, yaitu menentukan matriks keputusan normalisasi terbobot. Pada langkah ini matriks keputusan yang ternormalisasi akan dikali dengan bobot masing-masing kriteria berdasarkan persamaan (6). Nilai bobotnya mengacu pada Tabel 2, sehingga proses hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$D_{01} = 0.2222 \times 0.20 = 0.0444$$

$$D_{11} = 0.2222 \times 0.20 = 0.0444$$

$$D_{21} = 0.1667 \times 0.20 = 0.0333$$

$$D_{31} = 0.1667 \times 0.20 = 0.0333$$

$$D_{41} = 0.2222 \times 0.20 = 0.0444$$

Proses penghitungan ini dilakukan pada setiap atribut hingga mencapai D_{45} , sehingga semua atribut sudah dilakukan normalisasi melalui perkalian dengan bobot setiap kriteria. Setelah semua atribut telah dinormalisasikan dengan bobot masing-masing, selanjutnya membuat matriks normalisasi terbobot sebagai berikut:

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} 0.0444 & 0.0750 & 0.0375 & 0.0333 & 0.0480 \\ 0.0444 & 0.0375 & 0.0188 & 0.0250 & 0.0240 \\ 0.0333 & 0.0750 & 0.0281 & 0.0333 & 0.0320 \\ 0.0333 & 0.0563 & 0.0375 & 0.0250 & 0.0480 \\ 0.0444 & 0.0563 & 0.0281 & 0.0333 & 0.0480 \end{bmatrix}$$

Setelah sudah mendapatkan matriks keputusan ternormalisasi terbobot dilanjutkan dengan mencari nilai optimal (S_i) melalui persamaan (7). Proses perhitungan mencari nilai S_i adalah sebagai berikut:

$$S_0 = 0.0444 + 0.0750 + 0.0375 + 0.0333 + 0.0480 = 0.2383$$

$$S_1 = 0.0444 + 0.0375 + 0.0188 + 0.0250 + 0.0240 = 0.1497$$

$$S_2 = 0.0333 + 0.0750 + 0.0281 + 0.0333 + 0.0320 = 0.2018$$

$$S_3 = 0.0333 + 0.0563 + 0.0375 + 0.0250 + 0.0480 = 0.2001$$

$$S_4 = 0.0444 + 0.0563 + 0.0281 + 0.0333 + 0.0480 = 0.2102$$

Proses selanjutnya yakni mencari nilai derajat utilitas (K_i) dengan persamaan (8). Perhitungan derajat utilitas (K_i) dapat dilihat pada proses dibawah ini:

$$K_1 = \frac{0.1497}{0.2383} = 0.6282$$

$$K_2 = \frac{0.2018}{0.2383} = 0.8469$$

$$K_3 = \frac{0.2001}{0.2383} = 0.8397$$

$$K_4 = \frac{0.2102}{0.2383} = 0.8819$$

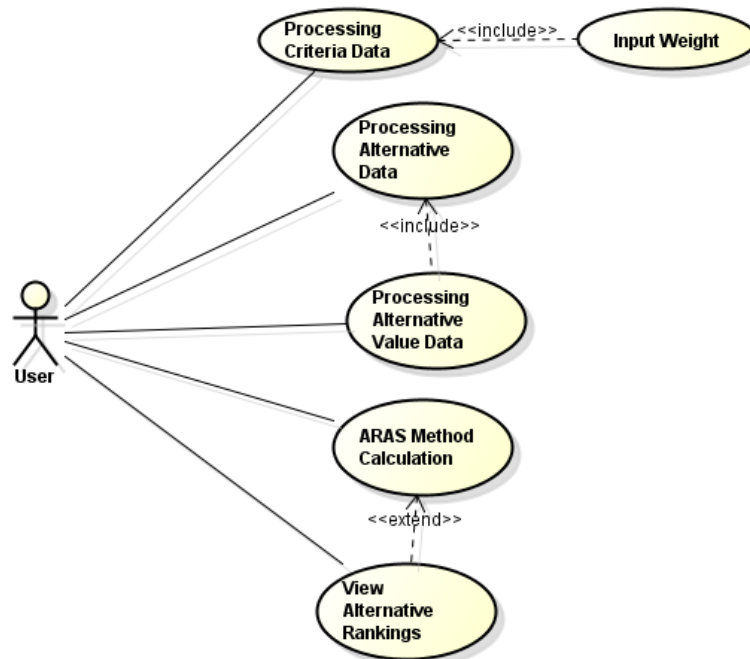
Setelah mendapatkan nilai hasil utilitas (K_i), maka didapatkan alternatif terbaik yang dapat dilihat dari nilai utilitas (K_i) tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan nilai utilitas (K_i) kemudian disusun perangkingan dari alternatif dengan utilitas tertinggi hingga terendah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Peringkat Utilitas Pada Masing-Masing Alternatif

