

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Aplikasi Jasa Angkut Barang Menggunakan PIPRECIA-S dan Composite Performance Index

Alfry Aristo Jansen Sinlae^{1,*}, Jamaludin², Nurhasan Nugroho³, Muliati Badaruddin⁴

¹ Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang, Indonesia

² Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komunikasi, Institut Bisnis Muhammadiyah Bekasi, Bekasi, Indonesia

³ Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa, Banten, Indonesia

⁴ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Sains, Universitas Ichsan Gorontalo Utara, Gorontalo, Indonesia

Email: ^{1,*}alfry.aj@unwira.ac.id, ²jамalthea007@ibm.ac.id, ³nurhasan.nugroho@binabangsa.ac.id, ⁴mulybadarudin@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: alfry.aj@unwira.ac.id

Submitted: 27/07/2024; Accepted: 29/12/2024; Published: 30/12/2024

Abstrak—Aplikasi jasa angkut barang memainkan peran penting dalam mendukung efisiensi logistik dan mobilitas barang. Namun, dengan banyaknya aplikasi yang tersedia, pengguna seringkali menghadapi kesulitan dalam menentukan aplikasi yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Proses manual untuk memilih aplikasi tersebut mengharuskan pengguna mencari dan membandingkan informasi dari berbagai sumber, yang memerlukan waktu dan usaha besar serta rentan terhadap subjektivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang cepat dan tepat dalam menentukan aplikasi jasa angkut barang menggunakan metode *Simplified Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment* (PIPRECIA-S) dan *Composite Performance Index* (CPI). Metode PIPRECIA-S digunakan untuk menentukan bobot kriteria secara objektif dan terstruktur, sedangkan metode CPI digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dengan mengintegrasikan berbagai aspek kinerja menjadi satu ukuran komposit yang mudah dipahami. Dalam studi kasus yang dilakukan, dihasilkan alternatif terbaik yaitu Lalamove (A2) memiliki indeks gabungan dengan skor 122.55, diikuti oleh Deliveree (A3) dengan skor 114.39, Lion Parcel (A1) dengan skor 109.24, GoBox (A4) dengan skor 102.04, dan The Lorry (A5) dengan skor 99.04. Hasil perhitungan SPK ini konsisten dengan hasil perhitungan manual, menunjukkan validitas dan keandalannya. Uji *usability* menunjukkan skor rata-rata 90%, menandakan bahwa SPK yang dikembangkan memiliki fungsionalitas yang diperlukan dengan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan.

Kata Kunci: Aplikasi Jasa Angkut Barang; Composite Performance Index; CPI; PIPRECIA-S; Sistem Pendukung Keputusan

Abstract—Freight service applications play a crucial role in supporting logistics efficiency and goods mobility. However, with the multitude of available applications, users often face difficulties in determining which application best suits their needs. The manual process of selecting these applications requires users to search and compare information from various sources, which demands considerable time and effort and is prone to subjectivity. This study aims to develop a Decision Support System (DSS) that is quick and accurate in determining the best freight service application using the Simplified Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment (PIPRECIA-S) method and the Composite Performance Index (CPI). The PIPRECIA-S method is used to objectively and systematically determine the criteria weights, while the CPI method is employed to identify the best alternative by integrating various performance aspects into a single, easily understood composite measure. In the conducted case study, the best alternative identified was Lalamove (A2), with a composite index score of 122.55, followed by Deliveree (A3) with a score of 114.39, Lion Parcel (A1) with a score of 109.24, GoBox (A4) with a score of 102.04, and The Lorry (A5) with a score of 99.04. The DSS calculations were consistent with the manual calculations, demonstrating its validity and reliability. Usability testing showed an average score of 90%, indicating that the developed DSS possesses the necessary functionality with an intuitive and user-friendly interface.

Keywords: Freight Services Application; Composite Performance Index; CPI; PIPRECIA-S; Decision Support System

