

Implementasi Pendekatan Additive Ratio Assessment Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Board Microcontroller

Rini Nuraini*

Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Nasional, Jakarta Selatan, Indonesia
Email Penulis Korespondensi: *rini.nuraini@civitas.unas.ac.id

Abstrak—Teknologi saat ini berkembang menjadi otomatisasi berupa sistem cerdas maupun *Internet of Things*. Teknologi-teknologi tersebut akan berkaitan dengan komponen-komponen yang salah satunya adalah *microcontroller*. Dewasa ini, semakin beragam pilihan *microcontroller* dengan beragam spesifikasi. Karena banyaknya variasi produk *board microcontroller* yang tersedia di pasaran, menuntut seseorang harus memahami satu per satu spesifikasi dari perangkat yang akan dibeli. Hal ini membutuhkan waktu yang lama untuk seseorang menentukan pilihannya. Penelitian bertujuan untuk mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) untuk membantu dalam memilih *board microcontroller*, sehingga dapat membantu dalam menentukan alternatif terbaik dengan tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Pendekatan ARAS dapat melakukan pemilihan alternatif terbaik berdasarkan tingkat utilitas pada setiap alternatif dalam penentuan pemeringkatan alternatif atau alternatif terbaik. Berdasarkan hasil studi kasus yang dilakukan diperoleh nilai utilitas tertinggi adalah NodeMCU ESP8266 dengan nilai 0,8873, kemudian diikuti oleh FireBeetle ESP32 dengan nilai 0,8357, Arduino Uno R3 dengan nilai 0,5815 dan Quark D2000 dengan nilai 0,5298. Hasil perhitungan yang diperoleh oleh sistem dengan menghitung secara manual memperlihatkan perolehan nilai yang sama. Selain itu, berdasarkan hasil *black box testing* menunjukkan semua fitur yang diuji telah berhasil dengan baik.

Kata Kunci: *Additive Ratio Assessment*; ARAS; *Microcontroller*; Sistem Pendukung Keputusan; SPK

Abstract—Technology is currently developing into automation in the form of intelligent systems and the Internet of Things. These technologies will be related to components, one of which is a microcontroller. Today, there are more and more choices of microcontrollers with various specifications. Due to the large variety of microcontroller board products available on the market, one must understand one by one the specifications of the device to be purchased. It takes a long time for someone to make a choice. The research aims to develop a Decision Support System (DSS) using the Additive Ratio Assessment (ARAS) to assist in choosing a microcontroller board, so that it can assist in determining the best alternative appropriately and according to needs. The ARAS approach can select the best alternative based on the utility level of each alternative in determining the ranking of the best alternative or alternative. Based on the results of the case study conducted, the highest utility value was NodeMCU ESP8266 with a value of 0.8873, followed by FireBeetle ESP32 with a value of 0.8357, Arduino Uno R3 with a value of 0.5815 and Quark D2000 with a value of 0.5298. The calculation results obtained by the system by calculating manually show the acquisition of the same value. In addition, based on the results of black box testing, it shows that all the features tested have worked well.

Keywords: Additive Ratio Assessment; ARAS; Microcontroller; Decision Support System; DSS

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat masif membuat segala aktivitas manusia tidak jauh dari penggunaan teknologi. Teknologi berkembang menjadi otomatisasi berupa sistem cerdas maupun *Internet of Things*. Teknologi-teknologi tersebut akan berkaitan dengan komponen-komponen yang salah satunya adalah *microcontroller*. *Microcontroller* merupakan sistem sirkuit dengan ukuran yang kecil dan dapat terintegrasi yang digunakan dalam menyelesaikan fungsi-fungsi tertentu. Pada *microcontroller* terdiri dari tiga bagian penting yakni *processor*, *memory* serta *input* dan *output* [1]. Perangkat *microcontroller* biasanya digunakan sistem kendali secara otomatis yang diterapkan pada berbagai bidang industri. *Microcontroller* memiliki kelebihan yaitu bentuknya yang kecil dan fiturnya yang lengkap sehingga tidak memerlukan komponen tambahan, menghemat pembiayaan serta semua sistem dapat diintegrasikan dan memudahkan dalam pemrograman yang dapat disesuaikan dengan apa yang dibutuhkan [2]. Saat ini, *microcontroller* sudah semakin berkembang sehingga pilihan dan spesifikasinya pun semakin beragam. Oleh karena itu, untuk membeli barang ini, diperlukan kejelian untuk memastikan bahwa perangkat yang dipilih sesuai dengan yang diperlukan. Akan tetapi, tidak semua orang mengetahui tentang spesifikasi *board microcontroller*. Karena banyaknya variasi produk *board microcontroller* yang tersedia di pasaran, menuntut seseorang harus memahami satu per satu spesifikasi dari perangkat untuk menentukan pilihannya. Hal tersebut tentunya membutuhkan waktu yang lama untuk seseorang menentukan pilihannya. Untuk itu diperlukan sistem terkomputerisasi yang dapat membantu dalam menentukan keputusan khususnya dalam memilih *board microcontroller*.