ID Alternatif	Nama Alternatif	Nilai Utilitas	Perangkingan
A4	Ruangguru	0.8819	1
A2	Kelaskita	0.8469	2
A3	Zenius	0.8397	3
A1	Udemy	0.6282	4

Pada Tabel 5, didapatkan nilai utilitas yang tertinggi yaitu Ruangguru (A4) dengan nilai 0.8819, kemudian diikuti oleh Kelaskita (A2) mendapatkan nilai 0.8469, Zenius (A3) mendapatkan nilai 0.8397 dan Udemy (A1) mendapatkan nilai 0.6282. Dengan demikian, Ruangguru (A4) menjadi opsi terbaik dalam studi kasus ini.

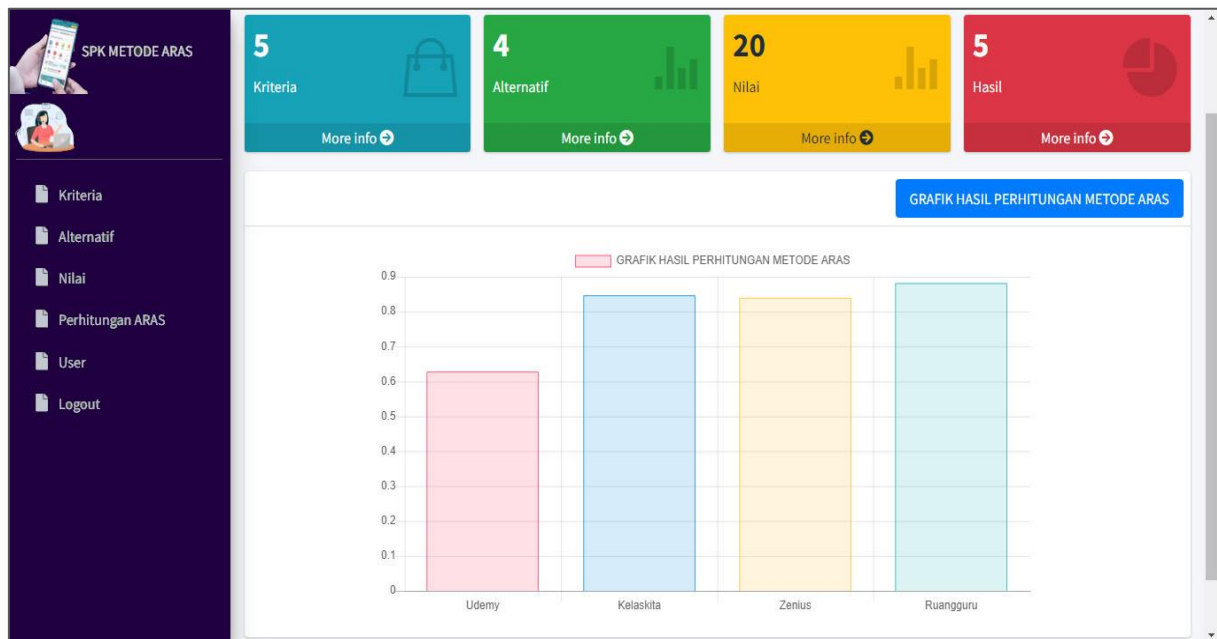
Sebelum sistem pendukung keputusan yang dibangun diimplementasikan maka dilakukan perancangan sistem terlebih dahulu untuk memodelkan sistem agar memudahkan pemahaman terhadap kebutuhan perangkat lunak. Rancangan sistem dibuat dengan menerapkan pemodelan melalui use case diagram. Pada pemodelan ini akan divisualisasikan hubungan serta interaksi antar aktor dan sistem. Use case diagram untuk SPK pemilihan aplikasi belajar online dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Use Case Diagram Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Aplikasi Belajar Online

