

Pemilihan Pembayaran Digital Pada *E-Marketplace* Menggunakan Metode AHP dan ELECTRE

Cristia Sulisa Putri ^{1,*}, Abdullah², Istikoma³

^{1,2,3} Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Pontianak, Indonesia

Email: ^{1,*}cristiaputri17@gmail.com, ²asrul.abdullah@unmuhpnk.ac.id, ³istikoma@unmuhpnk.ac.id
^{*)} cristiaputri17@gmail.com

Abstrak—Bidang perdagangan terpengaruh oleh kemajuan teknologi, khususnya pasar yang awalnya berbasis elektronik atau *e-marketplace*. Kehadiran *e-marketplace* dapat digunakan untuk jual beli dan membawa metode pembayaran digital. Untuk melakukan transaksi pada *e-marketplace* dapat menggunakan *e-wallet* atau metode pembayaran digital sebagai alat pembayaran. Banyak pilihan pembayaran digital yang menarik membuat orang sulit untuk memilih metode pembayaran mana yang akan digunakan, dan pemilihannya tetap subjektif. Oleh karena itu, ide-ide tentang sistem pendukung keputusan dapat digunakan sebagai alat untuk memutuskan metode pembayaran digital yang terbaik. Jumlah responden dalam penelitian berjumlah seratus orang. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menentukan bobot kriteria dan ELECTRE digunakan untuk menentukan alternatif terbaik. Kemudahan penggunaan, keamanan aplikasi, *network merchant*, manfaat akun premium, dan promosi atau bonus adalah kriteria yang digunakan. GoPay, OVO, ShopeePay, DANA, dan LinkAja adalah opsi alternatif. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan aplikasi pendukung keputusan PHP sebagai bahasa pemrograman dan basis data MySQL. Hasil penelitian mendukung keputusan bahwa DANA merupakan alternatif terbaik atau yang direkomendasikan dalam pemilihan pembayaran digital (*e-wallet*) pada *e-marketplace*.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Pembayaran Digital, AHP, ELECTRE

Abstract—*The advancement of technology has influenced the field of trade, especially markets that initially had physical locations but have now transitioned into electronic or e-marketplaces. The presence of e-marketplaces serves as a platform for buying and selling, introducing new payment methods such as digital payment methods. Transactions on e-marketplaces can be conducted using e-wallets or digital payment methods as a means of completing payments. The variety of digital payment options with various facilities and attractive offers makes it challenging for the public to determine or choose the payment method, and the choice remains subjective. Therefore, The idea of a decision support system can be used as a means of identifying the most suitable digital payment method. The respondents in this study consisted of 100 individuals. The decision support method employed includes the Analytical Hierarchy Process (AHP) for determining criteria weights and ELECTRE for eliminating the best alternatives. The criteria used are ease of use, application security, merchant network, premium account benefits, and promotions or bonuses. The alternative choices include GoPay, OVO, ShopeePay, DANA, and LinkAja. The development of was another outcome of this research is a decision support system application using PHP programming language and MySQL database. The final results of the study provide decision support that DANA is the best alternative or recommended choice for selecting digital payments (e-wallet) on e-marketplaces.*

Keywords: Decision Support System, Digital Payment, AHP, ELECTRE

1. PENDAHULUAN

Pasar tradisional seringkali masih mengandalkan uang tunai sebagai alat pembayaran utama. Penggunaan uang tunai kini disaingi dengan uang *digital* dikarenakan kemajuan teknologi yang juga merubah pasar. Hal ini memberikan peluang *e-wallet* sebagai alternatif pembayaran *digital* [1]. *E-wallet* merupakan bentuk pembayaran *digital* yang memungkinkan pengguna menyimpan uang mereka secara elektronik dan melakukan transaksi melalui perangkat elektronik seperti *smartphone*. Penggunaan *e-wallet* saat ini semakin meningkat karena dijadikan alat transaksi secara virtual dan menyediakan berbagai fitur serta dianggap lebih serbaguna dibandingkan dengan uang tunai dalam berbagai situasi bertransaksi [2].

Di Indonesia sendiri, terdapat 38 jenis *e-wallet* yang berlisensi dari Bank Indonesia. Dari 38 jenis ini, GoPay, OVO, ShopeePay, DANA dan LinkAja menjadi produk *e-wallet* yang sangat dikenali oleh masyarakat di Indonesia, begitu juga dengan Kota Pontianak [3]. Walaupun kelima *e-wallet* ini sudah terkenal di kalangan masyarakat kota Pontianak, namun masih terdapat beberapa isu atau permasalahan terkait *e-wallet* ini yang memunculkan masalah tambahan saat melakukan pembayaran menggunakan layanan pembayaran elektronik.

Hasil wawancara dengan seorang pengelola toko *online* di *platform e-commerce* mengungkapkan bahwa banyaknya penyedia dompet digital dengan fitur, kelebihan, dan kelemahan yang berbeda dapat menyulitkan konsumen dalam memilih *e-wallet*. Faktor-faktor seperti kekhawatiran akan kehilangan saldo atau data pribadi, serta pengalaman buruk dengan keamanan transaksi yang pernah dialami oleh pengguna GoPay, juga memengaruhi pemilihan *e-wallet*. Selain itu, kemudahan penggunaan aplikasi *e-wallet* juga menjadi pertimbangan penting, terutama bagi konsumen yang kurang familiar dengan teknologi atau menemui kesulitan dalam

menggunakan fitur-fitur yang rumit. Misalnya, meskipun LinkAja menawarkan berbagai fitur menu yang beragam, banyak pengguna yang tidak familiar dengan *platform* tersebut [4].

