

Multiple Criteria Decision Analysis Menggunakan Additive Ratio Assessment Pada Pemilihan Uninterruptible Power Supply (UPS)

Bentar Priyopradono¹

¹Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH
Jalan Jend. A. Yani No.1, Kebun Ros, Teluk Segara, Bengkulu 38115, Indonesia
bentarpriyopradono@gmail.com¹

Diterima: 31 Jul 2022 | Direvisi: 24 Aug 2022

Disetujui: 27 Aug 2022 | Dipublikasi: 31 Aug 2022

Abstrak

Uninterruptible Power Supply (UPS) menjadi perangkat yang penting, karena memiliki fungsi sebagai pemasok arus listrik jika arus listrik dari PLN padam secara tiba-tiba. Meningkatnya jumlah perusahaan teknologi informasi dan komunikasi, kantor layanan umum, serta institusi berbasis data lainnya membuat UPS semakin penting. Akan tetapi, saat ini telah beredar berbagai produk UPS yang menawarkan kemampuan dan spesifikasi yang beragam. Untuk itu, perlu kejelian dalam pemilihan produk UPS agar sesuai dengan kebutuhan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membangun sistem pendukung keputusan melalui penyelesaian *Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)* dengan pendekatan *Additive Ratio Assessment (ARAS)* untuk pemilihan UPS, agar menghasilkan sistem yang mampu membantu untuk pengambilan keputusan pemilihan UPS yang tepat serta sesuai kebutuhan. Metode ARAS digunakan sebagai model yang dapat melakukan pemilihan alternatif terbaik yang didasari oleh tingkat utilitas pada masing-masing alternatif untuk menentukan alternatif terbaik. Dari hasil uji dengan *black-box testing* memperlihatkan bahwa sistem yang dikembangkan sudah berjalan dengan baik. Selain itu, sistem dapat menghasilkan perhitungan dengan metode ARAS yang valid karena hasilnya sesuai dengan perhitungan manual.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan, MCDA, ARAS

Abstract

Uninterruptible Power Supply (UPS) is an important device, because it has a function as a supplier of electric current if the electric current from PLN goes out suddenly. The increasing number of information

and communication technology companies, public service offices, and other data-based institutions makes UPS increasingly important. However, currently there are various UPS products that offer various capabilities and specifications. For this reason, carefulness is needed in the selection of UPS products to suit their needs. The purpose of this study is to build a decision support system through the completion of Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) with the Additive Ratio Assessment (ARAS) approach for the selection of UPS, in order to produce a system that is able to assist in making the right UPS selection decisions and as needed. The ARAS method is used as a model that can select the best alternative based on the utility level of each alternative to determine the best alternative. From the test results with black-box testing, it shows that the developed system has been running well. In addition, the system can generate calculations using the valid ARAS method because the results are in accordance with manual calculations.

Keywords: decision support systems, MCDA, ARAS

I. PENDAHULUAN

Melalui perkembangan teknologi, segala aktivitas pekerjaan pada berbagai bidang telah memanfaatkan komputer. Akan tetapi, komputer membutuhkan sumber listrik untuk dapat bekerja, jika listrik padam maka komputer tidak dapat digunakan. Hal ini menyebabkan pekerjaan akan terkendala dan kerusakan pada komputer jika listrik tiba-tiba padam. Untuk itu, pada setiap perusahaan maupun instansi menggunakan *Uninterruptible Power Supply (UPS)* untuk mengatasi hal tersebut. Saat listrik pada secara mendadak, maka UPS

memiliki fungsi agar komputer dan perangkat elektornik lainnya tetap mendapatkan suplai listrik selama rentang waktu tertentu [1]. Sehingga, seseorang dapat melakukan penyimpanan data dan *backup* data penting yang telah dikerjakan sehingga dapat tersimpan dan tidak hilang. UPS merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi untuk menyuplai listrik apabila tidak mendapatkan aliran listrik karena terjadi listrik padam. Pada UPS dilengkapi dengan baterai yang menjadi sumber listrik utama perangkat tersebut [2]. UPS memberi waktu untuk mengalihkan daya atau mematikan perangkat seperti komputer dan *motherboard* agar tidak mudah rusak. Meningkatnya jumlah perusahaan teknologi informasi dan komunikasi, kantor layanan umum, serta institusi berbasis data lainnya membuat UPS semakin penting. Akan tetapi, saat ini telah beredar berbagai produk UPS yang menawarkan kemampuan dan spesifikasi yang beragam. Untuk itu, perlu kejelian dalam pemilihan produk UPS agar sesuai dengan kebutuhan. Jika memilih UPS yang tidak sesuai dengan apa yang dibutuhkan, maka akan mengganggu kinerja komputer dan pekerjaan yang dilakukan. Sehingga, perlu adanya sistem yang dapat memberikan rekomendasi dan membantu dalam mengambil keputusan untuk memilih UPS yang tepat. Permasalahan tersebut bisa terselesaikan melalui pengembangan sistem pendukung keputusan.

