

# Implementasi Metode AHP dan MOORA dalam Penentuan Pemberian Bonus Triwulan Berdasarkan Penilaian Kinerja Guru

Agus Heryanto\*, Ananda Yudha Budiono

Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>agus.heryanto.1992@gmail.com, <sup>2</sup>anandhayd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: agus.heryanto.1992@gmail.com

**Abstrak**—Sistem Pendukung Keputusan adalah sebuah teknologi yang dibangun guna membantu suatu organisasi atau lembaga dalam melakukan pengambilan keputusan. Sekolah Dasar Mardi Waluya adalah Lembaga Pendidikan yang didalamnya terdapat suatu proses pengambilan keputusan untuk penentuan pemberian bonus triwulan kepada guru dengan berdasarkan hasil penilaian kinerja. Namun dalam proses pengambilan keputusan tersebut ditemukan beberapa permasalahan yaitu masih dilakukan secara konvensional pada penentuan pemberian bonus triwulannya, yang menyebabkan proses penentuan menjadi tidak transparan dan akuntabel. Selain itu pelaporan hasil rekomendasi guru penerima bonus triwulan yang dilakukan oleh asesor, tidak efektif dalam penyampaiannya karena lambat. Sehingga kepala sekolah membutuhkan suatu teknologi berupa sistem pendukung keputusan, yang transparan, akuntabel, efektif dan efisien dalam memberikan rekomendasi guru yang akan mendapatkan bonus triwulan. Dalam penelitian ini akan dibangun sistem pendukung keputusan yang menerapkan metode Analytic Hierarchy Proses (AHP) dan metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA). Metode AHP digunakan untuk mendapatkan bobot yang konsisten, sedangkan metode MOORA digunakan untuk melakukan perankingan terhadap penilaian kinerja guru, sehingga penentuan bonus dalam penilaian kinerja guru dapat lebih efektif, efisien dan akuntabel. Implementasi metode AHP dan MOORA pada sistem pendukung keputusan ini dibangun berbasis website. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memudahkan kepala sekolah dalam penentuan pemberian bonus triwulan kepada guru yang memiliki kinerja yang baik, sehingga hasil keputusan tersebut diberikan kepada guru yang berhak.

**Kata Kunci:** AHP; MOORA; SPK; Rewards, Kinerja

**Abstract**—A Decision Support System is a technology built to assist an organization or institution in making decisions. Mardi Waluya Elementary School is an educational institution in which there is a decision-making process for determining the provision of quarterly bonuses to teachers based on the results of performance assessments. However, in the decision making process several problems were found, namely that it was still carried out conventionally in determining quarterly bonuses, which caused the determination process to not be transparent and accountable. Apart from that, the reporting of the results of recommendations for teachers receiving quarterly bonuses carried out by assessors was not effective in its delivery because it was slow. So school principals need technology in the form of a decision support system, which is transparent, accountable, effective and efficient in providing recommendations for teachers who will receive quarterly bonuses. In this research, a decision support system will be built that applies the Analytic Hierarchy Process (AHP) method and the Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA) method. The AHP method is used to obtain consistent weights, while the MOORA method is used to rank teacher performance assessments, so that determining bonuses in teacher performance assessments can be more effective, efficient and accountable. The implementation of the AHP and MOORA methods in this decision support system is built on a website basis. It is hoped that the results of this research will make it easier for school principals to determine the provision of quarterly bonuses to teachers who have good performance, so that the results of the decision are given to the teachers who are entitled to them.

Keywords: AHP; MOORA; DSS; Rewards, Performance

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi Decision Support System (DSS) merupakan salah satu teknologi informasi yang dibuat untuk membantu pengambilan keputusan di dalam suatu organisasi. DSS menggunakan data dan informasi yang telah terkumpul dan diolah dari berbagai sumber untuk membantu para pengambil keputusan dalam mengevaluasi alternatif keputusan yang mungkin ada. Dalam konteks pendidikan, teknologi Decision Support System juga dapat digunakan untuk membantu kepala sekolah dalam menentukan penilaian kinerja guru. DSS dapat memberikan informasi dan analisis yang tepat tentang kinerja guru, termasuk kriteria yang digunakan dalam penilaian kinerja dan hasil penilaian sebelumnya. Di samping itu, tidak semua sekolah menerapkan teknologi untuk hal tersebut. Salah satu contohnya yaitu Sekolah Dasar (SD) Mardi Waluya Bogor.

Berdasarkan hasil wawancara yang diperoleh informasi dari staf tata usaha SD Mardi Waluya Bogor ditemukan mekanisme dan permasalahan yang dihadapi. Mekanisme pemberian bonus yang berjalan di SD Mardi Waluya Bogor masih menggunakan penilaian konvensional, dengan mengecek satu persatu kriteria yang dijadikan pedoman dalam pengambilan keputusan berapa banyak bonus yang akan diberikan kepada guru setiap tiga bulan sekali. Mekanisme konvensional menyebabkan banyak kendala yang dihadapi, di antaranya kesulitan dalam memilih guru yang layak untuk diberikan bonus triwulan, selain itu kepala sekolah mengharapkan hasil dari proses pemilihan tersebut, yaitu guru yang diprioritaskan untuk mendapatkan bonus utama segera dilaporkan.

Dari masalah-masalah yang telah disampaikan tersebut, dibutuhkan suatu Sistem Pendukung Keputusan yang dapat membantu pihak sekolah dalam melakukan pengambilan keputusan berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Adapun metode yang akan diimplementasikan dalam Sistem Pendukung Keputusan ini adalah kombinasi antara metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA). Metode AHP ini digunakan untuk mendapatkan bobot yang konsisten sedangkan untuk metode MOORA digunakan untuk melakukan perankingan terhadap penilaian kinerja guru. Metode AHP juga mampu meringkas sebuah persoalan yang

pada awalnya tidak terstruktur menjadi sebuah model yang fleksibel dan lebih mudah untuk dipahami [1]–[3]. Selain itu juga metode MOORA memiliki hasil yang lebih akurat dan tepat sasaran dalam membantu pengambilan keputusan. Bila dibandingkan dengan metode lain, metode MOORA bahkan lebih sederhana dan mudah diimplementasikan [4], [5]. Sehingga penentuan dan pemberian bonus yang akan didapatkan dari hasil penilaian kinerja guru dapat lebih efektif dan efisien [5]–[7].