Decision Support System (DSS) atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) diartikan sebagai perangkat lunak yang berbasis pengetahuan yang dapat digunakan untuk membantu dalam mendapatkan sebuah keputusan ataupun menentukan suatu pilihan [3]. SPK hanyalah sebagai perangkat lunak yang mendukung dalam menentukan keputusan berdasarkan data yang dikendalikan melalui pemodelan dalam bentuk matematika dan statistik untuk menghasilkan kesimpulan yang tepat dan cepat [4]. SPK biasanya digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang memiliki sifat semi terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan penyajian informasi berupa pertimbangan alternatif terbaik [5]. Pada penelitian ini kasus yang diselesaikan adalah pemilihan *board microcontroller*, dimana pada kasus tersebut menggunakan sejumlah kriteria dan alternatif melalui pemilihan yang subjektif. Sehingga permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan pendekatan multi kriteria. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan dalam mengatasi permasalahan multi kriteria adalah metode *Additive Ratio Assessment* (ARAS). Pendekatan ARAS dapat diartikan sebagai

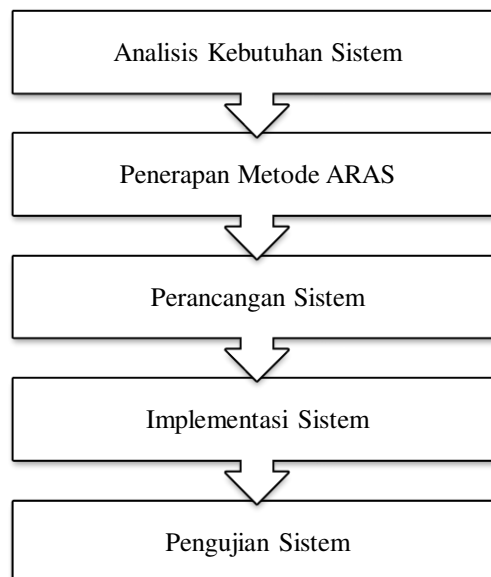
pendekatan multi kriteria berdasarkan tingkat utilitas dengan membandingkan nilai indeks keseluruhan alternatif terhadap nilai indeks alternatif yang optimal [6]. Tujuan dari melakukan pencarian alternatif terbaik berdasarkan penilaian utilitas untuk tiap-tiap alternatif sehingga didapatkan solusi terbaik berupa pemeringkatan alternatif [7].

Terdapat beberapa penelitian yang telah menggunakan pendekatan ARAS dalam menyelesaikan permasalahan keputusan untuk membangun sistem pendukung keputusan. Penelitian sebelumnya salah satunya yaitu penelitian tentang pemilihan Game Mobile terbaik yang mengimplementasikan pendekatan ARAS [8]. Pada penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk memilih Game Mobile yang sesuai dengan kebutuhan. Penelitian lainnya, mengenai implementasi metode ARAS untuk memilih kredit sepeda motor [9]. Pada penelitian ini metode ARAS mampu memberikan rekomendasi keputusan berdasarkan nilai utilitas tertinggi. Penelitian selanjutnya yaitu penelitian tentang sistem pendukung keputusan pemilihan penerima program rumah layak huni [10]. Pada penelitian tersebut pendekatan ARAS digunakan untuk menentukan pilihan alternatif yang optimal yang didasari pada penilaian utilitas dengan membandingkan nilai indeks pada semua alternatif yang ada terhadap indeks yang optimum.

Penelitian bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan menggunakan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) untuk membantu dalam memilih *board microcontroller*, sehingga dapat membantu dalam menentukan alternatif terbaik dengan tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Pendekatan ARAS diterapkan untuk dapat menyelesaikan permasalahan keputusan dengan didasari tingkat utilitas pada tiap-tiap alternatif untuk mencari solusi terbaik. Sistem yang dibangun dibuat dengan berbasis website, agar dapat memudahkan dalam penggunaannya serta aksesnya. Kriteria yang digunakan untuk *board microcontroller* berdasarkan *clock speed*, kapasitas sram, *flash memory*, komunikasi data dan harga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian dibutuhkan agar pelaksanaan penelitian dapat terencana dan tersusun dengan baik. Tahapan penelitian memuat proses atau fase-fase dalam meneliti yang tersusun secara sistematis untuk mencapai tujuan dari penelitian [11]. Tahapan-tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1 terlihat fase dalam melakukan penelitian, berikut ini merupakan deskripsi yang lebih rinci dari tahapan penelitian yang dilaksanakan.