Sistem pendukung keputusan (SPK) merupakan perangkat lunak berbasis pengetahuan yang mampu merekomendasikan alternatif terbaik untuk menentukan sebuah keputusan [3]. SPK dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang semi terstruktur berdasarkan pemodelan dan melalui perhitungan matematis serta statistika untuk memperoleh solusi terbaik [4]. Dalam kasus pemilihan UPS, melibatkan beberapa kriteria dan beberapa alternatif dengan penilaian secara subjektif. Sehingga, penyelesaian dari masalah tersebut menggunakan pendekatan *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) atau *Multiple Attribute Decision Making* (MADM). Pendekatan MCDA mencari solusi terbaik dari beberapa alternatif yang didasari oleh sejumlah kriteria [5], [6]. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS). Metode ARAS merupakan pendekatan *multi criteria* yang didasari pada konsep pengambilan keputusan yang diperhitungkan dari tingkat utilitas melalui perbandingan nilai indeks seluruh alternatif dengan nilai indeks alternatif

optimalnya [7]. Secara konsep metode ARAS ini mirip dengan metode perangkingan seperti SAW atau TOPSIS [8].

Penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa penggunaan metode ARAS pada pengembangan SPK mendapatkan hasil yang baik dan mampu menghasilkan alternatif terbaik. Penelitian sebelumnya, mengenai penerapan metode ARAS pada seleksi calon karyawan baru pada PT. Dawam Prima Perkasa [9]. Pada penelitian ini berdasarkan pengujian dengan *rank spearman* didapatkan nilai mencapai 0,950, ini artinya metode ARAS mampu menemukan alternatif dengan baik. Penelitian lainnya, mengenai pemilihan Departemen terbaik menggunakan metode ARAS [10]. Pada penelitian ini, dapat memberikan rekomendasi alternatif terbaik dari beberapa alternatif dan kriteria. Penelitian selanjutnya, tentang sistem pendukung keputusan pada seleksi tenaga kerja untuk *security service* menggunakan metode ARAS [11]. Pada penelitian ini, menunjukkan bahwa metode ARAS dapat membantu dalam pemilihan alternatif terbaik berdasarkan nilai utilitas.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membangun sistem pendukung keputusan melalui penyelesaian *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) dengan pendekatan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) untuk pemilihan UPS, agar menghasilkan sistem yang mampu memberikan rekomendasi keputusan pemilihan UPS yang tepat dan sesuai kebutuhan. Metode ARAS digunakan sebagai model yang dapat melakukan pemilihan alternatif terbaik yang didasari oleh tingkat utilitas pada masing-masing alternatif untuk menentukan alternatif terbaik. Kriteria yang digunakan untuk pemilihan UPS yaitu: harga, kapasitas UPS, durasi *backup*, jumlah *outlet* dan berat UPS.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pendukung Keputusan

Dalam pemecahan permasalahan pemilihan terhadap alternatif terbaik dibutuhkan pengambilan keputusan. Fokus dalam mengambil keputusan adalah pada pemilihan solusi terbaik dari alternatif-alternatif yang tersedia dengan sistematis [5]. Sistem yang memiliki kemampuan dalam membantu pengambilan keputusan disebut dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK dikembangkan untuk membantu dalam memutuskan sesuatu bagi pimpinan maupun *decision maker* untuk penyelesaian permasalahan yang semi terstruktur melalui rekomendasi

alternatif atau solusi terbaik [12]. SPK disebut juga sebagai perangkat lunak berbasis pengetahuan yang mampu memberikan alternatif terbaik untuk menentukan sebuah keputusan [13]. SPK dapat menghasilkan sebuah solusi melalui pemodelan dan perhitungan secara matematis dan statistika [4].

B. Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)

Untuk penyelesaian pengambilan keputusan dengan penetapan alternatif terbaik yang didapatkan dari beberapa alternatif dan beberapa kriteria menggunakan pendekatan *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) atau *Multiple Attribute Decision Making* (MADM). MCDA merupakan pendekatan dengan melibatkan sejumlah kriteria yang mendasari dalam mengambil keputusan, melalui penilaian subjektif guna menyelesaikan permasalahan pemilihan dengan menggunakan analisa alternatif [14]. Pendekatan MCDA mengambil sebuah keputusan untuk memperoleh alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang didasari oleh beberapa kriteria [5], [6]. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam MCDA, diantaranya: *Simple Additive Weighting Method* (SAW), *Weighted Product* (WP), *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Additive Ratio Assessment* (ARAS) dan masih banyak lagi.

C. Additive Ratio Assessment (ARAS)

Metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS) dikemukakan pertama kali oleh Zavadskas dan Turskis pada tahun 2010 [15]. Metode ini memiliki tujuan untuk melakukan pemilihan alternatif terbaik yang didasari oleh tingkat utilitas pada masing-masing alternatif untuk menentukan peringkat atau alternatif terbaik [16]. Utilitas merupakan nilai fungsi yang menghasilkan nilai efisiensi relatif kompleks dari alternatif terbaik yang memiliki dampak terhadap nilai dan kepentingan kriteria [17]. Seperti halnya metode *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) yang lainnya, metode ARAS dapat digunakan dalam perancangan alternatif dengan menyelesaikan masalah keputusan dari beberapa kriteria dan alternatif.