1. PENDAHULUAN

Di era digital yang terus berkembang, kebutuhan akan layanan pengiriman barang yang cepat, efisien, dan handal menjadi semakin krusial bagi masyarakat dan bisnis. Aplikasi jasa angkut barang memiliki peranan penting dalam masyarakat modern, terutama dalam mendukung efisiensi logistik dan mobilitas barang [1]. Dengan meningkatnya kebutuhan untuk pengiriman barang yang cepat dan aman, baik untuk keperluan pribadi maupun bisnis, aplikasi ini menawarkan solusi praktis yang dapat diakses melalui perangkat mobile [2]. Aplikasi ini juga memudahkan pelacakan barang secara *real-time*, memberikan transparansi dan ketenangan pikiran kepada pengguna. Berbagai aplikasi jasa angkut barang telah muncul untuk memenuhi permintaan ini, menawarkan berbagai fitur dan layanan yang beragam [3]. Namun, dengan banyaknya pilihan yang tersedia, pengguna seringkali menghadapi kesulitan dalam menentukan aplikasi mana yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Penentuan aplikasi jasa angkut barang secara manual menghadapi berbagai permasalahan yang signifikan, mengingat kompleksitas dan banyaknya faktor yang perlu dipertimbangkan. Permasalahan utama adalah subjektivitas yang tinggi dalam pengambilan keputusan. Pengguna mungkin memiliki preferensi pribadi yang tidak didasarkan pada analisis yang objektif, sehingga keputusan yang diambil cenderung bias dan kurang optimal. Selain itu, proses manual memerlukan waktu dan usaha yang besar karena pengguna harus mencari dan membandingkan informasi dari berbagai sumber secara terpisah, seperti biaya layanan, kecepatan pengiriman, cakupan area, dan kualitas layanan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat bantu yang mampu memberikan rekomendasi yang objektif dan akurat. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dapat digunakan dalam mempermudah pengguna untuk memilih aplikasi jasa angkut barang yang paling sesuai. SPK menggunakan metode analisis multi-kriteria untuk mengevaluasi dan membandingkan berbagai pilihan berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditetapkan [4].

Penelitian terkait pengembangan SPK untuk pemilihan jasa pengiriman barang telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Terdapat penelitian yang menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dalam menyelesaikan permasalahan untuk memilih jasa pengiriman barang terbaik [5]. Pendekatan yang digunakan dapat memperoleh solusi ideal melalui penilaian melalui penjumlahan dengan bobotnya pada setiap kriteria. Penelitian lainnya mengaplikasikan metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) untuk memilih jasa pengiriman barang [6]. Pendekatan TOPSIS bekerja dengan mendapatkan kinerja alternatif yang didasari pada jarak solusi ideal negatif serta positifnya pada setiap alternatif. Selain itu, ada penelitian yang menerapkan teknik AHP (*Analytical Hierarchy Process*) untuk pemilihan jasa pengiriman [7]. Metode ini menghasilkan alternatif terbaik dengan menggunakan hierarki untuk mengevaluasi pilihan berdasarkan hubungan hirarkis antara kriteria dan sub-kriteria yang relevan. Penelitian lain mengimplementasikan pendekatan WASPAS (*Weight Aggregated Sum Product Assessment*) dalam pengembangan SPK untuk memilih perusahaan jasa pengiriman barang [8]. Metode ini memberikan rekomendasi berdasarkan kinerja setiap alternatif yang dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot kriteria dengan nilai kinerja alternatif pada setiap kriteria dan mengalikan hasil perkalian bobot kriteria dengan nilai kinerja alternatif yang dipangkatkan pada setiap kriteria. Terakhir, ada penelitian yang menerapkan pendekatan ARAS (*Additive Ratio Assessment*) untuk membantu merekomendasikan jasa ekspedisi [9]. Metode ini memperoleh alternatif terbaik dengan mengubah nilai kinerja setiap alternatif menjadi rasio yang dapat dibandingkan secara langsung.

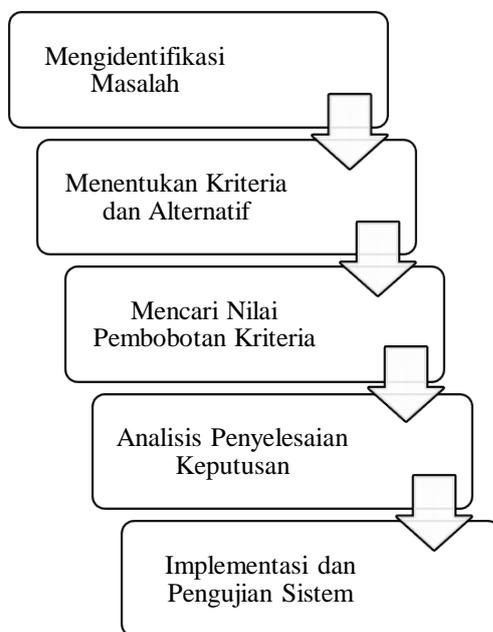
Perbedaan utama dari penelitian terdahulu dengan yang akan dilakukan yaitu penelitian ini fokus pada studi kasus untuk memilih aplikasi jasa angkut barang dan metode yang digunakan adalah PIPRECIA-S dan *Composite Performance Index* (CPI). Metode PIPRECIA-S berfungsi untuk mendapatkan bobot masing-masing kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya [10]. Metode ini memungkinkan penilaian yang lebih terstruktur dan objektif dalam menentukan bobot kriteria dibandingkan dengan metode konvensional lainnya. Setelah bobot kriteria ditentukan, metode CPI digunakan untuk mengintegrasikan berbagai aspek kinerja menjadi satu ukuran komposit yang mudah dipahami [11]. CPI menggabungkan hasil dari berbagai kriteria untuk memberikan skor keseluruhan bagi setiap alternatif, sehingga memudahkan proses perbandingan dan pemilihan [12].