Fleksibilitas atau jangkauan jaringan *e-wallet* dalam berbagai *platform e-commerce* (jaringan *merchant*) juga menjadi faktor yang dipertimbangkan. Beberapa *e-wallet* mungkin tidak dapat digunakan di semua *platform* atau *e-commerce* tertentu, misalnya *ShopeePay* yang terbatas hanya untuk digunakan di *platform Shopee*. Kekhawatiran terkait aktivasi akun premium juga menjadi pertimbangan, karena manfaat tambahan yang diberikan saat menjadi anggota premium mungkin tidak sebanding dengan kebiasaan berbelanja dan biaya yang dikeluarkan. Sebagai contoh, meskipun memiliki status akun premium di DANA, namun masih memiliki batasan transaksi yang relatif kecil [5].

Selain itu, program promosi atau bonus yang sering diberikan oleh *e-wallet* juga menjadi bagian dari pertimbangan pemilihan *e-wallet*, karena setiap *e-wallet* memiliki program promosi yang berbeda-beda dengan syarat dan ketentuan khusus atau batasan tertentu. Sebagai contoh, ada promosi *cashback* untuk pembayaran tagihan melalui OVO, namun *cashback* tersebut mungkin tidak dapat digunakan dalam transaksi lainnya. Beberapa pengguna juga menggunakan lebih dari satu *e-wallet* untuk bertransaksi secara digital, tetapi hal ini dapat mengakibatkan kerugian karena adanya keterbatasan dalam jaringan *merchant* yang dimiliki oleh masing-masing *e-wallet*, serta saldo atau uang yang tersisa tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Contohnya, bonus yang diberikan oleh *ShopeePay* hanya dapat digunakan saat berbelanja di *platform Shopee* [6].

. Sistem ini akan membantu dalam menentukan pilihan berdasarkan kriteria keamanan aplikasi, kemudahan penggunaan, jaringan *merchant*, manfaat akun premium, serta promosi atau bonus. Pilihan *e-wallet* yang dipertimbangkan meliputi: GoPay, OVO, *ShopeePay*, DANA, dan LinkAja.

Peneliti mengkombinasikan dua (2) metode dalam pembuatan sistem pendukung keputusan ini, yaitu metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *ELECTRE*. *AHP* berguna menyelesaikan permasalahan yang bersifat multi-kriteria. *AHP* menentukan bobot prioritas sebagai alternatif untuk mencapai tujuan berdasarkan kriteria dan alternatif ke dalam bentuk hirarki [7]. Metode *ELECTRE* digunakan untuk kasus-kasus di mana terdapat banyak alternatif, tetapi hanya sedikit kriteria yang terlibat, dengan mengadopsi konsep eliminasi [8]. Tujuan dari pengkombinasian dua (2) metode ini, yaitu *AHP* dijadikan sebagai metode dalam penentuan bobot kriteria dan *ELECTRE* untuk mengeliminasi berbagai alternatif untuk mengetahui alternatif terbaik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Langkah atau tahapan penelitian akan dimodelkan sesuai dengan gambar berikut:



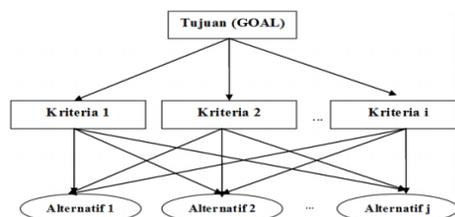
Gambar 1. Tahapan-Tahapan Penelitian

- Identifikasi masalah, mengetahui masalah yang berkaitan dengan pemilihan pembayaran *digital* yang didapat dari survey atau studi pustaka dan informasi terkait.
- Studi pustaka, peneliti melakukan pembelajaran untuk memahami materi tentang sistem pendukung keputusan dan metode *AHP* serta *ELECTRE* yang bersumber dari buku maupun jurnal-jurnal yang dipakai sebagai dasar ilmu dalam penelitian.
- Desain, tahapan ini melibatkan kegiatan yaitu menentukan kriteria dalam pemilihan *e-wallet* dan sumber datanya. Kemudian menetapkan data-data yang diperlukan yang bersumber dari 100 responden.
- Pembuatan SPK, merumuskan persoalan dan penetapan tujuan (*goal*) pemilihan pembayaran *digital* menggunakan metode *AHP* (untuk penentuan bobot kriteria) dan *ELECTRE* (untuk eliminasi alternatif). Kriteria yang digunakan, terdiri dari: kemudahan penggunaan, keamanan aplikasi, jaringan *merchant*, manfaat akun premium dan promosi atau bonus. Sedangkan, alternatifnya terdiri dari: *GoPay*, *OVO*, *ShopeePay*, *DANA* dan *LinkAja*.
- Pembuatan aplikasi SPK, membuat aplikasi pendukung keputusan pemilihan pembayaran *digital* pada *e-marketplace* menggunakan *Hypertext Preprocessor (PHP)* sebagai bahasa pemrograman, *CodeIgniter 3* sebagai *framework* dan *SQLYog Enterprise* sebagai aplikasi basis data.
- Pengujian, program yang telah dibuat kemudian diuji menggunakan teknik *black box testing*. Kemudian hasil perhitungan menggunakan *Ms. Excel* dan program akan dibandingkan sampai hasilnya sesuai.
- Laporan, Peneliti mengambil kesimpulan sesuai data dan saran bagi peneliti selanjutnya yang dituangkan ke dalam bentuk laporan.