Untuk melakukan perhitungan metode ARAS terdapat beberapa tahapan, diantaranya sebagai berikut:

1) Menyusun atribut kedalam matriks.

Pada tahap ini, atribut dari alternatif yang telah ditentukan akan dimasukkan ke dalam sebuah matrik melalui persamaan (1).

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

Di mana, m merupakan banyaknya alternatif, n adalah banyaknya kriteria, x_{ij} merupakan kinerja dari alternatif i pada kriteria j , sedangkan x_{0j} merupakan nilai optimal dari kriteria j .

2) Membuat matriks ternormalisasi.

Pada tahap ini bertujuan agar dapat menyatukan seluruh atribut pada matriks untuk menyeragamkan nilainya. Normalisasi pada matriks keputusan didapatkan berdasarkan persamaan (2) jika kriterianya *benefit* dan persamaan (3) jika kriterianya *cost*.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; x_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad (3)$$

3) Mencari nilai matriks normalisasi terbobot.

Selanjutnya, mencari matriks normalisasi terbobot melalui perhitungan dengan persamaan (4).

$$D_{ij} = x_{ij} \times w_{ij} \quad (4)$$

4) Mencari nilai optimal dan nilai utilitas.

Menghitung nilai optimum didapatkan melalui persamaan (5).

$$S_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (5)$$

Di mana, S_i merupakan nilai fungsi optimal pada alternatif i .

Setelah mendapatkan nilai S_i , dilanjutkan dengan menghitung nilai utilitas melalui persamaan (6).

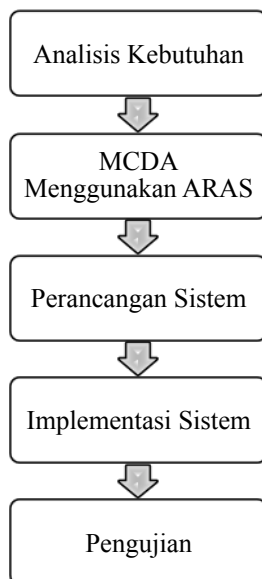
$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad (6)$$

Di mana, S_i dan S_0 merupakan jumlah kriteria optimal, sedangkan K_i merupakan nilai utilitas

masing-masing alternatif. Nilai K_i tertinggi merupakan alternatif terbaik.

III. METODE PENELITIAN

Sebelum memulai penelitian, terlebih dahulu disusun tahapan penelitian agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Tahapan penelitian berisi langkah-langkah dalam melakukan penelitian yang disusun secara terstruktur dan terencana agar tercapai tujuan penelitian [18]. Langkah-langkah penelitian yang tersusun dalam tahapan penelitian tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

A. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini pengembang akan melakukan pengumpulan kebutuhan dari sistem yang dibangun. Untuk menetapkan kebutuhan maka perlu melakukan identifikasi masalah yang akan diselesaikan [19]. Berdasarkan permasalahan yang telah didapatkan maka diteruskan dengan penetapan kebutuhan melalui analisa kebutuhan sistem. Pada Analisa kebutuhan nantinya disusun pernyataan kebutuhan yang didasari pada analisis kebutuhan fungsional. Analisis kebutuhan fungsional berisi tentang fitur-fitur yang diinginkan oleh pengguna, sehingga sistem dapat memberikan layanan yang sesuai dengan keinginan pengguna [20]. Maka pada tahap ini akan menghasilkan pernyataan mengenai fitur-fitur yang sesuai dengan kebutuhan pengguna untuk menyelesaikan permasalahan pengguna.

B. Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) Menggunakan Additive Ratio Assessment (ARAS)

Dalam penyelesaian pengambilan keputusan melalui penetapan alternatif terbaik yang didapatkan dari beberapa alternatif dan beberapa kriteria, menggunakan pendekatan *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) atau *Multiple Attribute Decision Making* (MADM). Pendekatan MCDA yang diimplementasikan pada kasus ini yaitu *Additive Ratio Assessment* (ARAS). Pada kasus pemilihan UPS metode ARAS akan melakukan perhitungan untuk menemukan alternatif terbaik dari beberapa alternatif dan kriteria berdasarkan tingkat utilitas melalui perbandingan nilai indeks seluruh alternatif terhadap nilai indeks alternatif optimalnya.

C. Perancangan Sistem

Tahap ini merupakan tahapan di mana hasil dari analisis kebutuhan akan dirancang melalui pemodelan tertentu. Rancangan yang diterapkan pada penelitian ini adalah *use case diagram*. Diagram ini mendeskripsikan relasi diantara *actor* dan sistem yang memperlihatkan fungsi-fungsi yang ada pada sistem [21]. Perancangan dengan *use case diagram* akan terlihat fungsionalitas yang ada pada sistem atau fasilitas apa saja yang dapat dilakukan oleh *actor* pada sistem.