Tujuannya penelitian ini dilakukan adalah untuk membangun sistem pendukung keputusan guna memilih aplikasi jasa angkut barang dengan menggunakan metode PIPRECIA-S dan *Composite Performance Index* (CPI). Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat berkontribusi dalam bidang manajemen logistik dan transportasi, serta membantu pengguna untuk membuat keputusan yang lebih baik terkait pemilihan aplikasi jasa angkut barang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian sangat penting untuk memastikan penelitian berjalan secara terstruktur dan terorganisir. Proses ini mencakup berbagai fase atau tahapan yang dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian secara efektif [13]. Tahapan-tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

Gambar 1 menampilkan tahap-tahap pelaksanaan penelitian. Di bawah ini diuraikan penjelasan yang lebih terperinci mengenai langkah-langkah penelitian yang dijalankan:

a. Mengidentifikasi Masalah

Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang akan dipecahkan. Ini melibatkan pemahaman konteks penelitian, tujuan yang ingin dicapai, dan kendala yang ada [14]. Untuk mendapatkan permasalahan yang ada, dilakukan pengumpulan informasi melalui wawancara dan survei untuk memahami kebutuhan pengguna dan tantangan yang dihadapi dalam pemilihan aplikasi jasa angkut barang. Hasil dari identifikasi masalah ditemukan bahwa penentuan aplikasi jasa angkut barang secara manual melibatkan subjektivitas yang tinggi dalam pengambilan keputusan. Pengguna mungkin memiliki preferensi pribadi yang tidak didasarkan pada analisis yang objektif, sehingga keputusan yang diambil cenderung bias dan kurang optimal. Selain itu, proses manual memerlukan waktu dan usaha yang besar karena pengguna harus mencari dan membandingkan informasi dari berbagai sumber secara terpisah. Untuk itu diperlukan sebuah sistem yang dapat merekomendasikan aplikasi jasa angkut barang yang memudahkan pengguna untuk melakukan pemilihan yang tepat dan cepat.

b. Menentukan Kriteria dan Alternatif

Setelah masalah teridentifikasi, langkah berikutnya yakni menetapkan kriteria yang akan diterapkan dalam mengevaluasi alternatif serta mengidentifikasi alternatif yang tersedia. Berdasarkan hasil pengumpulan data dan wawancara dengan beberapa orang yang akan melakukan pemilihan aplikasi jasa angkut barang didapatkan beberapa kriteria yang akan digunakan dalam studi kasus ini. Kriteria tersebut antara lain: Harga Per Kilometer, Kecepatan Pengiriman, Cakupan Area, Kemudahan Penggunaan, dan Rating Aplikasi. Untuk alternatif yang digunakan sebagai studi kasus diantaranya: Lion Parcel, Lalamove, Deliveroo, GoBox, dan The Lorry.

c. Mencari Nilai Pembobotan Kriteria

Bobot kriteria adalah nilai numerik yang mencerminkan tingkat kepentingan atau prioritas relatif dari setiap kriteria dalam proses pengambilan keputusan [15]. Pada tahap ini, peneliti akan menggunakan metode PIPRECIA-S untuk menentukan bobot dari setiap kriteria yang telah ditentukan. Proses ini melibatkan penilaian subjektif dari pengambil keputusan atau responden yang terlibat dalam penelitian, di mana mereka membandingkan pentingnya setiap kriteria relatif terhadap kriteria pertama. Metode PIPRECIA-S digunakan karena kesederhanaannya dalam penerapan dan kemampuannya untuk menghasilkan bobot kriteria yang objektif berdasarkan evaluasi relatif. Nilai bobot ini kemudian akan digunakan dalam analisis keputusan untuk mengevaluasi alternatif yang ada.

d. Analisis Penyelesaian Keputusan

Setelah bobot kriteria diperoleh, tahap berikutnya adalah melakukan analisis penyelesaian keputusan menggunakan metode *Composite Performance Index* (CPI). Setiap alternatif aplikasi jasa angkut barang dievaluasi berdasarkan nilai kriteria yang telah dinormalisasi dan dikalikan dengan bobot kriteria yang sesuai. Hasil dari setiap alternatif kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan indeks gabungan yang mencerminkan performa keseluruhan setiap alternatif. Alternatif dengan nilai indeks gabungan tertinggi dianggap sebagai pilihan terbaik.