2.2 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode yang cocok untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan dan menghasilkan perhitungan konsistensi nilai dalam memilih tingkat prioritas dari multi-kriteria dengan berbagai alternatif. Dasar dari *AHP* ini adalah mengkonversikan nilai yang bersifat kualitatif menjadi menjadi nilai yang bersifat kuantitatif [9]. Tahapan untuk mengimplementasikan metode *AHP* [10], dijabarkan sebagai berikut:

- Merumuskan persoalan dan menetapkan *goal*.
- Menggambar bagan hirarki yang berisikan tujuan, kriteria dan alternatif. Contoh struktur hirarki dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: [10]

Gambar 2. Ilustrasi Hierarki *AHP*

- Menentukan perbandingan berpasangan untuk menghasilkan nilai keseluruhan yang ditentukan dengan persamaan.

$$n \times \left(\frac{n-1}{2} \right) \tag{1}$$
 n = banyaknya elemen
 untuk mengumpulkan nilai perbandingan dapat menggunakan *instrument* berupa kuesioner. Pilihan perbandingan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Skala *Saaty*

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1 (<i>equal</i>)	Kedua elemen memiliki tingkat penting yang sebanding.
3 (<i>slightly</i>)	Elemen satu memiliki sedikit keunggulan dalam hal pentingnya dibandingkan dengan elemen lainnya.
5 (<i>strongly</i>)	Elemen yang satu lebih signifikan dibandingkan dengan elemen lainnya.
7 (<i>very strong</i>)	Satu elemen jelas lebih penting dibandingkan dengan elemen lainnya.
9 (<i>extreme</i>)	Satu elemen sangat penting dibandingkan dengan elemen lainnya.
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai di antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan.

- d. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang mengilustrasikan partisipasi yang terukur atau dampak setiap elemen terhadap setiap kriteria dengan berbagai alternatif.
- e. Mencari *eigen value* atau normalisasi, kemudian mengecek apakah konsisten atau tidak. Apabila tidak konsisten, maka proses kuesioner harus dilakukan kembali.
- f. Lakukan langkah 3, 4, dan 5 sampai seluruh tingkat hirarki terhitung.
- g. Menentukan *eigen vector* untuk semua setiap *pairwise comparison matrix* atau bobot setiap elemen sebagai upaya untuk menetapkan prioritas hirarki paling bawah sampai ke *goal*.
Cara kalkulasinya yaitu menjumlah nilai setiap kolom untuk mendapatkan matriks yang ternormalisasi dan menghitung nilai untuk setiap baris dan dibagi dengan total n untuk menghasilkan nilai rata-rata. Jika matriks A adalah *pairwise comparison matrix* maka formulasinya sebagai berikut.

$$(A)(w^T) = (n)(w^T) \tag{2}$$

Persamaan dapat diketahui dengan cara:

- 1) Normalisasi setiap kolom j dalam matriks A, sehingga diperoleh persamaan.

$$\sum_{ij} (i,j) = 1 \tag{3}$$

- 2) Menentukan rata-rata nilai untuk setiap baris i dalam A menggunakan persamaan.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{ij} a(i,j) \tag{4}$$

dengan w_i adalah bobot tujuan ke-i dari vektor bobot.

- h. Memeriksa konsistensi hierarki

Jika A = *pairwise comparison matrix* dan w = *eigen vector*, maka pengujian konsistensi w yaitu:

- 1) Menghitung: $(A)(w^T)$ menggunakan persamaan.

$$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{elemen ke-i pada } (A)(w^T)}{\text{elemen ke-i pada } (w^T)} \right) \tag{5}$$

Persamaan adalah konsistensi dari vektor bobot.

- 2) Menghitung *consistency index*.

$$CI = \frac{t-n}{n-1} \tag{6}$$

Random index atau RI_n adalah nilai rata-rata sesuai dengan jumlah kriteria atau alternatif

Tabel 2. *Random Index (RI) Value*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,58

- 3) Menghitung rasio konsistensi dengan persamaan

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{7}$$

Keterangan:

CR = 0 = konsisten

CR < 0,1 = cukup konsisten

CR > 0,1 = sangat tidak konsisten

2.3 ELECTRE

Metode ELECTRE digunakan dalam situasi di mana banyak alternatif untuk kriteria tertentu dikeluarkan dan alternatif yang lebih tepat dapat dibuat. Jika salah satu atau lebih nilai kriteria lebih tinggi daripada nilai kriteria dari alternatif lain, alternatif tersebut dianggap lebih dominan dari alternatif lain [11]. Berikut adalah cara atau prosedur yang harus diikuti untuk menyelesaikan permasalahan menggunakan metode ELECTRE:

- a. Normalisasi matriks keputusan

Tahap awal adalah melakukan normalisasi, yaitu mengubah setiap atribut menjadi nilai *comparable*.

Rumus dari normalisasi untuk mengetahui nilai x_{ij} , yaitu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x^2_{ij}}} \text{ untuk } i = 1,2,3, \dots, m \text{ dan } j = 1,2,3, \dots, n. \tag{8}$$

Sehingga didapat matriks R hasil normalisasi,

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{9}$$

Matriks R telah dinormalisasi, dengan m sebagai jumlah alternatif, n sebagai jumlah kriteria dan r_{ij} sebagai nilai normalisasi dari penilaian alternatif ke-i terhadap kriteria ke-j.