D. Implementasi Sistem

Implementasi sistem atau biasanya dikenal dengan tahapan pengkodean, merupakan tahap mengonversi rancangan ke dalam bentuk aplikasi atau sistem menggunakan bahasa pemrograman yang dapat dikenali oleh komputer [22]. Pada penelitian ini sistem dibangun berbasis web, sehingga pada pengkodeannya menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *text editor* Visual Code Studio dan untuk penyimpanan datanya menggunakan MySQL.

E. Pengujian

Setelah semua proses dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian. Tahap ini memiliki tujuan agar dapat dipastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan bebas dari kesalahan [23]. Teknik uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *black-box testing*. *Black-box testing*

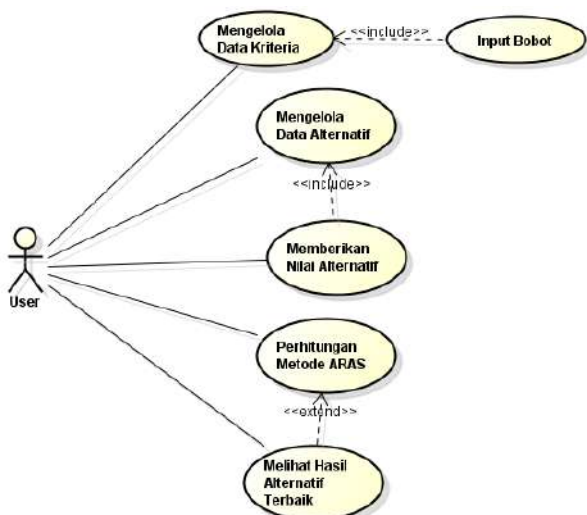
merupakan teknik pengujian yang didasari pada fungsi-fungsi sistem, sehingga perangkat lunak akan diuji fungsionalitasnya apakah telah berjalan dengan baik [24]. Maka, *output* pada tahap ini berupa hasil *black-box testing* yang berisi daftar fitur uji dan hasil dari pengujian apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membangun sistem pendukung keputusan pemilihan UPS, langkah awal yaitu mengidentifikasi permasalahan yang ada. Permasalahan pada penelitian ini yaitu bagaimana dapat membantu mendapatkan alternatif terbaik untuk melakukan pemilihan UPS yang tepat melalui imlementasi *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) dengan metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS). Berikutnya, berdasarkan permasalahan yang ada disusunlah kebutuhan fungsional. Kebutuhan fungsional dari pengembangan sistem pemilihan UPS adalah:

- 1) Sistem terdapat fitur pengelolaan data kriteria.
- 2) Sistem terdapat fitur pengelolaan data alternatif.
- 3) Sistem terdapat fitur pengelolaan data bobot.
- 4) Sistem mampu memasukkna nilai setiap alternatif.
- 5) Sistem mampu melakukan perhitungan dengan metode ARAS.

Berdasarkan kebutuhan fungsional, selanjunya akan dibuat perancangan sistem menggunakan *use case diagram*. Pada *use case diagram*, menggambarkan dan menjelaskan mengenai fungsionalitas yang ada pada sistem yang dapat dilakukan oleh aktor. Gambar 2 berikut ini merupakan *use case diagram* sistem pemilihan UPS.



Gambar 2. *Use case diagram* sistem pemilihan UPS

Penyelesaian *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) dengan metode ARAS untuk pemilihan UPS yang dikembangkan terdapat beberapa langkah yang dilakukan. Untuk membangun sistem pemilihan UPS diawali dengan penentuan kriteria. Kriteria yang ditetapkan diantaranya:

- 1) Harga
Kriteria ini merupakan ktiteria yang dinilai dari harga jual pada produk UPS yang dijadikan sebagai alternatif.
- 2) Kapasitas UPS
Kapasitas merupakan kriteria yang diukur berdasarkan daya yang mampu dikeluarkan oleh UPS. UPS dengan daya yang besar akan mampu menyuplai listrik ke perangkat yang besar pula.
- 3) Durasi Backup
Kriteria ini merupakan kriteria yang vital dari kriteria lain, karena fungsi utama dari UPS adalah menyimpan listrik dan kemudian digunakan pada saat listrik dari PLN tiba-tiba padam. Durasi backup adalah waktu yang dapat dilakukan UPS untuk mensuplai listrik pada saat listrik padam.
- 4) Jumlah Outlet
Jumlah outlet merupakan jumlah tempat arus listrik dapat diambil pada UPS untuk menjalankan perangkat listrik.
- 5) Berat
Kriteria ini didapatkan dari beratnya produk UPS yang akan menjadi alternatif.