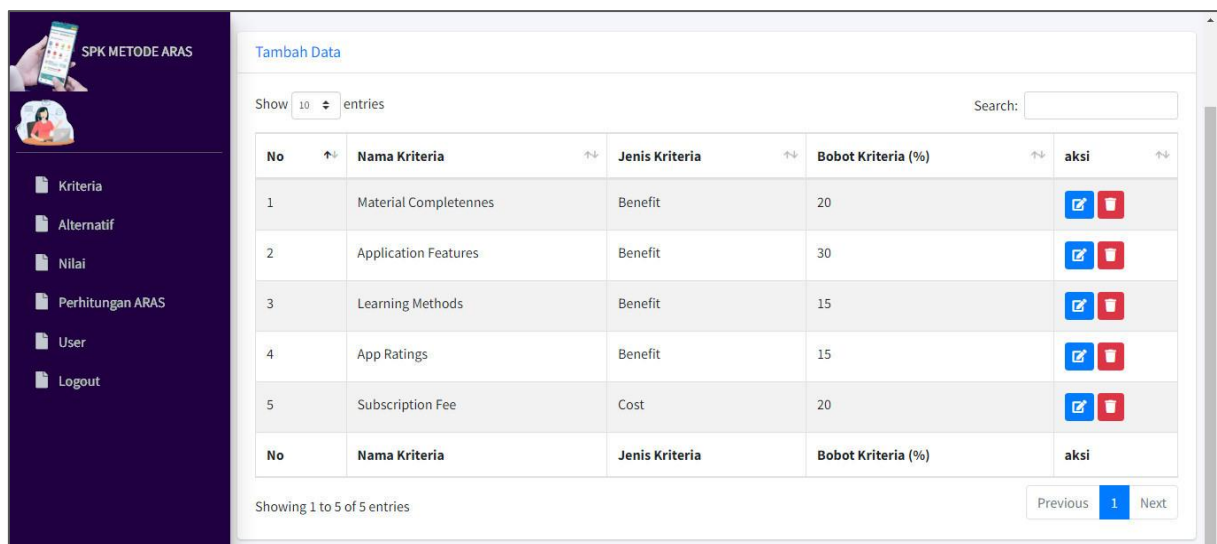
Pada Gambar 3 terlihat use case diagram, dimana pengguna di sistem ini dapat mengolah data kriteria, mengolah data alternatif, mengolah data nilai alternatif, melakukan perhitungan dengan metode ARAS serta dapat melihat hasil ranking alternatif. Selanjutnya, pemodelan tersebut direalisasikan dalam bentuk sistem melalui

proses pengkodean. Sistem SPK pemilihan aplikasi belajar online dibuat dengan berbasis website, sehingga digunakan programming language yakni JavaScript melalui editor Notepad++ dengan database MySQL. Untuk mengakses SPK pemilihan aplikasi belajar online pengguna dapat masuk melalui form login. Setelah pengguna dapat masuk kedalam sistem, maka akan tampil antarmuka menu utama yang terlihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Antarmuka Form Utama SPK Pemilihan Aplikasi Belajar Online

Gambar 4 menampilkan menu utama dengan fitur-fitur utamanya seperti menu kriteria, alternatif, penilaian alternatif dan perhitungan ARAS. Pada sistem ini, agar pengguna dapat melakukan pemilihan aplikasi belajar online terlebih dahulu pengguna memproses data kriteria melalui menu kriteria. Pada menu tersebut pengguna bisa melaksanakan pekerjaan seperti menambah data, pengubahan data dan penghapusan data kriteria. Tampilan untuk fitur kriteria ini divisualisasikan pada Gambar 5.