- b. Pembobotan pada matriks yang telah dinormalisasi

Nilai-nilai yang didapat dari proses normalisasi ini atau R akan dikalikan dengan bobot kriteria sesuai dengan kolomnya (W_j). Sehingga $V=RW$ yang ditulis sebagai:

$$V = R \cdot W$$

$$\begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 r_{11} & w_1 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Dimana W adalah

$$W = \begin{pmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ v_{21} & w_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & w_n \end{pmatrix} \quad (11)$$

c. Menentukan *concordance* dan *discordance*

Tahapan selanjutnya adalah menentukan himpunan *concordance* dan *discordance*. Rumus dari penentuan himpunan *concordance*:

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{ij}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

Sedangkan, rumus dari himpunan *discordance*, yaitu bila:

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{ij}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (13)$$

d. Hitung matriks *concordance* dan *disconcordance*

1) Menghitung matriks *concordance*

Himpunan *concordance* yang didapat dari tahap sebelumnya akan dijadikan sebagai dasar dalam penentuan matriks *concordance*, yaitu menentukan nilai bobot kriteria dari setiap himpunan dan kemudian secara matematis:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (14)$$

2) Menghitung matriks *disconcordance*

Himpunan *discordance* dijadikan sebagai dasar penentuan nilai untuk matriks *discordance*, dengan cara mencari nilai maksimal dari perbedaan antar kriteria dan membaginya dengan nilai maksimal dari seluruh perbedaan nilai, secara matematis:

$$d_{kl} = \frac{\max\{v_{kj} - v_{ij}\}_{j \in D_{kl}}}{\max\{v_{kj} - v_{ij}\}_{\forall j}} \quad (15)$$

e. Menentukan matriks dominan *concordance* dan *disconcordance*

1) Menentukan matriks dominan *concordance*

Hal yang wajib dilakukan adalah mencari nilai *threshold*, kemudian membandingkan setiap nilai yang ada di matriks *concordance* dengan nilai *threshold*.

Dengan nilai *threshold* (\subseteq) adalah:

$$\subseteq = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl}}{m(m-1)} \quad (16)$$

Sehingga elemen matriks F ditentukan sebagai berikut:

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } c_{kl} \geq \subseteq \\ 0, & \text{jika } c_{kl} < \subseteq \end{cases} \quad (17)$$

2) Menentukan matriks dominan *disconcordance*

Hal yang perlu dikerjakan yaitu mencari nilai *threshold*, kemudian membandingkan setiap nilai yang ada di matriks *discordance* dengan nilai *threshold*.

Dengan nilai *threshold* (\mathfrak{D}) adalah:

$$\mathfrak{D} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m(m-1)} \quad (18)$$

Sehingga elemen matriks g ditentukan sebagai berikut:

$$g_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq \mathfrak{D} \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < \mathfrak{D} \end{cases} \quad (19)$$

f. Menentukan *aggregate dominance* matriks

Aggregate dominance matrix dihasilkan dari perkalian antara matriks dominan *concordance* dan matriks dominan *discordance*, sebagai berikut:

$$E_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (20)$$

g. Eliminasi alternatif yang *less favourable* Nilai agregat dominan matriks dijadikan sebagai dasar dalam penentuan eliminasi alternatif. Cara pengeliminasiannya adalah mengeliminasi nilai e_{kl} yang mempunyai

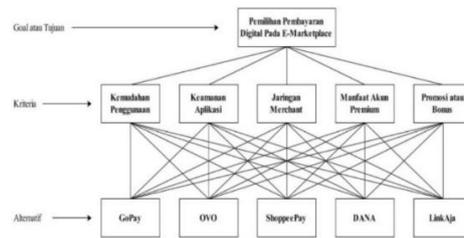
nilai 1 paling sedikit yang tersisa dari eliminasi tersebut dapat dijadikan sebagai alternatif terbaik karena mendominasi alternatif lainnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Goal dari penelitian ini untuk menentukan pemilihan pembayaran digital pada *e-market place* menggunakan metode AHP dan ELECTRE dari hasil kuesioner yang disebarakan melalui survei kepada 100 responden, dimana AHP digunakan untuk penentuan bobot kriteria dan ELECTRE untuk mengeliminasi alternatif yang *less favourable*.

3.1 Perhitungan Bobot Kriteria Menggunakan Metode AHP

Kriteria-kriteria yang digunakan dalam pemilihan pembayaran *digital* pada *e-market place* ini terdiri dari: kemudahan penggunaan, keamanan aplikasi, jaringan *merchant*, manfaat akun premium dan promosi atau bonus.



Gambar 3. Hirarki Pemilihan Pembayaran Digital Pada E-Marketplace

Isian dari 100 responden khusus kriteria dijadikan sebagai dasar dalam penentuan bobot kriteria. Kriteria yang dituliskan yaitu K1, K2, K3, K4 dan K5 sesuai urutan. Hasil perhitungan bobot kriteria dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 3. Matrik Perbandingan Berpasangan

Kriteria	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,0000	1,1104	0,7154	1,8447	0,4736
K2	0,9006	1,0000	0,6340	1,7034	0,4167
K3	1,3978	1,5774	1,0000	1,4628	0,4809
K4	0,5421	0,5871	0,6836	1,0000	0,5567
K5	2,1114	2,3995	2,0794	1,7962	1,0000
Total	5,9519	6,6744	5,1124	7,8072	2,9280

Untuk mendapatkan nilai bobot relatif yang dinormalkan, setiap elemen dalam setiap kolom dibagi dengan total atau jumlah dari kolom tersebut.