Pada metode ARAS ada dua tipe karakteristik kriteria, yaitu *cost* dan *benefit*. Tipe kriteria *benefit* yaitu kriteria yang mencari nilai tertinggi, sebaliknya kriteria *cost* yaitu kriteria yang mencari nilai terendah. Pada kasus pemilihan UPS, terdapat tiga kriterai *benefit* yaitu kapasitas UPS, durasi backup dan jumlah outlet. Sedangkan untuk kriteria *cost* terdapat dua kriteria, yaitu harga dan berat. Dari kriteria yang telah ditetapkan berikutnya disusun rentang nilai dan konversi nilai kriteria, untuk memudahkan dalam perhitungan metode ARAS. Rentang nilai kriteria dan konversinya disajikan pada Tabel I.

TABEL I. KRITERIA PEMILIHAN UPS

Kriteria	Nilai Kriteria	Konversi Nilai
Harga (C1)	< 1.500.000	4
	1.500.000 – 3.000.000	3
	3.000.000 – 4.500.000	2
	> 4.500.000	1
Kapasitas UPS (C2)	< 0.5 kVA	1
	0.5 – 1 kVA	2
	1.1 – 1.5 kVA	3
	> 1.5 kVA	4
Durasi Backup (C3)	> 20 Menit	1

	20 – 40 Menit	2
	41 – 60 Menit	3
	> 60 Menit	4
Jumlah Outlet (C4)	< 2 Outlet	1
	2 – 4 Otuket	2
	5 – 7 Outlet	3
	> 7 Outlet	4
Berat (C5)	< 5 kg	4
	5 – 10 kg	3
	11 – 15 kg	2
	> 15 kg	1

Selanjutnya, menentukan tingkat kepentingan kriteria atau yang dikenal dengan bobot kriteria. Tabel II menunjukkan bobot tiap-tiap kriteria.

TABEL II. BOBOT SETIAP KRITERIA

C1	C2	C3	C4	C5
20%	20%	30%	15%	15%

Untuk contoh studi kasus, telah ditetapkan alternatif pada penelitian ini yaitu: Micropack UPS 1250 (A1), APC Power-Saving (A2), Laplace Triden 1300 (A3) dan Eaton DX 1000 (A4). Selanjutnya, pada setiap alternatif akan diberikan nilai berdasarkan kapasitas produk yang ada. Tabel III berikut ini merupakan hasil penilaian yang dilakukan.

TABEL III. NILAI KRITERIA

Alternatif	Nilai Kriteria				
	Harga (C1)	Kapasitas UPS (C2)	Durasi Backup (C3)	Jumlah Outlet (C4)	Berat (C5)
Micropack UPS 1250	1.450.000	1.3 kVA	32'	3	10 kg
APC Power-Saving	5.700.000	1.5 kVA	62'	10	12 kg
Laplace Triden 1300	705.000	1.3 kVA	15'	2	4 kg
Eaton DX 1000	5.900.000	1 kVA	89'	4	14 kg

Dari Tabel III nilai yang ada akan dikonversi berdasarkan nilai konversi yang ada pada Tabel I. Nilai konversi kriteria untuk masing-masing alternatif disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV. NILAI KONVERSI KRITERIA

Alternatif	Konversi Nilai Kriteria				
	Harga (C1)	Kapasitas UPS (C2)	Durasi Backup (C3)	Jumlah Outlet (C4)	Berat (C5)
Micropack UPS 1250	4	3	2	2	3
APC Power-Saving	1	3	4	4	2
Laplace Triden	4	3	1	2	4

1300					
Eaton DX 1000	1	2	4	2	2

Berdasarkan studi kasus yang ada, langkah penyelesaian pemilihan UPS menggunakan metode *Additive Ratio Assessment (ARAS)* dapat diselesaikan melalui langkah-langkah berikut:

1) Menyiapkan matriks keputusan awal.

Tahap ini akan memasukkan seluruh atribut yang akan dicari solusinya ke dalam matriks keputusan berdasarkan persamaan (1), sehingga didapatkan matriks awal seperti dibawah ini.

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 4 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 4 & 4 & 2 \\ 4 & 3 & 1 & 2 & 4 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

2) Membuat matriks ternormalisasi.

Untuk membuat normalisasi matriks keputusan jika kriteria benefit menggunakan persamaan (2) dan jika kriteria *cost* maka menggunakan persamaan (3). Sehingga, untuk menghitung matriks ternormalisasi adalah sebagai berikut ini.

$$X_{01} = \frac{1}{1 + 0,25 + 1 + 0,25 + 1} = 0,2857$$

$$X_{11} = \frac{0,25}{1 + 0,25 + 1 + 0,25 + 1} = 0,0714$$

$$X_{21} = \frac{1}{1 + 0,25 + 1 + 0,25 + 1} = 0,2857$$

$$X_{31} = \frac{0,25}{1 + 0,25 + 1 + 0,25 + 1} = 0,0714$$

$$X_{41} = \frac{1}{1 + 0,25 + 1 + 0,25 + 1} = 0,2857$$

Kemudian, dilakukan perhitungan sampai seluruh atribut atau sampai dengan X_{45} . Jika seluruh atribut telah dihitung atau telah dinormalisasikan, selanjutnya dimasukkan kedalam matriks ternormalisasi. Hasil matriks yang telah dinormalisasi dapat dilihat pada matriks berikut ini.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0,2857 & 0,2143 & 0,2667 & 0,2857 & 0,24 \\ 0,0714 & 0,2143 & 0,1333 & 0,1429 & 0,16 \\ 0,2857 & 0,2143 & 0,2667 & 0,2857 & 0,24 \\ 0,0714 & 0,2143 & 0,0667 & 0,1429 & 0,12 \\ 0,2857 & 0,1429 & 0,2667 & 0,1429 & 0,24 \end{bmatrix}$$

3) Mencari nilai matriks ternormalisasi terbobot.