No	Nama Kriteria	Jenis Kriteria	Bobot Kriteria (%)	aksi
1	Material Completeness	Benefit	20	
2	Application Features	Benefit	30	
3	Learning Methods	Benefit	15	
4	App Ratings	Benefit	15	
5	Subscription Fee	Cost	20	

Gambar 5. Antarmuka Fitur Mengolah Data Kriteria

Pada Gambar 5, menunjukkan tampilan fitur mengolah data kriteria, setelah kriteria telah ditambahkan kemudian dilanjutkan dengan memproses data alternatif pada fitur alternatif. Fitur alternatif memiliki fungsi untuk memasukkan, mengubah dan hapus data alternatif yang digunakan untuk pemilihan. Tahap selanjutnya, yaitu memproses nilai alternatif pada fitur nilai. Fitur ini digunakan untuk mengelola data nilai baik menambahkan, menghapus atau mengubahnya. Setelah semua nilai-nilai pada alternatif telah dimasukkan, maka proses perhitungan dengan metode ARAS dapat dilakukan. Pengguna dapat melihat proses perhitungan metode ARAS melalui fitur perhitungan ARAS. Pada fitur ini akan ditampilkan langkah-langkah perhitungannya sampai dengan rekomendasi alternatif terbaik melalui hasil ranking alternatif. Visualisasi antarmuka fitur perhitungan ARAS terlihat di Gambar 6.

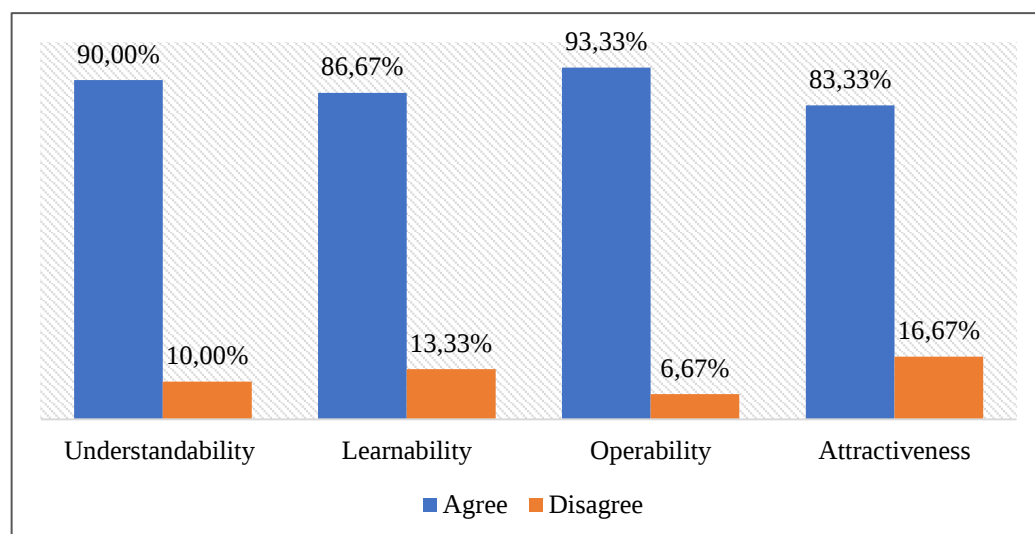
Nilai Optimum dan Nilai Utilitas								
No	Alternatif	Material Completeness	Application Features	Learning Methods	App Ratings	Subscription Fee	Nilai Optimum (S _i)	Nilai Utilitas (K _i)
-	Bobot	20 % (Benefit)	30 % (Benefit)	15 % (Benefit)	15 % (Benefit)	20 % (Cost)		
	A0	0.0444444444444	0.075	0.0375	0.0333333333333	0.048	0.238277777778	
1	Udemy	0.0444444444444	0.0375	0.01875	0.025	0.024	0.149694444444	0.628235019816
2	Kelaskita	0.0333333333334	0.075	0.028125	0.0333333333333	0.032	0.201791666667	0.846875728609
3	Zenius	0.0333333333334	0.05625	0.0375	0.025	0.048	0.200083333333	0.839706225225
4	Ruangguru	0.0444444444444	0.05625	0.028125	0.0333333333333	0.048	0.210152777778	0.881965493122