Tabel 4. Matrik Perbandingan Berpasangan Yang Dinormalkan

Kriteria	K1	K2	K3	K4	K5	Weight/EV
K1	0,1680	0,1664	0,1399	0,2363	0,1618	0,1745
K2	0,1513	0,1498	0,1240	0,2182	0,1423	0,1571
K3	0,2349	0,2363	0,1956	0,1874	0,1642	0,2037
K4	0,0911	0,0880	0,1337	0,1281	0,1901	0,1262
K5	0,3547	0,3595	0,4067	0,2301	0,3415	0,3385
Total Weight/EV						1,0000

Kemudian nilai *weight* yang telah dihasilkan dikalikan dengan matrik semula untuk memperoleh nilai untuk setiap baris, lalu dibagi kembali dengan nilai bobot atau *weight* yang bersangkutan untuk menghasilkan nilai *principal eigen value maximum* (λ_{max}).

$$\begin{bmatrix} 1,0000 & 1,1104 & 0,7154 & 1,8447 & 0,4736 \\ 0,9006 & 1,0000 & 0,6340 & 1,7034 & 0,4167 \\ 1,3978 & 1,5774 & 1,0000 & 1,4628 & 0,4809 \\ 0,5421 & 0,5871 & 0,6836 & 1,0000 & 0,5567 \\ 2,1114 & 2,3995 & 2,0794 & 1,7962 & 1,0000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,1745 \\ 0,1571 \\ 0,2037 \\ 0,1262 \\ 0,3385 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8878 \\ 0,7994 \\ 1,0428 \\ 0,6407 \\ 1,7342 \end{bmatrix}$$

Consistency Vector

$$\begin{bmatrix} 0,8878 \\ 0,7994 \\ 1,0428 \\ 0,6407 \\ 1,7342 \end{bmatrix} \div \begin{bmatrix} 0,1745 \\ 0,1571 \\ 0,2037 \\ 0,1262 \\ 0,3385 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5,0885 \\ 5,0876 \\ 5,1199 \\ 5,0772 \\ 5,1227 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = \frac{(5,0885 + 5,0876 + 5,1199 + 5,0772 + 5,1227)}{5}$$

$$\lambda_{max} = 5,0992$$

Karena $n = 5$, maka nilai *consistency index* (CI), yaitu:

$$CI = \frac{(5,0992 - 5)}{(5 - 1)}$$

$$CI = 0,0248$$

Nilai *consistency ratio* (CR) dengan $n = 5$, maka RI = 1,12, sehingga:

$$CR = \frac{0,0248}{1,12}$$

$$CR = 0,0221$$

Karena $CR < 0,100$ berarti preferensi dari responden adalah konsisten. *Eigen vector* atau *weight* yang konsisten ini digunakan pada metode ELECTRE untuk mengeliminasi alternatif.

3.2 Perhitungan Bobot Alternatif Menggunakan Metode ELECTRE

Alternatif yang menjadi pilihan dalam pembayaran *digital* pada *e-market place* ini terdiri dari: *GoPay*, *OVO*, *ShopeePay*, *DANA* dan *LinkAja*. Isian dari 100 responden khusus alternatif dijadikan sebagai dasar dalam penentuan *rating* kecocokan alternatif.

Tabel 5. Rating Kecocokan Alternatif Terhadap Kriteria

Alternatif	Kriteria				
	K1	K2	K3	K4	K5
<i>GoPay</i>	4,4	3,99	4,51	3,99	4,51
<i>OVO</i>	3,57	4,08	3,13	3,27	3,52
<i>ShopeePay</i>	3,51	2,98	1,78	4,04	4,56
<i>DANA</i>	4,09	3,37	3	4,17	3,55
<i>Link Aja</i>	3,09	3,04	2,68	4,24	3,08
Bobot (W)	0,1745	0,1571	0,2037	0,1262	0,3385

Normalisasi matriks keputusan, dengan menggunakan persamaan (8)

Tabel 6. Normalisasi Matriks Keputusan

Alternatif	Kriteria				
	K1	K2	K3	K4	K5
<i>GoPay</i>	0,5233	0,5065	0,6411	0,4509	0,5187
<i>OVO</i>	0,4246	0,5180	0,4449	0,3695	0,4048
<i>ShopeePay</i>	0,4174	0,3783	0,2530	0,4566	0,5244
<i>DANA</i>	0,4864	0,4278	0,4265	0,4713	0,4083
<i>Link Aja</i>	0,3675	0,3859	0,3810	0,4792	0,3542

Pembobotan matriks yang telah dinormalisasi, dengan menggunakan persamaan (10)

Tabel 7. Pembobotan Matriks Normalisasi

Alternatif	Kriteria				
	K1	K2	K3	K4	K5

GoPay	0,0913	0,0796	0,1306	0,0569	0,1756
OVO	0,0741	0,0814	0,0906	0,0466	0,1370
ShopeePay	0,0728	0,0594	0,0515	0,0576	0,1775
DANA	0,0849	0,0672	0,0869	0,0595	0,1382
Link Aja	0,0641	0,0606	0,0776	0,0605	0,1199

Menentukan himpunan, *concordance* dengan persamaan (12) dan *discordance* dengan persamaan (13).