Setelah mendapatkan matriks yang telah dinormalisasi, berikutnya mencari matriks ternormalisasi terbobot melalui rumus persamaan (4). Berdasarkan bobot kriteria yang telah ditentukan sebelumnya (Tabel II), maka untuk menghitung matriks ternormalisasi terbobot adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 D_{01} &= 0,2857 \times 0,2 = 0,0571 \\
 D_{11} &= 0,0714 \times 0,2 = 0,0143 \\
 D_{21} &= 0,2857 \times 0,2 = 0,0571 \\
 D_{31} &= 0,0714 \times 0,2 = 0,0143 \\
 D_{41} &= 0,2857 \times 0,2 = 0,0571
 \end{aligned}$$

Kemudian, dihitung seterusnya sampai seluruh atribut sudah dikalikan dengan bobot masing-masing kriteria atau sampai dengan D_{45} . Selanjutnya, hasil tersebut disusun pada matriks keputusan ternormalisasi terbobot sebagai berikut.

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} 0,0571 & 0,0429 & 0,08 & 0,0429 & 0,036 \\ 0,0143 & 0,0429 & 0,04 & 0,0214 & 0,024 \\ 0,0571 & 0,0429 & 0,08 & 0,0429 & 0,036 \\ 0,0143 & 0,0429 & 0,02 & 0,0214 & 0,018 \\ 0,0571 & 0,0286 & 0,08 & 0,0214 & 0,036 \end{bmatrix}$$

4) Mencari nilai optimal dan nilai utilitas.

Berikutnya, menghitung nilai optimal menggunakan persamaan (4) dan diteruskan dengan mencari nilai utilitas menggunakan persamaan (5). Berikut ini merupakan perhitungan untuk mendapatkan nilai S_i .

$$\begin{aligned}
 S_0 &= 0,0571 + 0,0429 + 0,08 + 0,0429 + 0,036 = 0,2589 \\
 S_1 &= 0,0143 + 0,0429 + 0,04 + 0,0214 + 0,024 = 0,1426 \\
 S_2 &= 0,0571 + 0,0429 + 0,08 + 0,0429 + 0,036 = 0,2589 \\
 S_3 &= 0,0143 + 0,0429 + 0,02 + 0,0214 + 0,018 = 0,1166 \\
 S_4 &= 0,0571 + 0,0286 + 0,08 + 0,0214 + 0,036 = 0,2231
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, berdasarkan nilai S_i maka nilai derajat utilitas (K_i) dapat dihasilkan seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \frac{0,1426}{0,2589} = 0,5508 \\
 K_2 &= \frac{0,2589}{0,2589} = 1 \\
 K_3 &= \frac{0,1166}{0,2589} = 0,4503 \\
 K_4 &= \frac{0,2231}{0,2589} = 0,8620
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil tersebut telah didapatkan nilai utilitas (K_i). Selanjutnya menyusun nilai utilitas tersebut pada tabel perbandingan yang disajikan pada Tabel V berikut ini.

TABEL V. PERANGKINGAN ALTERNATIF

Alternatif	Nilai Utilitas (K_i)	Ranking
Micropack UPS 1250 (A1)	0,5508	3
APC Power-Saving (A2)	1	1
Laplace Triden 1300 (A3)	0,4503	4
Eaton DX 1000 (A4)	0,8620	2

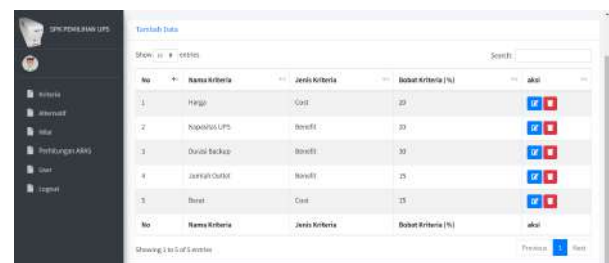
Berdasarkan pada Tabel V, didapatkan nilai tingkat utilitas (K_i) tertinggi yaitu APC Power-Saving (A2) dengan nilai 1. Ini artinya alternatif tersebut merupakan alternatif terbaik.