Rangking		
No	Nama	Nilai Utilitas
1	Ruangguru	0.881965493122
2	Kelaskita	0.846875728609
3	Zenius	0.839706225225
4	Udemy	0.628235019816

Gambar 6. Antarmuka Hasil Perhitungan Metode ARAS

Terlihat pada Gambar 6, bahwa perhitungan dengan metode ARAS yang dihasilkan oleh sistem menunjukkan bahwa nilai tertinggi yaitu Ruangguru (A4) memperoleh nilai 0.8819, kemudian diikuti oleh Kelaskita (A2) memperoleh nilai 0.8469, Zenius (A3) memperoleh nilai 0.8397 dan Udemy (A1) memperoleh nilai 0.6282. Perhitungan tersebut memperlihatkan hasil yang diperoleh pada SPK yang dikembangkan dengan perhitungan dengan manual memperoleh hasil yang sama. Hal ini berarti bahwa SPK pemilihan aplikasi belajar online yang dibangun output perhitungannya dikatakan valid.

Selanjutnya sistem pendukung keputusan yang dikembangkan dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem telah layak untuk digunakan. Pengujian yang digunakan yaitu melalui usability testing. Aspek usability yang digunakan antara lain: understandability, learnability, operability dan attractiveness. Dari aspek-aspek tersebut disusun 10 butir pertanyaan digunakan untuk kuesioner. Skala yang digunakan untuk kuesioner tersebut adalah skala Guttman, dimana pada skala ini bersifat ekstrim dengan dua jawaban yakni setuju atau tidak setuju. Kemudian, kuesioner tersebut dibagikan kepada 30 orang dengan rincian 20 orang pelajar dan 10 orang orangtua. Hasil dari usability testing selanjutnya dihitung jumlah persentase responden yang menjawab setuju dan tidak setuju, kemudian untuk memudahkan dalam melihat hasilnya maka dibuat grafik hasil pengujian yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Usability Testing

Jika dilihat hasil grafik hasil uji yang terdapat pada Gambar 7 menunjukkan bahwasanya responden dengan jawaban setuju pada aspek understandability memperoleh nilai 90%, learnability memperoleh nilai 86,67%,