Terdapat beberapa penelitian sejenis terdahulu yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga menjadi acuan dan panduan bagi peneliti. Dalam state of the art ini terdapat beberapa jurnal, antara lain.

Peneliti pertama [3] dengan judul Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Penerima Reward Guru Dengan Metode Weighted Product. Tujuan penelitiannya adalah untuk menentukan penerima reward setiap guru. Dengan hasil penelitiannya adalah sebuah Aplikasi yang dibangun untuk memudahkan pihak sekolah dalam melakukan penilaian yang digunakan untuk kinerja setiap guru, serta informasi yang dihasilkan berguna bagi sekolah. Perbedaannya pada penelitian ini hanya menggunakan metode Weighted Product (WP), sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan kombinasi metode AHP-MOORA.

Dalam penelitian lain adalah untuk menentukan guru terbaik, dengan hasil penelitiannya berupa sistem yang dapat membantu penilaian guru secara terkomputerisasi dan meminimalkan kesalahan dengan penerapan Metode Topsis. Sedangkan perbandingannya, pada penelitian ini hanya menggunakan metode Topsis, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan kombinasi metode AHP-MOORA [1].

Untuk menentukan guru berprestasi sebagai ajang promosi jabatan, dengan hasil penelitian berupa Aplikasi yang dapat diterapkan dan menghasilkan perhitungan yang sama antara perhitungan manual dan perhitungan sistem [8]–[12]. Pengujian sistem menggunakan, pengujian white box dan base path menghasilkan nilai  $V(G) = CC$ , dimana  $V(G) = 4$  dan  $CC = 4$ , sehingga didapat bahwa logika flowchart perhitungan dan perangkingan adalah benar [13]–[15]. Untuk perbedaannya, pada penelitian ini menggunakan metode AHP dan MOORA untuk menentukan guru berprestasi sebagai ajang naik jabatan, sedangkan pada penelitian menggunakan kombinasi metode AHP-MOORA untuk menentukan bonus terhadap penilaian guru.

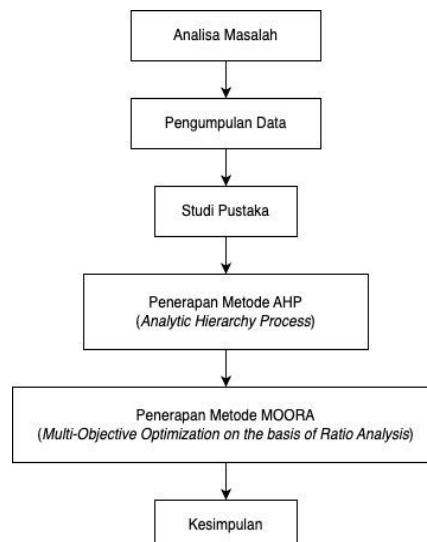
Untuk menentukan pemberian bonus karyawan, dengan hasil penelitian berupa Sistem pendukung keputusan yang dibangun dapat mempermudah dalam menentukan keputusan penerima bonus karyawan dengan perhitungan, sehingga hasil keputusan lebih akurat dan tepat sasaran [9], [16], [17]. Perbedaannya, Pada penelitian ini untuk untuk pemberian bonus pada karyawan dan hanya menggunakan MOORA sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk pemberian bonus pada guru menggunakan kombinasi metode AHP-MOORA.

Dari keempat penelitian terdahulu yang sejenis tersebut, dapat ditarik perbedaan dengan penelitian yang lakukan yaitu: fokus penelitian pada penilaian kinerja guru dalam pemberian bonus triwulan, metode yang digunakan adalah AHP dan MOORA dengan metode AHP dapat mengatasi ketidakpastian dalam penentuan bobot kriteria, sedangkan metode MOORA dalam menangani kompleksitas dalam penilaian multi-kriteria. Dengan kombinasi kedua metode ini, diharapkan dapat menghasilkan penilaian yang lebih akurat.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tahapan penelitian yang menggambarkan urutan/tahapan yang menjadi kerangka kerja dari sebuah penelitian. Yang diharapkan agar penelitian ini menjadi terstruktur dan sistematis, sehingga dapat untuk mudah di pahami dan dimengerti. Adapun tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini diawali dari analisa permasalahan yang peneliti temukan pada tempat penelitian, kemudian selanjutnya melakukan pengumpulan data yang dilakukan dengan cara observasi langsung ke tempat penelitian dan wawancara kepada narasumber yang terkait dengan penelitian. Studi literatur dilakukan untuk mencari dan menemukan teori dan metodologi dalam pemecahan permasalahan yang ingin diselesaikan. Dalam hal ini, teori yang di gunakan dalam penelitian ini adalah yang berhubungan dengan Sistem Pendukung Keputusan, Metode Analytic Hierarchy Process, dan Metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis. Tahap selanjutnya adalah penerapan Metode Analytic Hierarchy Process untuk menentukan pembobotannya, dan tahap penerapan Metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis untuk menentukan perankingannya. Kesimpulan merupakan tahap terakhir setelah penerapan metode AHP dan MOORA, sehingga dapat terlihat hasil perhitungan ranking guru yang akan mendapatkan bonus gaji triwulan.

### 2.2 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem yang dapat memberikan pemecahan masalah, melakukan komunikasi untuk pemecahan masalah tertentu dengan terstruktur maupun tidak terstruktur [9], [16], [17]. Sistem Pendukung Keputusan didefinisikan sebagai sebuah sistem yang dimaksudkan untuk mendukung para pengambil keputusan manajerial. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem yang dapat memberikan pemecahan masalah, melakukan komunikasi untuk pemecahan masalah tertentu dengan terstruktur maupun tidak terstruktur. Ada beberapa metode yang dapat digunakan menyelesaikan masalah sistem pendukung keputusan antara lain: Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis Simple (MOORA), Additive Weighting Method (SAW) [1], [18]–[20], Additive Ratio Assessment (ARAS), TOPSIS dan lain-lain. Selain itu, Ada juga beberapa sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan untuk penyelesaian masalah yang dihadapi yaitu metode SAW, WP, OCRA, TOPSIS, MOORA, MAUT, MOOSRA, WASPAS dan ada lagi metode lainnya.