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Sebelum melakukan analisis kebutuhan dilakukan terlebih dahulu identifikasi masalah. Pada identifikasi masalah akan digali mengenai kendala-kendala yang dihadapi pada studi kasus yang dilakukan [12]. Setelah diketahui permasalahan yang akan diselesaikan kemudian dilanjutkan dengan analisis kebutuhan sistem. Pernyataan kebutuhan dalam bentuk analisis kebutuhan fungsional dibuat untuk melakukan analisis kebutuhan sistem [13]. Analisa ini keluarannya berupa pernyataan mengenai fungsi-fungsi dan apa saja dapat dilakukan oleh sistem. Berdasarkan dari hasil identifikasi masalah didapatkan bahwa masalah utama pada penelitian ini yaitu untuk memilih *board microcontroller*, diperlukan kejelasan untuk memastikan bahwa perangkat yang dipilih sesuai dengan yang diperlukan. Akan tetapi, tidak semua orang mengetahui tentang spesifikasi *board microcontroller*. Karena banyaknya variasi produk *board microcontroller* yang tersedia di pasaran, menuntut seseorang harus memahami satu per satu spesifikasi dari perangkat untuk menentukan

pilihannya. Hal tersebut tentunya membutuhkan waktu yang lama untuk seseorang menentukan pilihannya. Berdasarkan permasalahan tersebut selanjutnya ditetapkan kebutuhan fungsional diantaranya:

- 1) Sistem dapat melakukan pengelolaan data kriteria
- 2) Sistem dapat melakukan pengelolaan data alternatif
- 3) Sistem dapat melakukan penilaian alternatif
- 4) Sistem dapat menghasilkan alternatif terbaik melalui perhitungan dengan metode COPRAS
- 5) Sistem dapat menampilkan hasil perhitungan COPRAS dalam bentuk perbandingan

b. Penerapan Metode ARAS

Untuk menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan untuk pemilihan *board microcontroller* dalam penelitian ini dengan menerapkan pendekatan *Complex Proportional Assessment* (ARAS). Pendekatan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) pertama kali dikenalkan oleh Zavadskas dan Turskis pada tahun 2010 [18]. Pendekatan ARAS memiliki tujuan untuk dapat melakukan pencarian alternatif terbaik berdasarkan penilaian utilitas untuk tiap-tiap alternatif sehingga didapatkan solusi terbaik berupa pemeringkatan alternatif [7]. Utilitas adalah nilai fungsi untuk dihasilkan nilai efisiensi relatif kompleks berdasarkan alternatif teroptimasi yang berdampak pada penilaian dan bobot kriteria [19]. Metode ARAS dapat menghasilkan pemeringkatan alternatif melalui penyelesaian permasalahan keputusan dari beberapa kriteria dan alternatif [20].

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. Pemberian nilai optimum (X_{0j}) dilakukan dengan memperhatikan kriteria *benefit* dan kriteria *cost*. Tipe kriteria *benefit* adalah kriteria yang mementingkan nilai yang paling tinggi, sedangkan kriteria *cost* yaitu kriteria yang mementingkan nilai paling rendah. Untuk nilai optimum didapatkan melalui persamaan (1) untuk kriteria *benefit* dan persamaan (2) untuk kriteria *cost*.

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

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

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 ternormalisasi untuk seluruh kriteria.

Tujuan dari proses ini adalah untuk menyatukan seluruh atribut pada matriks agar mendapatkan nilai yang seragam. Matriks ternormalisasi dapat diperoleh melalui perhitungan menggunakan 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 diperoleh berdasarkan persamaan (7).

$$S_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (7)$$

dimana, S_i menunjukkan nilai fungsi optimum pada alternatif i .

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

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad (8)$$

dimana, S_i dan S_0 menunjukkan jumlah kriteria optimum, sedangkan K_i menunjukkan nilai utilitas untuk tiap-tiap alternatif. Nilai K_i tertinggi menjadi alternatif terbaik.

c. Perancangan Sistem

Tahapan selanjutnya yakni desain sistem, dimana akan dilakukan proses dalam menyusun dan memodelkan sistem ke bentuk visual untuk memudahkan pemahaman terhadap kebutuhan perangkat lunak [14]. Sehingga pada tahap ini akan menghasilkan rancangan sistem yang nantinya akan dikonversi kedalam bentuk perangkat lunak. Sistem yang dikembangkan dirancang menggunakan *use case diagram*. Pada diagram tersebut menggambarkan hubungan antara pengguna dengan sistem yang berkaitan dengan fungsional atau layanan apa saja yang diberikan oleh sistem.

d. Implementasi Sistem

Tahapan ini merupakan proses pengkodean sistem atau implementasi sistem. Proses implementasi ini dilakukan dengan merealisasikan hasil analisa dan rancangan ke dalam sistem [15]. Pengembangan sistem SPK pemilihan *board microcontroller* dibangun berbasiskan *website*, sehingga untuk Bahasa pemrogramannya menggunakan PHP menggunakan editor yakni PHPStorm. Sedangkan untuk penyimpanan data menggunakan MySQL.