Selanjutnya, metode ARAS diimplementasikan pada sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *text editor* Visual Code Studio serta untuk penyimpanan datanya menggunakan *database* MySQL. Antarmuka halaman utama sistem pemilihan UPS terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Antarmuka menu utama

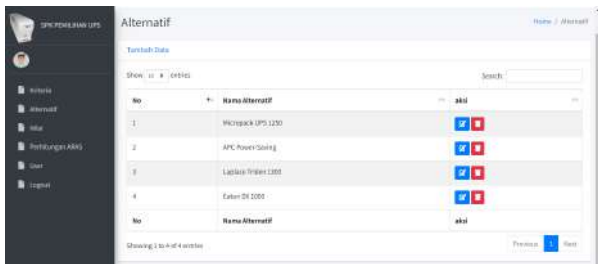
Pada halaman utama sistem pemilihan UPS menampilkan grafik hasil perhitungan ARAS dan fitur-fitur utama pada sistem, diantaranya: fitur Kriteria, Alternatif, Nilai Alternatif dan Perhitungan ARAS. Pada fitur Kriteria pengguna dapat mengelola data kriteria. Pengguna dapat memasukkan, mengubah dan menghapus data kriteria. Selain itu *user* dapat menginputkan tingkat kepentingan atau bobot setiap kriteria. Tampilan antarmuka fitur Kriteria disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Antarmuka menu kriteria

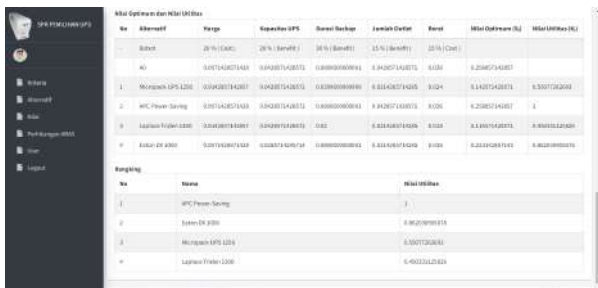
Selanjutnya, pengguna dapat mengelola data alternatif pada menu Alternatif. Melalui fitur ini pengguna dapat melakukan penambahan, edit

dan hapus alternatif. Tampilan antarmuka pada fitur Alternatif terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Antarmuka menu alternatif

Setelah alternatif sudah terisi selanjutnya pengguna dapat memberikan nilai pada alternatif tersebut melalui fitur Nilai Alternatif. Pada fitur ini pengguna akan memberikan nilai pada masing-masing alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian, *user* melakukan pemilihan UPS dengan metode ARAS pada fitur Perhitungan ARAS. Pada fitur ini akan menampilkan langkah-langkah dan proses penyelesaian dengan metode ARAS dan hasil alternatif terbaik. Tampilan fitur Perhitungan ARAS disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka Perhitungan Metode ARAS

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik dan tidak terdapat *error*. Pengujian yang diterapkan yaitu melalui *black-box testing*, yang pengujianya didasari pada fungsi-fungsi sistem. Hasil pengujian disajikan pada Tabel VI.

TABEL VI. HASIL BLACK-BOX TESTING

No	Fitur Uji	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
1	Fitur Menu Utama	Sistem dapat menampilkan menu utama yang berisi fitur-fitur sistem dan menampilkan grafik hasil perhitungan metode ARAS.	Valid
2	Fitur Kriteria	Pengguna dapat mengelola kriteria	Valid

No	Fitur Uji	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
3	Fitur Alternatif	Pengguna dapat mengelola alternatif seperti tambah, ubah dan hapus data kriteria.	Valid
4	Fitur Nilai Alternatif	Pengguna dapat mengelola nilai alternatif seperti tambah, ubah dan hapus data nilai alternatif.	Valid
5	Fitur Perhitungan ARAS	Pengguna dapat melihat proses perhitungan dengan metode ARAS	Valid
6	Hasil Alternatif Terbaik	Pengguna dapat melihat hasil perbandingan dan alternatif terbaik	Valid

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan bahwa kesimpulan pada masing-masing fitur uji berstatus “Valid”. Ini artinya sistem telah berjalan dengan baik. Selain itu, sistem dapat menghasilkan perhitungan dengan metode ARAS yang sesuai dengan perhitungan manual. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi metode ARAS telah tepat dan sesuai.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah melakukan penyelesaian *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA) menggunakan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) pada pemilihan UPS. Metode ini memiliki kemampuan untuk melakukan pemilihan alternatif terbaik yang didasari oleh tingkat utilitas pada masing-masing alternatif untuk menentukan peringkat atau alternatif terbaik. Sistem yang dibangun memiliki fitur-fitur seperti mengelola data kriteria, menentukan bobot, mengelola alternatif, memberikan nilai pada masing-masing alternatif, melihat hasil perhitungan metode ARAS dan melihat hasil perbandingan hasil rekomendasi sistem. Berdasarkan pengujian melalui metode *black-box testing* memperlihatkan bahwa sistem yang dibangun telah berjalan dengan baik. Selain itu, sistem dapat menghasilkan perhitungan dengan metode ARAS yang valid karena hasilnya sesuai dengan perhitungan manual.