### 2.3 Analytic Hierarchy Process

Metode AHP merupakan metode yang menggunakan hirarki sebagai proses pengambilan keputusannya. Terdapat ti

1. Menentukan matriks perbandingan berpasangan

$$W = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & \dots & W_2/W_n \\ \vdots & \dots & \vdots \\ W_n/W_1 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \tag{1}$$

2. Normalisasikan data dengan membagi nilai dari setiap elemen dalam matriks berpasangan dengan nilai total dari setiap kriteria (kolom)

$$a^*_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{ij}^n} = a_{ij} \tag{2}$$

3. Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensinya

$$W_1 = \sum_{i=1}^n = a^*_{ij}/n \tag{3}$$

4. Mengecek konsistensi hierarki :

Menghitung Consistency Index (Ci) berdasarkan persamaan 1 berikut :

$$C_i = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{4}$$

Menghitung Consistency Ratio (Cr) berdasarkan persamaan 2 berikut :

$$C_r = \frac{C_i}{R_i} \tag{5}$$

Jika bernilai  $0 \leq \text{rasio} \leq 0,1$  maka disebut konsisten dan perhitungan benar

### 2.4 Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis

MOORA merupakan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah perhitungan yang kompleks. Multi Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (MOORA) dapat melakukan pengoptimalisasian satu atau lebih atribut yang bertentangan. Metode MOORA memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan untuk dipahami dalam memisahkan bagian subjektif dari suatu proses evaluasi kedalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan. Peneliti terdahulu juga mengungkapkan bahwa metode MOORA merupakan alternate tertinggi yang dapat digunakan untuk menentukan kriteria keputusan dibandingkan metode lain seperti Topsis, Vikor , dan ARAS. Proses proses yang dilakukan pada Multi-Objective Optimization On The Basic Of Ratio Analysis (MOORA) memerlukan kriteria-kriteria yang mempengaruhi peserta (alternatif) dalam perhitungan.

Berikut adalah Langkah penerapan metode MOORA:

- Melakukan normalisasi matriks keputusan. Normalisasi ini digunakan untuk menyeragamkan nilai alternatif dari setiap kriteria. Normalisasi pada MOORA dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^m X_{ij}^2]}} \tag{6}$$

- Menentukan nilai  $Y_i$  dengan melakukan pengurangan nilai maximum dan minimum. Jika atribut atau kriteria pada masing-masing alternatif tidak diberikan nilai bobot. Ukuran yang dinormalisasi ditambahkan dalam kasus maksimasi (untuk atribut yang menguntungkan) dan dikurangi dalam minimasi (untuk atribut yang tidak menguntungkan) jika dirumuskan maka:

$$Y_j^* = \sum x_{ij} \text{ i = g * i = 1 - } \sum x_{ij} \text{ i = n * i = g + 1} \tag{7}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini untuk proses penentuan keputusan menggunakan metode AHP dan MOORA. Penerapan metode AHP untuk pembobotan Kriteria dan Sub Kriteria. Sedangkan metode MOORA digunakan untuk perbandingan alternatif berdasarkan data penilaian dan pembobotan kriteria yang telah didapat dari metode AHP.

#### 3.1 Penerapan Metode Analytic Hierarchy Process

Berikut merupakan kriteria yang digunakan dalam penelitian ini. Kriteria tersebut terdiri dari kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial dan kompetensi profesional. Untuk detailnya dapat terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria

No	Kode Kriteria	Nama Kriteria	Bobot
1	C1	Kompetensi Pedagogik	0.47
2	C2	Kompetensi Kepribadian	0.28
3	C3	Kompetensi Sosial	0.16
4	C4	Kompetensi Profesional	0.10

Dari keempat kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, masing – masing kriteria tersebut memiliki sub kriteria. Untuk sub kriteria dari kompetensi pedagogik dapat terlihat seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Sub Kriteria Kompetensi Pedagogik

No	Kode Sub Kriteria	Nama Sub Kriteria	Bobot
1	KP1	Mengenal karakteristik peserta didik	0.35
2	KP2	Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik	0.23
3	KP3	Pengembangan kurikulum	0.16
4	KP4	Kegiatan pembelajaran yang mendidik	0.11
5	KP5	Pengembangan potensi peserta didik	0.07
6	KP6	Komunikasi dengan peserta didik	0.05
7	KP7	Penilaian dan evaluasi	0.03

Subkriteria dari kriteria kompetensi kepribadian, dapat terlihat seperti pada tabel 3.

**Tabel 3.** Sub Kriteria Kompetensi Kepribadian

No	Kode Sub Kriteria	Nama Sub Kriteria	Bobot
1	KSI1	Bertindak sesuai dengan norma agama, hukum, sosial, dan kebudayaan nasional	0.54
2	KSI2	Menunjukkan pribadi yang dewasa dan teladan	0.30
3	KSI3	Etos kerja, tanggung jawab yang tinggi, rasa bangga menjadi guru	0.16

Sub kriteria dari kriteria kompetensi sosial, dapat terlihat seperti pada tabel 4.

**Tabel 4.** Sub Kriteria Kompetensi Sosial

No	Kode Sub Kriteria	Nama Sub Kriteria	Bobot
1	KA1	Bersikap inklusif, bertindak objektif serta tidak diskriminatif	0.67
2	KA2	Komunikasi dengan sesama guru, tenaga kependidikan, orangtua, peserta didik dan masyarakat	0.33

Subkriteria dari kriteria kompetensi profesional, dapat terlihat seperti pada tabel 5.

**Tabel 5.** Sub Kriteria Kompetensi Profesional

No	Kode Sub Kriteria	Nama Sub Kriteria	Bobot
1	KB1	Penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	0.67
2	KB2	Mengembangkan keprofesionalan melalui tindakan reflektif	0.33

Langkah pertama penerapan metode AHP adalah menentukan matriks perbandingan berpasangan. Hasil matriks perbandingan berpasangan dapat terlihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria/Kompetensi	Pedagogik	Kepribadian	Sosial	Profesional	Jumlah
<b>Pedagogik</b>	1	2	3	4	10
<b>Kepribadian</b>	0.5	1	2	3	6.5
<b>Sosial</b>	0.33	0.5	1	2	3.83
<b>Profesional</b>	0.25	0.33	0.5	1	2.08
<b>Jumlah</b>	2.08	3.83	6.5	10	