e. Pengujian Sistem

Uji sistem memiliki fungsi agar dapat dipastikan bahwa sistem yang dibangun dapat bekerja sebagaimana mestinya serta tidak terdapat fungsi yang tidak sesuai jika dijalankan [16]. *Black-box testing* menjadi alat untuk pengujian pada penelitian ini. *Black-box testing* merupakan teknik pengujian berdasarkan operasi sistem, yang memungkinkan program diperiksa secara fungsional untuk melihat apakah berfungsi sebagaimana mestinya [17]. Keluaran dari prosedur ini terdiri dari serangkaian fitur pengujian dan hasil pengujian yang dapat digunakan untuk menentukan apakah sistem berfungsi sesuai rencana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menyelesaikan permasalahan keputusan dengan menggunakan metode ARAS diawali dengan menentukan kriteria terlebih dahulu. Kriteria untuk melakukan pemilihan *board microcontroller* pada studi kasus ini diantaranya: *Clock Speed*; Kapasitas SRAM; *Flash Memory*; Komunikasi Data dan Harga. Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, selanjutnya ditentukan rentang penilaian dan konversi nilai agar mempermudah dalam tahapan perhitungan. Hasil penentuan rentang penilaian kriteria serta nilai konversi tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Yang Digunakan

No.	Nama dan Kode Kriteria	Rentang Penilaian	Konversi Nilai
1	<i>Clock Speed</i> (C1)	< 20 Mhz	1
		>= 20 Mhz dan < 40 Mhz	2
		>= 40 Mhz dan < 60 Mhz	3
		>= 60 Mhz	4
2	Kapasitas SRAM (C2)	< 32 KB	1

No.	Nama dan Kode Kriteria	Rentang Penilaian	Konversi Nilai
3	Flash Memory (C3)	≥ 32 KB dan < 64 KB	2
		≥ 64 KB dan < 128 KB	3
		≥ 128 KB	4
		< 1 MB	1
		≥ 1 MB dan $2 < \text{MB}$	2
		≥ 2 MB dan $4 < \text{MB}$	3
4	Komunikasi Data (C4)	≥ 4 MB	4
		1 Komunikasi Data	1
		2 Komunikasi Data	2
		3 Komunikasi Data	3
5	Harga (C5)	4 Komunikasi Data	4
		< 100.000	1
		≥ 100.000 dan < 200.000	2
		≥ 200.000 dan < 400.000	3
		≥ 400.000	4

Pada Tabel 1, terlihat bahwa kriteria, rentang penilai serta konversi nilai telah ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan tingkat kepentingan pada masing-masing kriteria atau biasanya disebut dengan bobot kriteria. Bobot kriteria disesuaikan dengan kepentingan dari *decision maker*. Namun sebelum bobot ditentukan, terlebih dahulu dianalisa jenis kriteria yang digunakan. Terdapat dua jenis kriteria yakni kriteria *benefit* serta kriteria *cost*. Jenis kriteria *benefit* yaitu apabila kriteria tersebut mencari nilai yang tinggi, sedangkan untuk jenis kriteria *cost* merupakan kriteria yang mencari nilai yang rendah. Berdasarkan kriteria yang ada, maka terdapat kriteria *benefit* yakni *Clock Speed* (C1), Kapasitas SRAM (C2), *Flash Memory* (C3) dan Komunikasi Data (C4). Sedangkan kriteria *cost* yakni Harga (C4). Hasil dari penentuan bobot kriteria dan jenis kriteria tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Kriteria dan Bobotnya

Kode	Kriteria	Jenis Kriteria	Bobot
C1	<i>Clock Speed</i>	Benefit	25 %
C2	Kapasitas SRAM	Benefit	25 %
C3	<i>Flash Memory</i>	Benefit	15 %
C4	Komunikasi Data	Benefit	15 %
C5	Harga	Cost	20 %

Langkah selanjutnya yaitu menentukan alternatif yang akan dipilih. Sebagai studi kasus terdapat 4 (empat) alternatif yang akan dipilih, diantaranya: Quark D2000 (A1); Arduino Uno R3 (A2); Arduino Uno R3 (A3); dan FireBeetle ESP32 (A4). Berdasarkan alternatif yang telah ditentukan kemudian diberikan penilaian terhadap kriteria yang disesuaikan dengan spesifikasi alternatif yang ada. Hasil dari nilai untuk setiap alternatif tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Masing-Masing Alternatif

Kode Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Quark D2000	32 Mhz	8 KB	2 MB	3	624.000
A2	Arduino Uno R3	16 Mhz	32 KB	2 MB	2	120.000
A3	NodeMCU ESP8266	80 Mhz	64 KB	4 MB	2	110.000
A4	FireBeetle ESP32	40 Mhz	520 KB	4 MB	3	456.000

Penilaian alternatif yang ada pada Tabel 3, kemudian akan dikonversi nilainya dengan pedoman konversi nilai yang ada pada Tabel 1. Hal ini dilakukan agar mempermudah dalam menyelesaikan studi kasus ini dengan pendekatan ARAS. Hasil dari konversi nilai alternatif tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Konversi Nilai Alternatif

Kode Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Quark D2000	2	1	3	3	4
A2	Arduino Uno R3	1	2	3	2	2
A3	NodeMCU ESP8266	4	3	4	2	2
A4	FireBeetle ESP32	3	4	4	3	4