Tabel 8. Himpunan *Concordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	{1,3,4,5}	{1,2,3}	{1,2,3,5}	{1,2,3,5}
OVO	{2}	-	{1,2,3}	{2,3}	{1,2,3,5}
ShopeePay	{4,5}	{4,5}	-	{5}	{1,5}
DANA	{4}	{1,4,5}	{1,2,3,4}	-	{1,2,3,5}
Link Aja	{4}	{4}	{2,3}	{4}	-

Tabel 9. Himpunan *Discordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	{2}	{4,5}	{4}	{4}
OVO	{1,3,4,5}	-	{4,5}	{1,4,5}	{4}
ShopeePay	{1,2,3}	{1,2,3}	-	{1,2,3,4}	{2,3,4}
DANA	{1,2,3,5}	{2,3}	{5}	-	{4}
Link Aja	{1,2,3,5}	{1,2,3,5}	{1,4,5}	{1,2,3,5}	-

Menentukan matriks, *concordance* dengan persamaan (14) dan *discordance* dengan persamaan (15)

Tabel 10. Matriks *Concordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	0,8429	0,5353	0,8738	0,8738
OVO	0,1571	-	0,5353	0,3608	0,8738
ShopeePay	0,4647	0,4647	-	0,3385	0,5130
DANA	0,1262	0,6392	0,6615	-	0,8738
Link Aja	0,1262	0,1262	0,4870	0,1262	-

Tabel 11. Matriks *Discordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	0,0449	0,0246	0,0587	0,0640
OVO	1,0000	-	1,0000	0,9062	0,6668
ShopeePay	1,0000	0,9654	-	0,8984	0,4523
DANA	1,0000	1,0000	1,0000	-	0,0481
Link Aja	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-

Menentukan matriks dominan, *concordance* dengan persamaan (16), (17), untuk *concordance* dengan persamaan (18), (19).

Tabel 12. Matriks Dominan *Concordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	1	1	1	1
OVO	0	-	1	0	1
ShopeePay	0	0	-	0	1
DANA	0	1	1	-	1
Link Aja	0	0	0	0	-

Tabel 13. Matriks Dominan *Discordance*

	GoPay	OVO	ShopeePay	DANA	Link Aja
GoPay	-	0	0	0	0
OVO	1	-	1	1	0
ShopeePay	1	1	-	1	0
DANA	1	1	1	-	0
Link Aja	1	1	1	1	-

Menentukan *aggregate dominance* matriks, menggunakan persamaan (19)

Tabel 14. *Aggregate Dominance* Matriks

	<i>GoPay</i>	OVO	<i>ShopeePay</i>	DANA	Link Aja
<i>GoPay</i>	-	0	0	0	0
OVO	0	-	1	0	0
<i>ShopeePay</i>	0	0	-	0	0
DANA	0	1	1	-	0
Link Aja	0	0	0	0	-

Eliminasi alternatif yang *less favourable*

Tabel 15. Eliminasi Alternatif *Less Favourable*

Alternatif	Nilai Akhir
<i>GoPay</i>	0
OVO	1
<i>ShopeePay</i>	0
DANA	2
Link Aja	0

Berdasarkan hasil di atas, jadi satu alternatif yang bernilai akhir 1 adalah OVO dan DANA bernilai akhir 2, maka yang direkomendasikan sebagai pembayaran digital pada *e-marketplace* adalah DANA.

3.3 Hasil Implementasi

Hasil implementasi sistem pendukung keputusan ini diterapkan ke sistem informasi. Aplikasi dibangun dengan Bahasa PHP, *CodeIgniter 3* sebagai *framework* dan *SQLYog Enterprise* sebagai aplikasi basis data.

3.4 Pengujian

Pengujian perangkat lunak untuk sistem pendukung keputusan pemilihan pembayaran digital (e-wallet) pada *e-marketplace* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *ELECTRE* menggunakan metode *black box testing*. Metode *black box testing* bertujuan untuk menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

1. Pengujian *browser*

Pengujian kelayakan *browser* ini berfungsi untuk memastikan keadaan tampilan aplikasi apabila diakses menggunakan *browser* yang berbeda. Hasil pengujian *browser* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 16. *Black Box Testing Browser*

No.	Skenario Pengujian	<i>Test Case</i>	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Buka dengan Google Chrome	Google Chrome (terbuka)	Aplikasi dapat diakses dan tampilan sesuai	Sesuai harapan	Valid
2	Buka dengan Mozila Firefox	Mozila Firefox (terbuka)	Aplikasi dapat diakses dan tampilan sesuai	Sesuai harapan	Valid

2. Pengujian *login*

Pengujian halaman *login* dilakukan untuk memastikan kolom-kolom pengisian dan pembatasan *login* apabila pengguna melakukan proses *login*. Hasil pengujian *login* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 17. Black Box Testing Halaman Login

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Jika kedua kolom dikosongkan	<i>username:</i> (kosong) <i>password:</i> (kosong)	aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan “ <i>please fill out this field</i> ” pada kolom yang kosong.	Sesuai harapan	Valid
2	Jika salah satu kolom dikosongkan	<i>username:</i> (admin) <i>password:</i> (kosong)	aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan “ <i>please fill out this field</i> ” pada kolom <i>password</i> yang kosong.	Sesuai harapan	Valid
3	Kolom terisi namun tidak sesuai (<i>username</i> , <i>password</i> dan level akses tidak sesuai)	<i>username:</i> (admin) <i>password:</i> (123456)	aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan “Gagal! <i>Username</i> atau <i>password</i> Anda Salah... Silahkan Coba Lagi...”	Tidak Sesuai Harapn	Invalid
4	Kolom terisi dan sesuai (<i>username</i> dan <i>password</i> sesuai)	<i>username:</i> (admin) <i>password:</i> (admin)	Aplikasi menerima akses dan membuka halaman <i>Dashboard</i> .	Sesuai Harapan	Valid