Langkah kedua adalah melakukan normalisasi matriks perbandingan berpasangan. Hasil dari matriks perbandingan berpasangan dapat terlihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria/Kompetensi	Pedagogik	Kepribadian	Sosial	Profesional	Total
<b>Pedagogik</b>	0.48	0.52	0.46	0.40	1.86
<b>Kepribadian</b>	0.24	0.26	0.31	0.30	1.11
<b>Sosial</b>	0.16	0.13	0.15	0.20	0.64
<b>Profesional</b>	0.12	0.09	0.08	0.10	0.38

Langkah selanjutnya adalah menghitung eigen vector dan menguji konsistensinya

Eigen vector :

$$C_1 = 2.08 * 0.47 = 0.99776$$

$$C_2 = 3.83 * 0.28 = 1.0724$$

$$C_3 = 6.5 * 0.16 = 1.04$$

$$C_4 = 10 * 0.10 = 1$$

$$a_{max} = 0.99776 + 1.0724 + 1.04 + 1 = 4.11016$$

Langkah keempat dalam penerapan AHP adalah mengecek konsistensi hierarki. Dengan menghitung Consistency Index (Ci) :

$$C_i = \frac{a_{max} - n}{n - 1}$$

$$C_i = \frac{4.11016 - 4}{4 - 1}$$

$$C_i = \frac{0.11016}{3}$$

$$C_i = 0.03672$$

$R_i = 0.9009$  Nilai  $R_i$  diperoleh dari dari nilai RI/IR dan untuk nilainya disesuaikan berdasarkan banyaknya kriteria yang digunakan (jumlah kriteria). Selanjutnya tahap terakhir dari penerapan AHP adalah dengan menghitung Consistency Ratio (Cr) :

$$C_r = \frac{C_i}{R_i}$$

$$C_r = \frac{0.03672}{0.9009}$$

$$C_r = 0.0407$$

Nilai Cr Lebih kecil dari 0,1 maka pembobotan prioritas kriteria dinyatakan konsisten dan dapat digunakan untuk proses perangkaan. Tabel 8 dibawah ini merupakan tabel perhitungan bobot secara keseluruhan yang telah dihitung. Nilai bobot ini nanti akan digunakan untuk proses perangkaan yang akan dilakukan dengan menggunakan metode MOORA.

**Tabel 8.** Perhitungan Bobot Kriteria

Kode Kriteria	C1	C2	C3	C4	Normalisasi				Nilai	Bobot
					C1	C2	C3	C4		
<b>C1</b>	1	2	3	4	0.48	0.52	0.46	0.40	1.86	0.47

Kode Kriteria	C1	C2	C3	C4	Normalisasi				Nilai	Bobot
					C1	C2	C3	C4		
C2	0.5	1	2	3	0.24	0.26	0.31	0.30	1.11	0.28
C3	0.33	0.5	1	2	0.16	0.13	0.15	0.20	0.64	0.16
C4	0.25	0.33	0.5	1	0.12	0.09	0.08	0.10	0.38	0.10
<b>Jumlah</b>	2.08	3.83	6.5	10						
<b>Lamda (Eigen Vector) Maks</b>										4.11016
<b>Consistency Index (Ci)</b>										0.03672
<b>Consistency Ratio (Cr)</b>										0.0407

Untuk hasil perhitungan bobot sub kriteria kompetensi pedagogik dapat terlihat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Perhitungan Bobot Sub Kriteria Kompetensi Pedagogik

Kode Subkriteria	Normalisasi							Nilai	Bobot	
	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP5	KP6			
KP1	0.39	0.45	0.41	0.36	0.32	0.28	0.25	2.46	0.35	
KP2	0.19	0.22	0.27	0.27	0.25	0.23	0.21	1.64	0.23	
KP3	0.13	0.11	0.14	0.18	0.19	0.19	0.18	1.12	0.16	
KP4	0.1	0.07	0.07	0.09	0.13	0.14	0.14	0.74	0.11	
KP5	0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.11	0.09	0.5	0.07	
KP6	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.32	0.05	
KP7	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.22	0.03	
<b>Lamda (Eigen Vector) Maks</b>										7.34
<b>Consistency Index (Ci)</b>										0.06
<b>Consistency Ratio (Cr)</b>										0.455
<b>Index Random Consistency (IR)</b>										1.32

Untuk hasil perhitungan bobot sub kriteria kompetensi kepribadian dapat terlihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Perhitungan Bobot Sub Kriteria Kompetensi Kepribadian

Kode Sub Kriteria	KSI	KSI2	KSI3	Normalisasi			Nilai	Bobot	
				KSI	KSI2	KSI3			
KSI1	1	2	3	0.55	0.57	0.5	1.62	0.54	
KSI2	0.5	1	2	0.27	0.29	0.33	0.89	0.30	
KSI3	0.33	0.5	1	0.18	0.14	0.17	0.49	0.16	
<b>Jumlah</b>	1.83	3.5	6						
<b>Lamda (Eigen Vector) Maks</b>									3.00
<b>Consistency Index (Ci)</b>									0.00
<b>Consistency Ratio (Cr)</b>									0.0000
<b>Index Random Consistency (IR)</b>									0.58

Untuk hasil perhitungan bobot sub kriteria kompetensi sosial dapat terlihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Perhitungan Bobot Sub Kriteria Kompetensi Sosial

Kode SubKriteria	KA1	KA2	Normalisasi		Nilai	Bobot
			KA1	KA2		
KA1	1	2	0.67	0.67	1.34	0.67
KA2	0.5	1	0.33	0.33	0.66	0.33
<b>Jumlah</b>	1.5	3				
<b>Lamda (Eigen Vector) Maks</b>						2.00
<b>Consistency Index (Ci)</b>						0.00
<b>Consistency Ratio (Cr)</b>						0
<b>Index Random Consistency (IR)</b>						0

Untuk hasil perhitungan bobot sub kriteria kompetensi profesional dapat terlihat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Perhitungan Bobot Sub Kriteria Kompetensi Profesional

Kode SubKriteria	KB1	KB2	Normalisasi		Nilai	Bobot
			KB1	KB2		
KB1	1	2	0.67	0.67	1.34	0.67
KB2	0.5	1	0.33	0.33	0.66	0.33
<b>Jumlah</b>	1.5	3				
<b>Lamda (Eigen Vector) Maks</b>						2.00

Kode SubKriteria	KB1	KB2	Normalisasi		Nilai	Bobot
			KB1	KB2		
Consistency Index (Ci)						0.00
Consistency Ratio (Cr)						0
Index Random Consistency (IR)						0

**3.2 Penerapan Metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis**

Metode MOORA adalah metode sebagai pengambil keputusan dengan menggunakan perkalian yang dapat menghubungkan nilai kriteria, yang dimana nilai untuk setiap kriteria harus dipangkatkan dulu dengan bobot kriteria yang bersangkutan. Berikut merupakan tahapan penerapan dari metode MOORA pada penentuan pemberian bonus triwulan berdasarkan penilaian kinerja guru. Berikut adalah data alternatif yang berisi 8 guru yang akan dilakukan penilaian, dapat terlihat pada tabel 13.