Pada Tabel 4 terlihat konversi nilai untuk masing-masing alternatif yang nantinya akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode ARAS untuk mencari alternatif terbaik. Langkah perhitungan metode ARAS diawali dengan mencari nilai optimum (X_0) dengan menggunakan persamaan (1) untuk kriteria *benefit* dan persamaan (2) untuk

kriteria *cost*. Berdasarkan pada Tabel 2, terdapat kriteria *benefit* yaitu *Clock Speed* (C1), Kapasitas SRAM (C2), *Flash Memory* (C3) dan Komunikasi Data (C4) serta kriteria *cost* yaitu Harga (C4). Nilai atribut tiap-tiap alternatif didapatkan dari nilai konversi alternatif yang ada pada Tabel 4, sehingga didapatkan (X_0) yaitu {4; 4; 4; 3; 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:

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

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*. Berdasarkan pada Tabel 2, terdapat kriteria *benefit* yaitu *Clock Speed* (C1), Kapasitas SRAM (C2), *Flash Memory* (C3) dan Komunikasi Data (C4) serta kriteria *cost* yaitu Harga (C4). Proses perhitungan untuk mendapatkan matriks keputusan yang telah dinormalisasi adalah sebagai berikut:

$$X_{01} = \frac{4}{4 + 2 + 1 + 4 + 3} = 0,2857$$

$$X_{11} = \frac{2}{4 + 2 + 1 + 4 + 3} = 0,1429$$

$$X_{21} = \frac{1}{4 + 2 + 1 + 4 + 3} = 0,0714$$

$$X_{31} = \frac{4}{4 + 2 + 1 + 4 + 3} = 0,2857$$

$$X_{41} = \frac{3}{4 + 2 + 1 + 4 + 3} = 0,2143$$

Proses perhitungan tersebut dilakukan untuk seluruh atribut sampai dengan X_{45} , sehingga seluruh atribut telah ternormalisasi. Jika seluruh atribut sudah dilakukan normalisasi maka selanjutnya disusun ke dalam matriks ternormalisasi sebagai berikut:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0,2857 & 0,2857 & 0,2222 & 0,2308 & 0,2500 \\ 0,1429 & 0,0714 & 0,1667 & 0,2308 & 0,1250 \\ 0,0714 & 0,1429 & 0,1667 & 0,1538 & 0,2500 \\ 0,2857 & 0,2143 & 0,2222 & 0,1538 & 0,2500 \\ 0,2143 & 0,2857 & 0,2222 & 0,2308 & 0,1250 \end{bmatrix}$$

Tahap selanjutnya adalah membuat matriks keputusan normalisasi terbobot, dimana matriks keputusan yang ternormalisasi akan dikalikan dengan bobotnya menggunakan persamaan (6). Bobot kriteria dapat dilihat pada Tabel 2, sehingga proses perhitungan matriks keputusan ternormalisasi terbobot yaitu sebagai berikut:

$$D_{01} = 0,2857 \times 0,25 = 0,0714$$

$$D_{11} = 0,1429 \times 0,25 = 0,0357$$

$$D_{21} = 0,0714 \times 0,25 = 0,0179$$

$$D_{31} = 0,2857 \times 0,25 = 0,0714$$

$$D_{41} = 0,2143 \times 0,25 = 0,0536$$

Proses perhitungan tersebut dilakukan untuk seluruh atribut sampai dengan D_{45} , sehingga seluruh atribut telah ternormalisasi dengan bobotnya. Jika seluruh atribut sudah dikali dengan bobot selanjutnya akan disusun ke dalam matriks ternormalisasi terbobot sebagai berikut.

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} 0,0714 & 0,0714 & 0,0333 & 0,0346 & 0,0500 \\ 0,0357 & 0,0179 & 0,0250 & 0,0346 & 0,0250 \\ 0,0179 & 0,0357 & 0,0251 & 0,0231 & 0,0500 \\ 0,0714 & 0,0357 & 0,0231 & 0,0231 & 0,0500 \\ 0,0536 & 0,0714 & 0,0231 & 0,0346 & 0,0250 \end{bmatrix}$$

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:

$$S_0 = 0,0714 + 0,0714 + 0,0333 + 0,0346 + 0,0500 = 0,2608$$

$$S_1 = 0,0357 + 0,0179 + 0,0250 + 0,0346 + 0,0250 = 0,1382$$

$$S_2 = 0,0179 + 0,0357 + 0,0250 + 0,0231 + 0,0500 = 0,1516$$

$$S_3 = 0,0714 + 0,0357 + 0,0333 + 0,0231 + 0,0500 = 0,2314$$

$$S_4 = 0,0536 + 0,0714 + 0,0333 + 0,0346 + 0,0250 = 0,2179$$

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

$$K_1 = \frac{0,1382}{0,2608} = 0,5298$$

$$K_2 = \frac{0,1516}{0,2608} = 0,5815$$

$$K_3 = \frac{0,2314}{0,2608} = 0,8873$$

$$K_4 = \frac{0,2179}{0,2608} = 0,8357$$

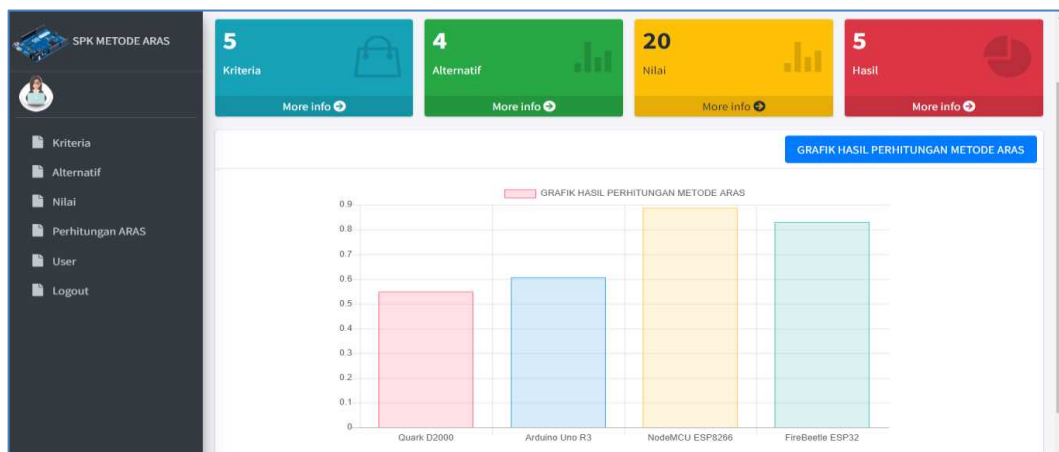
Setelah mendapatkan nilai hasil utilitas (K_i), maka didapatkan alternatif terbaik yang dapat dilihat dari nilai utilitas (K_i) tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan nilai utilitas (K_i) kemudian disusun perbandingan dari alternatif dengan utilitas tertinggi hingga terendah seperti yang ditunjukkan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

Tabel 5. Nilai Peringkat Utilitas Pada Setiap Alternatif

Kode Alternatif	Alternatif	Nilai Utilitas	Ranking
A3	NodeMCU ESP8266	0,8873	1
A4	FireBeetle ESP32	0,8357	2
A2	Arduino Uno R3	0,5815	3
A1	Quark D2000	0,5298	4

Dapat dilihat pada Tabel 5, diperoleh bahwa nilai utilitas tertinggi adalah NodeMCU ESP8266 (A3) dengan nilai 0,8873, kemudian diikuti oleh FireBeetle ESP32 (A4) dengan nilai 0,8357, Arduino Uno R3 (A2) dengan nilai 0,5815 dan Quark D2000 (A1) dengan nilai 0,5298. Maka, alternatif NodeMCU ESP8266 (A3) adalah alternatif terbaik.

Setelah analisis dan implementasi pendekatan ARAS telah dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan membangun perangkat lunak sistem pendukung keputusan. Perangkat lunak SPK pemilihan *board microcontroller* dibangun dengan berbasis *website*, sehingga Bahasa pemrogramannya yaitu PHP dengan editor yang digunakan adalah PHPStorm dan penyimpanan datanya digunakanlah *database MySQL*. Sistem dimulai dari *form login* untuk mengakses mengakses SPK pemilihan *board microcontroller*. Setelah *user* telah berhasil masuk ke sistem, maka sistem akan menampilkan *user interface* menu utama. Tampilan dari *user interface* menu utama disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. User Interface Menu Utama SPK Pemilihan Board microcontroller

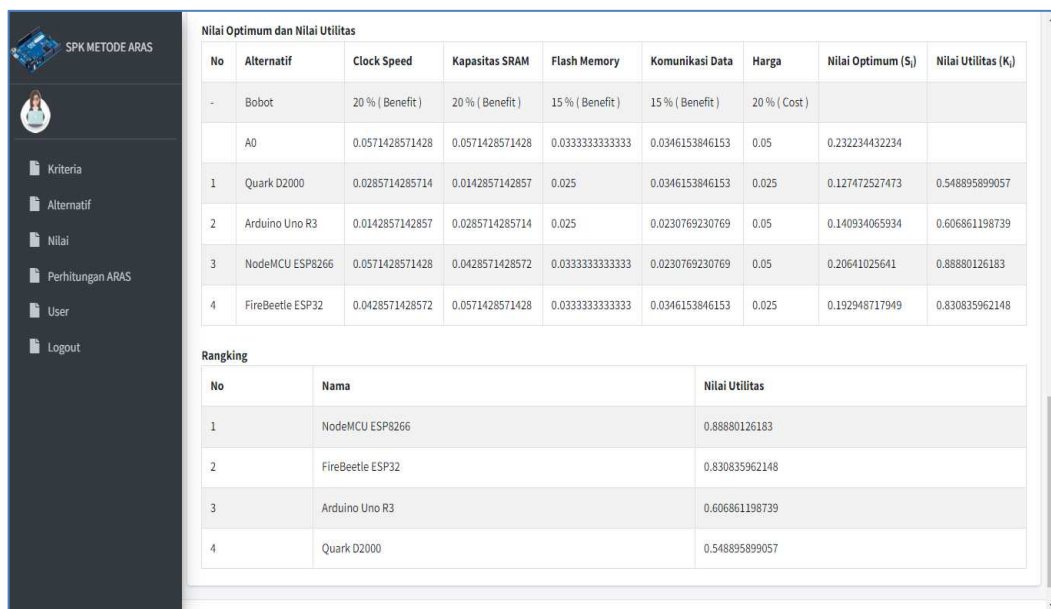
Pada Gambar 3 merupakan tampilan menu utama SPK pemilihan *board microcontroller*, dimana pada menu ini menampilkan grafik hasil perhitungan pendekatan ARAS serta fitur-fitur utama seperti menu kriteria, alternatif, nilai dan *user*. Untuk memulai memilih *board microcontroller*, maka pengguna harus melakukan pengelolaan data kriteria terlebih dahulu melalui menu kriteria. Pada menu kriteria *user* dapat menambah, mengubah dan hapus data kriteria. Tampilan *form* untuk input data kriteria tersaji pada Gambar 3.