3. Pengujian halaman pengguna

Pengujian menu pengguna ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman pengguna. Hasil pengujian halaman pengguna dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 18. Black Box Testing Halaman Pengguna

No.	Skenario pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Tambah data, jika kolom di kosongkan	Semua kolom: (kosong)	Aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan pada setiap kolom “(Nama Kolom) tidak boleh Kosong”	Sesuai harapan	Valid
2	Tambah data, jika kolom terisi	Semua kolom: (terisi)	Aplikasi menerima akses dan menyimpan, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
3	Edit data, jika kolom terisi	Salah satu kolom: (diubah)	Aplikasi menerima akses dan mengubah data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
4	Hapus data,	Menekan tombol hapus pada	Aplikasi menerima akses dan menghapus	Sesuai Harapan	Valid

		baris data yang ingin dihapus	data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil! Data berhasil di hapus”		
--	--	-------------------------------	---	--	--

4. Pengujian halaman kriteria

Pengujian menu kriteria ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman kriteria. Hasil pengujian halaman kriteria dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 19. Black Box Testing Halaman Kriteria

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Tambah data, jika kolom di kosongkan	Semua kolom: (kosong)	Aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan pada setiap kolom“ (Nama Kolom) tidak boleh Kosong”	Sesuai harapan	Valid
2	Tambah data, jika kolom terisi	Semua kolom: (terisi)	Aplikasi menerima akses dan menyimpan data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
3	Edit data, jika kolom terisi	Salah satu kolom: (diubah)	Aplikasi menerima akses dan mengubah data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
4	Hapus data,	Menekan tombol hapus pada baris data yang ingin dihapus	Aplikasi menerima akses dan menghapus data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil! Data berhasil di hapus”	Sesuai Harapan	Valid

5. Pengujian halaman alternatif

Pengujian menu alternatif ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman alternatif. Hasil pengujian halaman alternatif dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 20. Black Box Testing Halaman Alternatif

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Tambah data, jika kolom di kosongkan	Semua kolom: (kosong)	Aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan pada setiap kolom “(Nama Kolom) tidak boleh Kosong”	Sesuai harapan	Valid
2	Tambah data, jika kolom terisi	Semua kolom: (terisi)	Aplikasi menerima akses dan menyimpan data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid

3	Edit data, jika kolom terisi	Salah satu kolom: (diubah)	Aplikasi menerima akses dan mengubah data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
4	Hapus data,	Menekan tombol hapus pada baris data yang ingin dihapus	Aplikasi menerima akses dan menghapus data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil! Data berhasil di hapus”	Sesuai Harapan	Valid

6. Pengujian halaman bobot kriteria

Pengujian menu bobot kriteria ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman bobot kriteria. Hasil pengujian halaman bobot kriteria dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 21. Black Box Testing Halaman Bobot Kriteria

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Ubah bobot kriteria, jika kolom di kosongkan	Semua kolom: (kosong)	Aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan pada setiap kolom“ (Nama Kolom) tidak boleh Kosong”	Sesuai harapan	Valid
2	Ubah bobot kriteria, jika kolom terisi	Semua kolom: (terisi)	Aplikasi menerima akses dan menyimpan data, kemudian menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di simpan”	Sesuai Harapan	Valid
3	Lihat Bobot Kriteria,	Menekan tombol lihat bobot kriteria	Aplikasi menerima akses dan menampilkan hasil perhitungan bobot kriteria menggunakan metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i> serta pesan data konsisten atau tidak	Sesuai Harapan	Valid

7. Pengujian haaman bobot alternatif

Pengujian menu bobot alternatif ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman bobot alternatif. Hasil pengujian halaman bobot alternatif dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 22. Black Box Testing Halaman Bobot Alternatif

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Edit data, jika kolom di kosongkan	Semua kolom: (kosong)	Aplikasi menolak akses dan menampilkan pesan pada setiap kolom“ (Nama Kolom) tidak boleh Kosong”	Sesuai harapan	Valid
2	Edit data, jika kolom terisi	Salah satu kolom: (diubah)	Aplikasi menerima akses dan mengubah data tersebut serta menampilkan pesan	Sesuai Harapan	Valid

			“Berhasil!, Data berhasil di simpan”		
--	--	--	--------------------------------------	--	--

8. Pengujian halaman normalisasi *matrix*

Pengujian menu normalisasi *matrix* ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman normalisasi *matrix*. Hasil pengujian halaman normalisasi *matrix* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 23. Black Box Testing Halaman Normalisasi Matrix

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Memproses normalisasi matriks	Menekan tombol proses normalisasi <i>matrix</i>	Aplikasi menerima akses, kemudian mengkalkulasi normalisasi <i>matrix</i> berdasarkan bobot kriteria dan alternatif yang telah diisi dan memunculkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di <i>Update</i> ”	Sesuai harapan	Valid
2	Menghapus normalisasi <i>matrix</i>	Menekan tombol <i>clear</i> data	Aplikasi menerima akses dan menghapus data normalisasi <i>matrix</i> serta menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di Hapus”	Sesuai Harapan	Valid

9. Pengujian halaman bobot *matrix*

Pengujian menu bobot *matrix* ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman bobot *matrix*. Hasil pengujian halaman bobot *matrix* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 24. Black Box Testing Halaman Bobot Matrix