**Tabel 13.** Tabel Alternatif (Guru)

No	ID Guru	Nama Guru	Email
1	911	Deshinta Pramita Devi	devipramita@gmail.com
2	912	Duria Fikasari	fikasari212@gmail.com
3	913	Emi Purna Astiti	emipurna19@gmail.com
4	914	Muhammad Sayuti	muhsayuti@gmail.com
5	915	Ngesti Hurfatul Janah	ngestihurfatul7@gmail.com
6	916	Nisaul Hasanah	nisaulhasanah210@gmail.com
7	917	Raka Swandhita Hutomo	swandhitaraka@gmail.com
8	918	Ratna Yuniningsih	ryuningsih12@gmail.com

Lalu pada tabel 14 adalah data penilaian dari masing – masing alternatif (guru).

**Tabel 14.** Penilaian Alternatif (Guru)

ID Guru	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KS1	KS2	KS3	KA1	KA2	KB1	KB2
911	0.49	0.28	0.16	0.10	0.16	0.28	0.47	0.28	0.28	0.28	0.16	0.16	0.10	0.10
912	0.28	0.16	0.16	0.10	0.16	0.28	0.47	0.16	0.16	0.10	0.10	0.10	0.28	0.28
913	0.16	0.10	0.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.10	0.10	0.10	0.28	0.28	0.47	0.47
914	0.47	0.28	0.47	0.28	0.28	0.47	0.47	0.16	0.16	0.16	0.28	0.28	0.47	0.47
915	0.16	0.26	0.16	0.16	0.16	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.10	0.10	0.16	0.16
916	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.16	0.16	0.16	0.28	0.28	0.28	0.28
917	0.47	0.20	0.47	0.10	0.47	0.10	0.47	0.10	0.47	0.10	0.47	0.10	0.47	0.10
918	0.10	0.16	0.10	0.10	0.16	0.10	0.16	0.16	0.16	0.10	0.16	0.10	0.16	0.10

Langkah pertama dalam penerapan metode MOORA adalah melakukan normalisasi matriks keputusan, dari hasil penilaian yang telah dilakukan kepada masing – masing alternatif. Dapat terlihat pada tabel 15.

**Tabel 15.** Normalisasi Matriks Keputusan

ID Guru	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KS1	KS2	KS3	KA1	KA2	KB1	KB2
911	0.501	0.486	0.204	0.201	0.225	0.363	0.45	0.53	0.4	0.562	0.22	0.292	0.107	0.124
912	0.298	0.278	0.204	0.201	0.225	0.363	0.45	0.303	0.229	0.201	0.138	0.182	0.298	0.346
913	0.17	0.174	0.127	0.321	0.225	0.207	0.153	0.189	0.143	0.201	0.386	0.511	0.501	0.581
914	0.501	0.486	0.598	0.562	0.394	0.609	0.45	0.303	0.229	0.321	0.386	0.511	0.501	0.581
915	0.17	0.278	0.204	0.321	0.225	0.363	0.268	0.53	0.4	0.562	0.138	0.182	0.17	0.198
916	0.298	0.486	0.356	0.562	0.394	0.363	0.268	0.303	0.229	0.321	0.368	0.511	0.298	0.346
917	0.501	0.174	0.598	0.201	0.201	0.13	0.45	0.189	0.671	0.201	0.647	0.182	0.501	0.124
918	0.107	0.278	0.127	0.201	0.201	0.207	0.153	0.303	0.229	0.201	0.22	0.182	0.17	0.124

Langkah kedua dalam penerapan metode MOORA adalah menentukan preferensi atau mencari nilai Yi. Hasilnya sesuai pada tabel 16.

**Tabel 16.** Perhitungan Nilai Yi

No	ID Guru	Nilai
1	911	0.372
2	912	0.257
3	913	0.258
4	914	0.444
5	915	0.291

No	ID Guru	Nilai
6	916	0.363
7	917	0.398
8	918	0.205

Dari hasil perhitungan nilai  $Y_i$  maka didapatkan hasil perangkingan untuk keputusan penentuan pemberian bonus triwulan berdasarkan penilaian kinerja guru, dengan mengurutkan dari nilai tertinggi hingga nilai paling rendah dari hasil perhitungan, sesuai pada tabel 17 berikut.

**Tabel 17.** Hasil Perangkingan

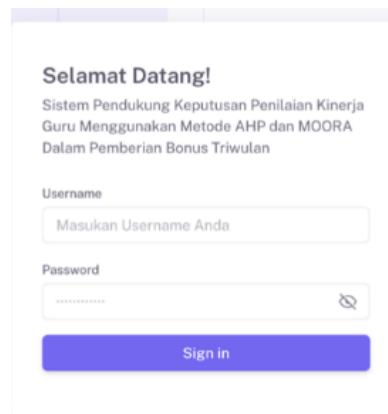
ID Guru	Nama Guru	Hasil/Nilai	Rangking
914	Erni Purna Astiti	0.444	1
917	Nisaul Hasanah	0.389	2
911	Deshinta Pramita Devi	0.372	3
916	Ngesti Hurfatul Janah	0.363	4
915	Muhammad Sayuti	0.291	5
913	Duria Fikasari	0.258	6
912	Raka Swandhita Hutomo	0.257	7
918	Ratna Yuningsih	0.205	8

Dari data hasil perangkingan dapat terlihat, bahwa nilai tertinggi dan menjadi ranking 1 adalah guru atas nama Erni Purna Astiti, sedangkan untuk ranking paling bawah adalah guru atas nama Ratna Yuningsih.