REFERENSI

- [1] T. E. Saputra, Y. Apriani, and M. Hurairah, "UPS (Uninterruptible Power Supply) 1000 Watt Berbasis Panel Surya," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 45–51, 2021.
- [2] F. A. Gunawan, P. Pujiyanto, and A. S. Wardhana, "Perancangan Pemasangan UPS Untuk Peralatan Gas Chromatography di Laboratorium PT. XYZ," *SNTEM*, vol. 1, no. November, pp. 896–909, 2021.
- [3] 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.
- [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] R. Jaya, E. Fitria, and Y. Yusriana, "Implementasi Multi Criteria Decision Making (MCDM) Pada Agroindustri: Suatu Telaah Literatur," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 30, no. 2, pp. 234–343, 2020.
- [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*, vol. 01, no. 01, pp. 5–9, 2018.
- [7] S. W. Sari and B. Purba, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Ketua Danru Terbaik Menggunakan Metode ARAS," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) SAINTEKS 2019*, 2019, pp. 291–300.
- [8] H. Susanto, "Penerapan Metode Additive Ratio Assessment (Aras) Dalam Pendukung Keputusan Pemilihan Susu Gym Terbaik Untuk Menambah Masa Otot," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 13, no. 2, pp. 1–5, 2018.
- [9] 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.
- [10] A. Supriatna, D. Dedih, and Y. Yanitasari, "Pemilihan Departemen Terbaik dengan Metode Additive Ratio Assessment," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 3, pp. 228–235, 2020.
- [11] T. R. Sitompul and N. A. Hasibuan, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Tenaga Kerja Untuk Security Service Menggunakan Metode Aras," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2018, doi: 10.30865/mib.v2i1.812.
- [12] S. K. Anwar, A. Priyanto, and C. Ramdani, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Objek Wisata Menggunakan Metode AHP," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 270–279, 2021.
- [13] H. Hertiyana, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Pemilihan Perguruan Tinggi Menggunakan Metode Topsis," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 15, no. 1, pp. 97–102, 2019, doi: 10.33480/pilar.v15i1.223.
- [14] S. Sutrisno and P. Puryani, "Development of Multi-Criteria Decision Making Model In Packed Beverage Industry Using Global Criterion Method," *OPSI*, vol. 14, no. 2, pp. 197–207, 2021.
- [15] D. Simarmata, D. M. Midyanti, and R. Hidayati, "Implementasi Metode Additive Ratio Assesment (ARAS) Untuk Rekomendasi Pasien Kunjungan Sehat Pada Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama Dr Josepb Nugroho H. S.," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 07, no. 03, pp. 109–119, 2019.
- [16] H. Syahputra, M. Syahrizal, S. D. Nasution, and B. Purba, "SPK Pemilihan Konten Youtube Layak Tonton Untuk Anak-Anak Menerapkan Metode Additive Ratio Assessment (ARAS)," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 2019, pp. 678–685.
- [17] R. T. Lubis, F. Rizky, and R. Gunawan, "Penentuan Mutasi Karyawan Menggunakan Metode Additive Ratio Assesment (ARAS)," *J. Sist. Infromasi TGD*, vol. 1, no. 1, pp. 41–52, 2022.
- [18] I. Ahmad, E. Suwarni, R. I. Borman, A. Asmawati, F. Rossi, and Y. Jusman, "Implementation of RESTful API Web Services Architecture in Takeaway Application Development," in *International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS)*, 2022, pp. 132–137.
- [19] N. Y. Arifin *et al.*, *Analisa Perancangan Sistem Informasi*. Batam: Cendikia Mulia Mandiri, 2021.
- [20] R. Napianto, Y. Rahmanto, R. I. Borman, O. Lestari, and N. Nugroho, "Dhempster-Shafer Implementation in Overcoming Uncertainty in the Inference Engine for Diagnosing Oral Cavity Cancer," *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 13, no. 1, p. 45, 2021, doi: 10.22303/csrid.13.1.2021.46-54.
- [21] 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.
- [22] I. Ahmad, Y. Rahmanto, D. Pratama, and R. I. Borman, "Development of augmented reality application for introducing tangible cultural heritages at the lampung museum using the multimedia development life cycle," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 13, no. 2, pp. 187–194, 2021.
- [23] R. Napianto, Y. Rahmanto, R. I. Borman, O. Lestari, and N. Nugroho, "Dhempster-Shafer Implementation in Overcoming Uncertainty in the Inference Engine for Diagnosing Oral Cavity Cancer," *CSRID (Computer Sci. Res. Its Dev. Journal)*, vol. 13, no. 1, pp. 45–53, 2021.
- [24] M. Andarwati, F. Amrullah, E. Thamrin, and A. R. Muslikh, "An Analysis of Point of Sales (POS) Information Systems in SMEs with The Black Box Testing and PIECES Method An Analysis of Point of Sales (POS) Information Systems in SMEs with The Black Box Testing and PIECES Method," *IOSR J. Bus. Manag. (IOSR-JBM)*, vol. 22, no. 9, pp. 20–25, 2020, doi: 10.9790/487X-2209052025.