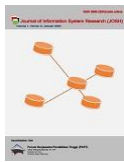
operability memperoleh nilai 93,33% dan attractiveness memperoleh nilai 83,33%. Apabila dilakukan perhitungan secara rata-rata nilai maka hasil dari usability testing mendapatkan nilai sebesar 88,33%. Hasil uji tersebut kemudian dikonversikan kedalam penilaian dengan pedoman sebagai berikut: Baik, apabila didapatkan rentang nilai 76% sampai dengan 100%; Cukup, apabila didapatkan rentang nilai 56% sampai dengan 75%; Kurang Baik, apabila didapatkan rentang nilai 40% hingga 55%, dan Tidak Baik, apabila didapatkan nilai dibawah 40% [25]. Berdasarkan pedoman penilaian tersebut, maka sistem pendukung keputusan pemilihan aplikasi belajar online ini masuk pada kriteria baik. Ini artinya SPK pemilihan aplikasi belajar online yang dibangun setiap fungsionalitasnya dinilai mudah untuk digunakan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengembangkan sistem pendukung keputusan pada pemilihan aplikasi belajar online dengan menerapkan pendekatan Additive Ratio Assessment (ARAS). Metode ARAS mencari opsi terbaik didasari pada perbandingan fungsi utilitas dari alternatif terhadap nilai fungsi utilitas yang optimum. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan dengan menggunakan metode ARAS menghasilkan alternatif terbaik adalah Ruangguru (A4) dengan nilai 0.8819, kemudian diikuti oleh Kelaskita (A2) dengan nilai 0.8469, Zenius (A3) dengan nilai 0.8397 dan Udemy (A1) dengan nilai 0.6282. SPK pemilihan aplikasi belajar online telah menghasilkan proses kalkulasi metode ARAS yang valid, hal ini karena perhitungan yang diperoleh oleh sistem pendukung keputusan dengan perhitungan manual memperoleh nilai yang tidak berbeda. Kemudian, pada hasil pengujian usability menghasilkan nilai rata-rata sebesar 88,33%. Hal ini menunjukkan bahwa bahwa sistem yang dikembangkan setiap fungsionalitasnya dinilai mudah untuk digunakan. Untuk meningkatkan penelitian ini, maka ada beberapa peningkatan yang dapat dijadikan sebagai saran untuk penelitian kedepan. Salah satunya yaitu dengan membandingkan metode ARAS dengan metode multi-kriteria lainnya untuk mendapatkan pendekatan yang teroptimal pada studi kasus pemilihan aplikasi belajar online. Selain itu, untuk memudahkan akses user sistem pendukung keputusan ini dapat dikembangkan dengan berbasis iOS ataupun Android sehingga pengguna dapat langsung menjalankannya melalui smartphone tanpa perlu menggunakan browser.

REFERENCES

- [1] Y. Here, *Tips Pembelajaran Online yang Mengasyikkan*. Yogyakarta: Elementa Media, 2021.
- [2] A. Amarulloh, *Pembelajaran Mandiri Belajar Online Selama dan Pasca Covid-19 (Tips, Motivasi, Rancangan, Konsep, dan Strategi)*. Klaten: Penerbit Lakeisha, 2022.
- [3] S. Rahmat, *Manajemen Sumber Daya Manusia Bidang Pendidikan: Teori dan Praktek*. Tasikmalaya: Edu Publisher, 2021.
- [4] R. I. Borman, D. A. Megawaty, and A. Attohiroh, "Implementasi Metode TOPSIS Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Biji Kopi Robusta Yang Bernilai Mutu Ekspor (Studi Kasus: PT. Indo Cafco Fajar Bulan Lampung)," *Fountain Informatics J.*, vol. 5, no. 1, pp. 14–20, 2020, doi: 10.21111/fij.v5i1.3828.
- [5] F. J. Roberts, *Decision Support Systems: Types, Advantages and Disadvantages*. New York: Nova Science Publishers, 2021.
- [6] R. I. Borman, M. Mayangsari, and M. Muslihudin, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Lokasi Perumahan Di Pringsewu Selatan Menggunakan Fuzzy Multiple Attribute Decision Making," *JTKSI (Jurnal Teknol. Komput. dan Sist. Informasi)*, vol. 01, no. 01, pp. 5–9, 2018, doi: 10.56327/jtksi.v1i1.874.
- [7] R. I. Borman and H. Fauzi, "Penerapan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Beasiswa Siswa Berprestasi Pada SMK XYZ," *CESS J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 17–22, 2018.
- [8] T. Trisnawati, D. Puastuti, and L. Soleha, "Penggunaan Metode SAW Dalam Pemilihan Media Pembelajaran Yang Efektif," *J. Penelit. Ilmu Pendidik.*, vol. 13, no. 1, pp. 72–84, 2020.
- [9] T. I. Santosa and R. Sari, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Media Pembelajaran Online Menggunakan Metode TOPSIS," *Remik Ris. dan E-Jurnal Manaj. Inform. Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 94–100, 2020.
- [10] A. E. Ayuningtyas, A. Mukhayaroh, and S. Samudi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Platform Bimbingan Belajar Online Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)," *Bianglala Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 61–65, 2021.
- [11] I. Nanda, R. Jafar Rumandan, and A. Aristo Jansen Sinlae, "Implementation of Additive Ratio Assessment (ARAS) in Decision Support Systems for Wi-Fi Repeater Selection," *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 50–63, 2022, doi: 10.33086/atcsj.v5i2.3738.
- [12] D. Meidelfi, R. Idmayanti, F. Maulidani, M. Ilham, and F. A. Muhlis, "Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in The Selection of Popular Mobile Games," *Int. J. Adv. Sci. Comput. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 56–66, 2022.
- [13] G. P. Jati, "10 Rekomendasi Aplikasi Belajar Online Terbaik (Terbaru Tahun 2023)," *mybest.id*, 2023. <https://mybest.id/138459>
- [14] R. I. Borman, A. T. Priandika, and A. R. Edison, "Implementasi Metode Pengembangan Sistem Extreme Programming (XP) pada Aplikasi Investasi Peternakan," *JUSTIN (Jurnal Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 272–277, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i3.40273.
- [15] R. D. Gunawan, R. Napianto, R. I. Borman, and I. Hanifah, "Penerapan Pengembangan Sistem Extreme Programming Pada Aplikasi Pencarian Dokter Spesialis di Bandar Lampung Berbasis Android," *J. Format*, vol. 8, no. 2, pp. 148–157, 2019.
- [16] I. Ahmad, A. T. Prastowo, E. Suwarni, and R. I. Borman, "Pengembangan Aplikasi Online Delivery Sebagai Upaya