Gambar 3. User Interface Menu Mengelola Data Kriteria

Pada Gambar 3 terlihat *user interface* untuk tambah data kriteria, dimana *user* akan memasukkan nama kriteria, jenis kriteria dan bobot kriteria. Setelah seluruh kriteria terisi selanjutnya *user* dapat melakukan pengelolaan data alternatif pada menu alternatif. Pada menu tersebut *user* dapat menambahkan, merubah serta menghapus data alternatif. Setelah data alternatif telah dikelola kemudian dilanjutkan dengan mengelola data nilai alternatif. Pada menu nilai *user* dapat memberikan penilaian terhadap alternatif berdasarkan masing-masing kriteria pada *board microcontroller* yang menjadi alternatif. Menu menambahkan penilaian alternatif terlihat pada Gambar 4.

Gambar 4. User Interface Menambah Data Nilai Alternatif

Pada Gambar 4 memperlihatkan *form* untuk menambah data nilai alternatif, jika seluruh nilai alternatif pada setiap kriteria telah diinputkan maka *user* dapat melakukan proses perhitungan ARAS untuk mendapatkan alternatif terbaik. Pada menu proses perhitungan ARAS *user* akan diperlihatkan tahap demi tahap perhitungan pada metode ARAS. Selain itu, *user* juga akan ditampilkan hasil perbandingan alternatif terbaik berdasarkan metode ARAS. *User interface* untuk menu perhitungan ARAS tersaji pada 5.



The screenshot shows a web application titled "SPK METODE ARAS". On the left is a sidebar menu with options: Kriteria, Alternatif, Nilai, Perhitungan ARAS, User, and Logout. The main content area is divided into two sections. The top section, "Nilai Optimum dan Nilai Utilitas", contains a table with 8 columns: No, Alternatif, Clock Speed, Kapasitas SRAM, Flash Memory, Komunikasi Data, Harga, Nilai Optimum (S_i), and Nilai Utilitas (K_j). It lists five alternatives: A0, Quark D2000, Arduino Uno R3, NodeMCU ESP8266, and FireBeetle ESP32. The bottom section, "Rangking", contains a table with 3 columns: No, Nama, and Nilai Utilitas, showing the same five alternatives ranked by their utility values.

No	Alternatif	Clock Speed	Kapasitas SRAM	Flash Memory	Komunikasi Data	Harga	Nilai Optimum (S _i)	Nilai Utilitas (K _j)
-	Bobot	20 % (Benefit)	20 % (Benefit)	15 % (Benefit)	15 % (Benefit)	20 % (Cost)		
	A0	0.0571428571428	0.0571428571428	0.0333333333333	0.0346153846153	0.05	0.232234432234	
1	Quark D2000	0.0285714285714	0.0142857142857	0.025	0.0346153846153	0.025	0.127472527473	0.548895899057
2	Arduino Uno R3	0.0142857142857	0.0285714285714	0.025	0.0230769230769	0.05	0.140934065934	0.606861198739
3	NodeMCU ESP8266	0.0571428571428	0.0428571428572	0.0333333333333	0.0230769230769	0.05	0.20641025641	0.88880126183
4	FireBeetle ESP32	0.0428571428572	0.0571428571428	0.0333333333333	0.0346153846153	0.025	0.192948717949	0.830835962148

No	Nama	Nilai Utilitas
1	NodeMCU ESP8266	0.88880126183
2	FireBeetle ESP32	0.830835962148
3	Arduino Uno R3	0.606861198739
4	Quark D2000	0.548895899057

Gambar 5. User Interface Hasil Perhitungan Metode ARAS Pada Sistem

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwasanya hasil perhitungan sistem dengan pendekatan ARAS menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan manual. Maka, SPK yang dibangun telah menghasilkan perhitungan yang tepat.