### 3.3 Tampilan Hasil

#### 1. Halaman Login

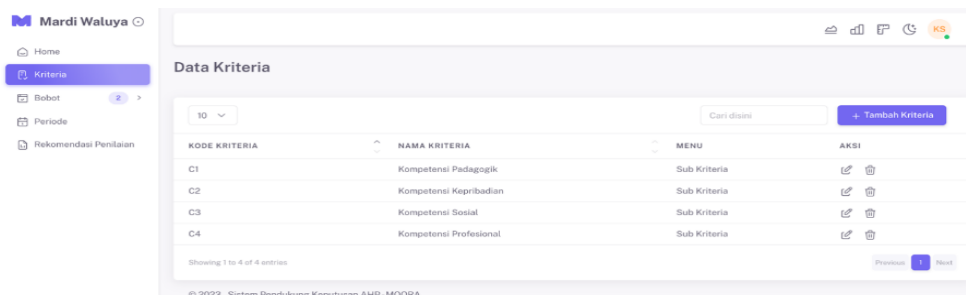
Tampilan pertama saat membuka aplikasi adalah halaman login. User yang dapat melakukan login terdiri dari tiga user yaitu : admin, kepala sekolah, dan asesor.



**Gambar 2.** Halaman Login

#### 2. Halaman Kriteria

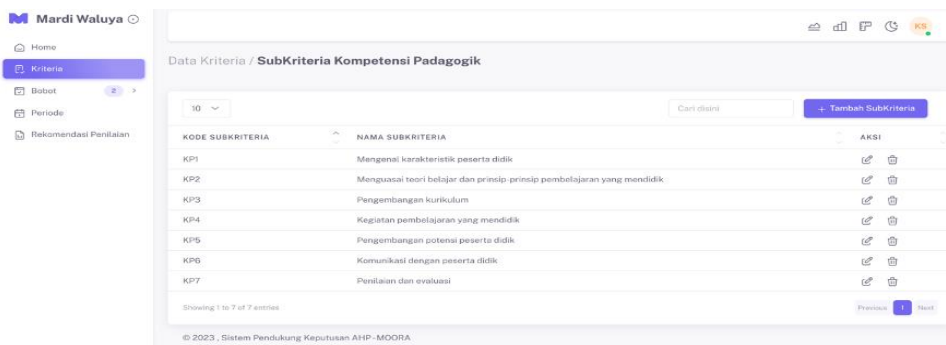
Tampilan halaman kriteria ini dapat diakses oleh user kepala sekolah. User kepala sekolah dapat menambah, merubah dan menghapus kriteria. Serta dapat mengatur nilai dari masing – masing kriteria.



**Gambar 3.** Halaman Kriteria

#### 3. Halaman Sub Kriteria

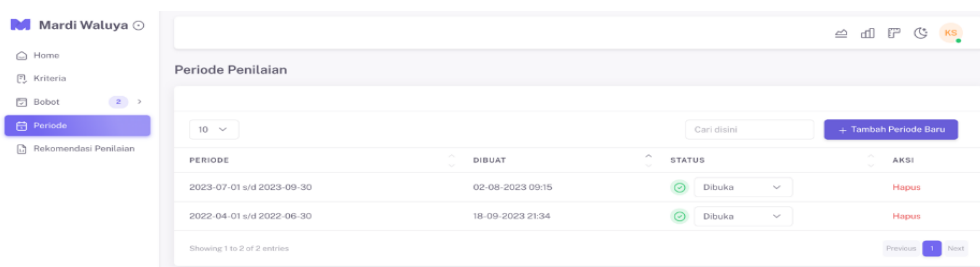
Tampilan halaman sub kriteria ini dapat diakses juga oleh user kepala sekolah. Sub kriteria ini ditambahkan dari kriteria yang sudah ditambahkan sebelumnya. Sub kriteria juga dapat diedit, dan hapus, serta dapat diatur juga nilai dari masin – masing sub kriteria.



**Gambar 4.** Halaman Sub Kriteria

4. Halaman Periode Penilaian

Halaman periode penilaian ini dikelola oleh akun kepala sekolah, dan periode yang diinputkan adalah berdasarkan triwulan atau per tiga bulan sesuai dengan lingkup penelitian bahwa keputusan pemberian bonus triwulan.



**Gambar 5.** Halaman Periode

5. Halaman Tampilan Perhitungan Bobot Kriteria dengan Penerapan Metode AHP

Penerapan metode AHP pada perhitungan bobot kriteria seperti proses matriks perbandingan berpasangan, matriks normalisasi, perhitungan eigen vector, consistency index dan consistency ratio dapat dilihat seperti pada gambar 6.



**Gambar 6.** Halaman Tampilan Perhitungan Bobot Kriteria dengan Penerapan Metode AHP

6. Halaman Tampilan Perhitungan Bobot Sub Kriteria dengan Penerapan Metode AHP

Penerapan metode AHP pada perhitungan bobot sub kriteria seperti proses matriks perbandingan berpasangan, matriks normalisasi, perhitungan eigen vector, consistency index dan consistency ratio dapat dilihat seperti pada gambar 7.



**Gambar 7.** Halaman Tampilan Perhitungan Bobot Sub Kriteria dengan Penerapan Metode AHP

7. Halaman Data Alternatif (Guru)

Pada gambar 8 ditampilkan data alternatif yaitu data guru yang akan dilakukan penilaian.

ID	NAMA	EMAIL	NILAI	AKSI
911	Deshinta Pramita Devi	devipramita@gmail.com	Lihat Nilai	
913	Duria Fikasari	fikasari212@gmail.com	Lihat Nilai	
914	Emi Purna Astiti	emipurna19@gmail.com	Lihat Nilai	
915	Muhammad Sayuti	muhsayuti@gmail.com	Lihat Nilai	
916	Ngesti Hurfatun Janah	ngestihurfatun7@yahoo.com	Lihat Nilai	
917	Nisaul Hasanah	nisaulhasanah210@gmail.com	Lihat Nilai	
912	Raka Swandhita Hutomo	swandhitarako@yahoo.co.id	Lihat Nilai	
918	Ratna Yuniningsih	ryuningsih12@gmail.com	Lihat Nilai	

**Gambar 8.** Halaman Data Alternatif (Guru)

8. Halaman Input Data Penilaian

Untuk menginputkan penilaian masing – masing alternatif (guru) hanya dapat diakses oleh user asesor. User asesor juga wajib menginputkan seluruh alternatif (guru) yang ada, agar dapat dilakukan proses perhitungan preferensi nilai Yi dan perangkingan.