- Untuk Membantu Peningkatan Pendapatan,” JMM (Jurnal Masy. Mandiri), vol. 5, no. 6, pp. 4–12, 2021.
- [17] M. Akbar, Q. Quraysh, and R. I. Borman, “Otomatisasi Pemupukan Sayuran Pada Bidang Hortikultura Berbasis Mikrokontroler Arduino,” J. Tek. dan Sist. Komput., vol. 2, no. 2, pp. 15–28, 2021.
- [18] Y. Fernando, R. Napianto, and R. I. Borman, “Implementasi Algoritma Dempster-Shafer Theory Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Psikologis Gangguan Kontrol Impuls,” Insearch (Information Syst. Res. J., vol. 2, no. 2, pp. 46–54, 2022.
- [19] R. I. Borman and M. Wati, “Penerapan Data Maining Dalam Klasifikasi Data Anggota Kopdit Sejahtera Bandarlampung Dengan Algoritma Naïve Bayes,” J. Ilm. Fak. Ilmu Komput., vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2020.
- [20] M. I. Farouqi, I. Aknuranda, and A. D. Herlambang, “Evaluasi Usability Pada Aplikasi UBER Menggunakan Pengujian Usability,” J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 2, no. 9, pp. 2599–2606, 2018.
- [21] A. Aswar, A. Anto, and H. Hamria, “Decisions Support System About The Granting Aid of Machinery Ketinting for The Fisher From Bajo Village Uses The Method Additive Ratio Assessment,” Explor. J. Comput. Sci. Inf. Technol., vol. 3, no. 1, pp. 7–14, 2023.
- [22] S. R. Cholil and E. S. Prisiswo, “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Calon Karyawan Baru PT. Dawam Prima Perkasa Menggunakan Metode Aras Berbasis Web,” J. Rekayasa Sist. dan Ind., vol. 7, no. 2, pp. 106–114, 2020.
- [23] S. Susliansyah, H. Sumarno, H. Priyon, L. Maulida, and F. Indriyani, “Application of A Decision Support System on Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Determining Best-Selling Korean Snacks,” Int. J. Inf. Syst. Technol., vol. 6, no. 4, pp. 469–476, 2022.
- [24] V. Sihombing et al., “Additive Ratio Assessment (ARAS) Method for Selecting English Course Branch Locations,” J. Phys. Conf. Ser., vol. 1933, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1933/1/012070.
- [25] R. I. Borman and Y. Purwanto, “Impelementasi Multimedia Development Life Cycle pada Pengembangan Game Edukasi,” JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 5, no. 2, pp. 119–124, 2019.