Sebelum SPK yang dikembangkan digunakan oleh masyarakat umum, maka sebelumnya dilakukan pengujian terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dibangun dapat bekerja dengan baik. Teknik uji yang diterapkan yakni dengan *black-box testing*, dimana pada uji ini melakukan pengujian berdasarkan fungsionalitas dari perangkat lunak yang dibangun. Hasil uji yang dilakukan tersaji pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Uji Menggunakan *Black-box Testing*

No	Kasus Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
1	Fitur Menu Utama	User dapat melihat Grafik hasil perhitungan dan memilih menu-menu yang ada pada sistem.	Berhasil
2	Fitur Kriteria	User dapat melakukan pengelolaan data kriteria seperti tambah, ubah dan menghapus data.	Berhasil
3	Fitur Alternatif	User dapat mengelola data alternatif seperti tambah, ubah serta menghapus data.	Berhasil
4	Fitur Nilai Alternatif	User dapat mengelola data nilai alternatif seperti input, ubah serta menghapus data.	Berhasil
5	Fitur Perhitungan ARAS	User dapat menampilkan proses dari perhitungan metode ARAS	Berhasil
6	Hasil Rangking Alternatif	User dapat melihat hasil rangking alternatif terbaik	Berhasil

Pada Tabel 6, terlihat bahwasanya seluruh kasus uji mendapatkan hasil “Berhasil”. Hal tersebut menunjukkan bahwa SPK pemilihan *board microcontroller* dengan menggunakan metode ARAS dapat bekerja sebagaimana mestinya.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah mengimplementasikan *Additive Ratio Assessment* (ARAS) pada pemilihan *board microcontroller*. Pendekatan ARAS dapat melakukan pemilihan alternatif terbaik berdasarkan tingkat utilitas pada setiap alternatif dalam penentuan pemeringkatan alternatif atau alternatif terbaik. Berdasarkan hasil studi kasus yang dilakukan diperoleh nilai utilitas tertinggi adalah NodeMCU ESP8266 dengan nilai 0,8873, kemudian diikuti oleh FireBeetle ESP32 dengan nilai 0,8357, Arduino Uno R3 dengan nilai 0,5815 dan Quark D2000 dengan nilai 0,5298. Hasil perhitungan yang diperoleh dari SPK yang dibangun dengan menghitung secara manual memperlihatkan perolehan nilai yang sama, ini berarti sistem telah menghasilkan perhitungan yang tepat. Sistem yang dikembangkan mempunyai fungsi-fungsi seperti pengelolaan data kriteria, pengelolaan alternatif, pengelolaan nilai alternatif, melihat proses perhitungan metode ARAS dan melihat hasil rangking dari alternatif terbaik. Selain itu, berdasarkan hasil *black box testing* menunjukkan semua fitur yang diuji telah berhasil dengan baik. Ini artinya SPK pemilihan *board microcontroller* yang dibangun dapat bekerja sebagaimana mestinya.

REFERENCES

- [1] L. Khakim, I. Afriliana, and N. Nurohim, *Implementasi Mikrokontroler dan Sensor MQ2 pada Sistem Proteksi Kebocoran Gas LPG Rumah Tangga*. Pekalongan: Penerbit NEM, 2022.
- [2] A. S. Romadhon and F. Umam, *Project Sistem Kontrol Berbasis Arduino*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2022.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] V. Sihombing *et al.*, "Additive Ratio Assessment (ARAS) Method for Selecting English Course Branch Locations," in *Virtual Conference on Engineering, Science and Technology (ViCEST)*, 2021, pp. 1–5. doi: 10.1088/1742-6596/1933/1/012070.
- [7] 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.
- [8] D. Meidelfi, R. Idmayanti, F. Maulidani, M. Ilham, and F. Alfajr, "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.
- [9] J. Azzahra, Y. Maulita, and M. A. Syari, "Motorcycle Credit Purchase Decision Support System With Additive Ratio Assesment (ARAS) Method," *Int. J. Heal. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [10] B. Satria, "Implementation Of Additive Ratio Assessment (ARAS) Method on Decision Support System for Recipient of Inhabitable House," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 121–128, 2020, doi: 10.33480/jitk.v6i1.1389.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] R. I. Borman and A. Ansori, "Implementasi Augmented Reality pada Aplikasi Android Pegenalan Gedung Pemerintahan Kota Bandar Lampung," *J. Teknoinfo*, vol. 11, no. 1, pp. 1–5, Jun. 2017, doi: 10.33365/jti.v11i1.2.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] R. T. Lubis, F. Rizky, and R. Gunawan, "Penentuan Mutasi Karyawan Menggunakan Metode Additive Ratio Assesment (ARAS)," *J. Sist. Infomasi TGD*, vol. 1, no. 1, pp. 41–52, 2022.
- [20] M. Ghram and H. Frikha, "Multiple Criteria Hierarchy Process within ARAS method," in *International Conference on Control, Decision and Information Technologies*, 2019, pp. 995–1000.