**Tambah Data Penilaian**

Pilih Nama Guru  
 Pilih Guru

**C1 - Kompetensi Pedagogik**

Mengenal karakteristik peserta didik  
 Pilih Indikator Kinerja

Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik  
 Pilih Indikator Kinerja

Pengembangan kurikulum  
 Pilih Indikator Kinerja

Kegiatan pembelajaran yang mendidik  
 Pilih Indikator Kinerja

Pengembangan potensi peserta didik  
 Pilih Indikator Kinerja

Komunikasi dengan peserta didik  
 Pilih Indikator Kinerja

**Gambar 9.** Halaman Input Data Penilaian

9. Halaman Tampilan Perhitungan Penilaian dengan Penerapan Metode MOORA

Pada gambar 10, dapat terlihat hasil penilaian yang telah dilakukan oleh asesor terhadap kinerja guru (alternatif), dan juga terdapat hasil normalisasi perangkingan alternatif dengan menerapkan metode MOORA.

ID GURU	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KS1	KS2	KS3	KA1	KA2	KB1	KB2
911	0.47	0.47	0.28	0.28	0.47	0.47	0.16	0.47	0.28	0.16	0.47	0.28	0.28	0.47
912	0.47	0.47	0.28	0.47	0.16	0.47	0.28	0.28	0.47	0.28	0.47	0.47	0.47	0.16
913	0.47	0.47	0.16	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47
914	0.47	0.47	0.28	0.47	0.47	0.47	0.16	0.28	0.16	0.47	0.28	0.47	0.16	0.47
915	0.47	0.28	0.47	0.28	0.28	0.16	0.47	0.28	0.47	0.47	0.28	0.47	0.47	0.16
916	0.28	0.10	0.16	0.47	0.47	0.16	0.28	0.16	0.47	0.28	0.16	0.16	0.47	0.16
917	0.47	0.28	0.47	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47	0.28	0.47	0.16	0.16	0.47	0.16
918	0.47	0.28	0.47	0.47	0.28	0.18	0.47	0.28	0.47	0.47	0.28	0.47	0.28	0.16

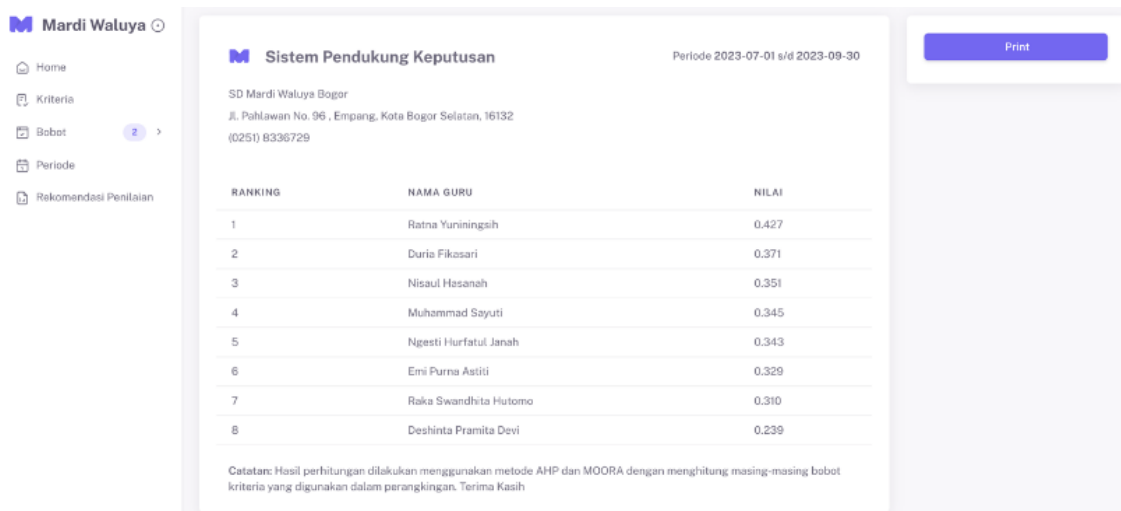
  

ID GURU	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KS1	KS2	KS3	KA1	KA2	KB1	KB2
911	0.369	0.442	0.287	0.23	0.47	0.432	0.178	0.47	0.262	0.141	0.577	0.252	0.262	0.529
912	0.369	0.442	0.287	0.386	0.16	0.432	0.312	0.28	0.439	0.247	0.344	0.423	0.439	0.18
913	0.369	0.442	0.164	0.386	0.28	0.432	0.312	0.47	0.262	0.414	0.344	0.423	0.262	0.529
914	0.369	0.442	0.287	0.386	0.47	0.432	0.178	0.28	0.15	0.414	0.344	0.423	0.15	0.529
915	0.369	0.264	0.482	0.23	0.28	0.147	0.523	0.28	0.439	0.414	0.344	0.423	0.439	0.18
916	0.22	0.094	0.164	0.386	0.47	0.147	0.312	0.16	0.439	0.247	0.196	0.144	0.439	0.18
917	0.369	0.264	0.482	0.386	0.28	0.432	0.312	0.47	0.262	0.414	0.196	0.144	0.439	0.18
918	0.369	0.264	0.482	0.386	0.28	0.147	0.523	0.28	0.439	0.414	0.344	0.423	0.262	0.18

**Gambar 10.** Halaman Tampilan Perhitungan Penilaian dengan Penerapan Metode MOORA

10. Halaman Tampilan Hasil Perangkingan

Setelah proses penginputan dan perhitungan nilai seluruh alternatif, maka akan dapat langsung terlihat hasil perangkingan guru yang akan mendapatkan bonus triwulan. Hasil perhitungan juga dapat langsung dilihat oleh user kepala sekolah.