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Memproses bobot matriks	Menekan tombol proses bobot <i>matrix</i>	Aplikasi menerima akses, kemudian mengkalkulasi bobot <i>matrix</i> berdasarkan bobot kriteria dan alternatif yang telah diisi dan memunculkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di <i>Update</i> ”	Sesuai harapan	Valid
2	Menghapus bobot <i>matrix</i>	Menekan tombol <i>clear</i> data	Aplikasi menerima akses dan menghapus data bobot <i>matrix</i> serta menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di Hapus”	Sesuai Harapan	Valid

10. Pengujian halaman hasil *ELECTRE*

Pengujian menu hasil *ELECTRE* ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan halaman hasil *ELECTRE*. Hasil pengujian halaman hasil *ELECTRE* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 25. *Black Box Testing* Halaman Hasil *ELECTRE*

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Memproses bobot matriks	Menekan tombol Hasil <i>ELECTRE</i>	Aplikasi menerima akses, kemudian mengkalkulasi hasil penentuan alternatif menggunakan metode <i>ELECTRE</i> berdasarkan bobot kriteria dan alternatif yang telah diisi dan memunculkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di <i>Update</i> ”	Sesuai harapan	Valid
2	Menghapus hasil <i>ELECTRE</i>	Menekan tombol <i>clear data</i>	Aplikasi menerima akses dan menghapus data hasil <i>ELECTRE</i> serta menampilkan pesan “Berhasil!, Data berhasil di Hapus”	Sesuai Harapan	Valid

4. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa teknik AHP dan *ELECTRE* dapat digunakan sebagai alternatif untuk menentukan metode pembayaran digital terbaik di *e-marketplace*. Metode AHP digunakan untuk menghitung bobot kriteria, diketahui bahwa promosi atau bonus merupakan kriteria paling tinggi dalam pemilihan pembayaran *digital* pada *e-marketplace* dengan bobot nilai 0,3385 atau 33,85%, berikutnya jaringan *merchant* dengan bobot nilai 0,2037 atau 20,37%, selanjutnya kemudahan penggunaan dengan bobot nilai 0,1745 atau 17,45%, kemudian keamanan aplikasi dengan bobot nilai 0,1571 atau 15,71% dan manfaat akun premium dengan bobot nilai 0,1262 atau 12,62%. Melalui perbandingan nilai alternatif menggunakan metode *ELECTRE*, di mana bobot kriteria berasal dari perhitungan metode AHP, ditemukan alternatif terunggul yaitu DANA yang diidentifikasi sebagai alternatif teratas atau pilihan yang disarankan dalam pemilihan pembayaran digital (*e-wallet*) pada *platform e-marketplace*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini sesuai dengan rencana.

REFERENCES

- [1] W. A. Putri, D. Rachmawati, and W. S. Silalahi, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan E-Wallet Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process-TOPSIS,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–27, 2022.
- [2] D. I. Daulay, G. Alfiyanna, I. Anggraeni, R. A. Sitohang, and T. Simatupang, “Faktor Penentu Penggunaan Dompet Digital pada Konsumen di Daerah Jabodetabek,” *Indones. Bus. Rev.*, vol. 3, no. 1, pp. 76–102, 2020, doi: 10.21632/ibr.3.1.76-102.
- [3] M. C. Utami, “Implementasi Analytical Hierarchy Process (AHP) Dalam Pemilihan E-Wallet Untuk Mahasiswa,” *J. Ilm. Matrik*, vol. 21, no. 3, pp. 259–265, 2019, doi: 10.33557/jurnalatrik.v21i3.730.
- [4] R. Fitria and S. N. Rakhmah, “Penerapan Metode Weighted Product Untuk Menganalisis Faktor Pemilihan Pembayaran Digital Transaction Pada Aplikasi Ojek Online,” *J. Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 1098–1103, 2019, doi: 10.30736/jt.v11i2.346.
- [5] S. Sundari, S. M. Sinaga, I. S. Damanik, and A. Wanto, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Peserta Olimpiade Matematika SMA Swasta Teladan Pematangsiantar Dengan Metode Electre,” *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains*, pp. 793–799, 2019.

- [6] A. Mukti and A. Diana, "Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method for Selection of the Best Teachers at SD Negeri Periuk 3," *TRANSFORMATIKA*, vol. 20, no. 1, pp. 72–86, 2022, doi: 10.33258/biohs.v4i2.669.
- [7] Masnuryatie and G. Triyono, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Terbaik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)," *SKANIKA Sist. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 46–59, 2022.
- [8] A. C. W and Tahang, "Pengujian Metode Elektree Untuk menentukan Lokasi Strategis Suatu Objek Bisnis," *J. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–32, 2017.
- [9] A. Zaki, D. Setiyadi, and F. N. Khasanah, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Terbaik Dengan Metode Analytical Hierarchy Process," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 6, no. 1, pp. 75–84, 2018, doi: 10.33558/piksel.v6i1.1401.
- [10] B. Suprpto, *Monograf Model Sistem dan Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Sistem Pendukung Keputusan*. Banyumas: Zahira Media Publisher, 2022.
- [11] S. Sundari, A. Wanto, Saifullah, and I. Gunawan, "Sistem Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Metode Electre Dalam Merekomendasikan Dosen Berprestasi Bidang Ilmu Komputer (Study Kasus di AMIK & STIKOM Tunas Bangsa)," *Semin. Nas. Multi Disiplin Ilmu*, no. x, pp. 1–6, 2017.