RANKING	NAMA GURU	NILAI
1	Ratna Yuningsih	0.427
2	Duria Fikasari	0.371
3	Nisaul Hasanah	0.351
4	Muhammad Sayuti	0.345
5	Ngesti Hurfatul Janah	0.343
6	Emi Purna Astiti	0.329
7	Raka Swandhita Hutomo	0.310
8	Deshinta Pramita Devi	0.239

Catatan: Hasil perhitungan dilakukan menggunakan metode AHP dan MOORA dengan menghitung masing-masing bobot kriteria yang digunakan dalam perankingan. Terima Kasih

Gambar 11. Halaman Tampilan Hasil Perankingan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap Implementasi Metode AHP dan MOORA Dalam Penentuan Pemberian Bonus Triwulan Berdasarkan Kinerja Guru, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem pendukung keputusan yang dibangun memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur, sehingga proses penilaian menjadi lebih mudah, transparan dan konfrehensif. Selain itu, sistem pendukung keputusan ini juga mampu menyederhanakan proses pengambilan keputusan, dengan menyajikan informasi yang relevan dan komprehensif kepada kepala sekolah. Untuk implementasi metode Analytic Hierarchy Process (AHP), dapat digunakan dalam mengatasi kompleksitas, serta mendapatkan bobot nilai yang tepat untuk setiap kriteria dan subkriteria yang relevan pada penilaian kinerja guru. Sementara itu, untuk penerapan metode Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis (MOORA), dapat digunakan untuk merankingkan alternatif – alternatif (guru) berdasarkan hasil perhitungan bobot nilai dari metode AHP. Sehingga dapat memberikan rekomendasi keputusan yang menjadi panduan bagi kepala sekolah dalam memberikan penilaian dan bonus triwulan kepada guru. Harapan selanjutnya, hasil penelitian dapat dijadikan bahan referensi oleh peneliti berikutnya yang akan membahas sistem pendukung keputusan dalam penentuan pemberian bonus triwulan berdasarkan penilaian kinerja guru.

#### REFERENCES

- [1] T. Kurnialensya and Y. Fitriyanto, "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Menggunakan Metode SAW (Simple Additive Weighting)," *Acad. J. Comput. Sci. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 118–128, 2020, doi: 10.38101/ajcsr.v2i2.286.
- [2] S. Nurajizah, N. A. Ambarwati, and S. Muryani, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Internet Service Provider Terbaik Dengan Metode Analytical Hierarchy Process," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 3, pp. 231–238, 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v6i3.632.
- [3] B. R. Putra and A. Diana, "Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Rumah Makan Ciganea Pusat," *J. Perad. Sains, Rekayasa Dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 250–264, 2021, doi: 10.47065/tin.v2i8.1261.
- [4] N. P. D. Prabawati, "Peran Pemuda Dalam Kegiatan Pengembangan Pariwisata Di Desa Tibubeneng, Kabupaten Badung, Bali," *J. Kepariwisata Indonesia. J. Penelit. dan Pengemb. Kepariwisata Indonesia.*, vol. 13, no. 1, pp. 73–84, 2019, doi: 10.47608/jki.v13i12019.73-84.
- [5] Haryani and D. Fitriani, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Karyawan Terbaik Pada Collection Pt . Panin Bank Menggunakan," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [6] Fachruddin, M. R. Pahlevi, M. Ismail, E. Rasywir, and Y. Pratama, "Analisis Usability Pada Implementasi Sistem Pengelolaan Keuangan Masjid Menggunakan USE Questionnaire," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, pp. 1216–1224, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2518.
- [7] A. Hernandes, H. Hartini, and D. Sartika, "Steganografi Citra Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) dan Linear Congruential Generator (LCG)," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 137–146, 2019, doi: 10.35957/jatisi.v5i2.134.
- [8] R. Ekasari, M. S. Pradana, G. Adriansyah, M. A. Prasnowo, A. F. Rodli, and K. Hidayat, "Analisis Kualitas Pelayanan Puskesmas Dengan Metode Servqual," *J. Darussalam J. Pendidikan, Komun. dan Pemikir. Huk. Islam*, vol. 9, no. 1, p. 82, 2017, doi: 10.30739/darussalam.v9i1.118.
- [9] P. P. Nicolas, H. Soetanto, W. Wahyudi, and A. Rossi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik pada PT. XYZ dengan Metode Profile Matching dan Interpolasi," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 121, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i2.44159.
- [10] D. W. Sitohang and A. Rikki, "Implementasi Algoritma K- Means Clustering untuk Mengelompokkan Data Gizi Balita pada Kecamatan Garoga Tapanuli Utara," *KAKIFIKOM (Kumpulan Artik. Karya Ilm. Fak. Ilmu Komputer)*, vol. 02, pp. 80–92, 2019,

doi: 10.54367/kakifikom.v1i2.642.

- [11] W. Julianto, R. Yunitarini, and M. K. Sophan, "Algoritma C4.5 Untuk Penilaian Kinerja Karyawan," *Scan*, vol. IX, no. 2, pp. 33–39, 2014.
- [12] G. A. Gulo, N. W. Nurhidayati, D. Aprillia, and M. Maruloh, "Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Di Restoran Soto Pak J Menggunakan Metode Ahp," *J. Larik Ldng. Artik. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2021, doi: 10.31294/larik.v1i1.504.
- [13] A. Muhammad Azizi, P. Korespondensi, and F. Ariany, "Sistem Informasi Pengajuan Cuti Pegawai Menggunakan Metode Pengujian Iso 25010 (Study Kasus : Pt Mutiara Ferindo Internusa)," vol. 4, no. 3, pp. 326–334, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.33365/jatika.v4i3.3721>.
- [14] Sugiyono, "Prof. Dr. Sugiyono. 2018. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.," Prof. Dr. Sugiyono. 2018. Metod. Penelit. Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung Alf., 2018.
- [15] I. G. A. Sudibya and I. W. M. Utama, "Pegawai Di Lingkungan Kantor Dinas Pekerjaan Umum," in *Manajemen, Strategi Bisnis, dan Kewirausahaan*, 2013, vol. 6, no. 2, pp. 173–184.
- [16] M. Angeline and F. Astuti, "Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pramuwisata Menggunakan Metode Profile Matching," *J. Ilm. SMART*, vol. II, no. 2, pp. 45–51, 2018.
- [17] R. Ramadiani and A. Rahmah, "Sistem pendukung keputusan pemilihan tenaga kesehatan teladan menggunakan metode Multi-Attribute Utility Theory," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.26594/register.v5i1.1273.
- [18] D. Levia and Mhubaligh, "Analisis Proses Produksi CPO Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Mutu CPO," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 82–89, 2023, doi: 10.55826/tmit.v2i2.72.
- [19] E. Rasywir, R. Sinaga, and Y. Pratama, "Evaluasi Pembangunan Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode Deep Neural Network ( DNN )," vol. 4, pp. 1206–1215, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2518.
- [20] E. Rasywir, R. Sinaga, and Y. Pratama, "Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode Convolutional Neural Network ( CNN )," *J. Paradig. UBSI*, vol. 22, no. 2, pp. 117–123, 2020.