e. Implementasi dan Pengujian Sistem

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah implementasi dan pengujian sistem pendukung keputusan yang telah dikembangkan. Pada tahap implementasi, sistem pendukung keputusan untuk pemilihan aplikasi jasa angkut barang akan dibangun menggunakan teknologi web. Pemrograman PHP dipilih sebagai bahasa server-side utama karena fleksibilitas dan kemampuannya dalam mengelola interaksi dengan basis data serta menghasilkan halaman web dinamis. *Database MySQL* digunakan untuk menyimpan data kriteria, alternatif, bobot kriteria, dan hasil evaluasi. Setelah implementasi selesai, sistem akan diuji untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan memberikan hasil yang akurat. Pengujian sistem dilakukan menggunakan teknik *usability testing*, yang bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem mudah digunakan dan dipahami oleh pengguna akhir. Parameter *usability* yang digunakan untuk evaluasi antara lain: *understandability* (kemampuan untuk dipahami), *learnability* (kemampuan untuk dipelajari), *operability* (kemampuan untuk dioperasikan), dan *attractiveness* (daya tarik) [16]. *Usability testing* melibatkan sejumlah pengguna yang mewakili audiens target, yang akan diminta untuk menyelesaikan serangkaian tugas menggunakan sistem.

2.2 Teknik Pembobotan PIPRECIA-S

Metode *Simplified Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment* (PIPRECIA-S) merupakan varian sederhana dari metode PIPRECIA yang dapat diterapkan dalam mencari bobot kriteria pada pengambilan keputusan multi-kriteria [17]. Pendekatan PIPRECIA-S bertumpu pada konsep evaluasi relatif antar kriteria, di mana pentingnya setiap kriteria dinilai berdasarkan kriteria pertama sebagai referensi. Berbeda dengan metode PIPRECIA asli yang membandingkan setiap kriteria dengan kriteria sebelumnya, PIPRECIA-S menyederhanakan proses dengan selalu membandingkan setiap kriteria dengan kriteria pertama [18]. Hal ini bertujuan untuk memudahkan responden dalam memberikan penilaian dan mengurangi kompleksitas perbandingan berpasangan [19]. Berikut adalah tahapan-tahapan proses perhitungan pembobotan menggunakan metode PIPRECIA-S:

a. Menetapkan Signifikansi Relatif (s_j) dari Setiap Kriteria

Langkah pertama dalam metode PIPRECIA-S adalah menentukan nilai signifikansi relatif (s_j) untuk setiap kriteria, kecuali kriteria pertama. Nilai s_j ini digunakan untuk menunjukkan seberapa penting suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria pertama. Penetapan s_j dilakukan berdasarkan persamaan (1).

$$s_j = \begin{cases} 1 & \text{apabila } c_j > c_1 \\ 1 & \text{apabila } c_j = c_1 \\ 1 & \text{apabila } c_j < c_1 \end{cases} \quad (1)$$

dimana $j \neq 1$

apabila kriteria (c_j) lebih penting daripada kriteria pertama (c_1) maka s_j bernilai antara 1 dan 1,9

apabila kriteria (c_j) sama pentingnya dengan kriteria pertama (c_1) maka $s_j = 1$

apabila kriteria (c_j) kurang penting daripada kriteria pertama (c_1) maka s_j bernilai antara 0,1 dan 1

b. Menghitung Nilai Koefisien (k_j)

Nilai koefisien k_j untuk setiap kriteria dihitung dengan persamaan (2).

$$k_j = \begin{cases} 1 & \text{apabila } j = 1 \\ 2 - s_j & \text{apabila } j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

c. Menghitung Bobot Rekalkulasi (q_j)

Pada tahap ini, bobot sementara atau rekalkulasi (q_j) untuk setiap kriteria dihitung menggunakan nilai k_j yang telah ditetapkan. Bobot rekalkulasi (q_j) dihitung dengan persamaan (3).

$$q_j = \begin{cases} 1 & \text{apabila } j = 1 \\ \frac{1}{k_j} & \text{apabila } j > 1 \end{cases} \quad (3)$$

d. Menentukan Bobot Relatif Kriteria (w_j)

Bobot relatif kriteria w_j dihitung dengan menormalisasi nilai q_j menggunakan persamaan (4).

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (4)$$

di mana n adalah jumlah total kriteria.

2.3 Pendekatan *Composite Performance Index* (CPI)

Metode *Composite Performance Index* (CPI) adalah salah satu teknik yang sering diterapkan dalam analisis multi-kriteria guna melakukan evaluasi dan mengurutkan alternatif dengan berbagai kriteria [20]. Pendekatan CPI memiliki keunggulan dalam menangani kompleksitas pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan beberapa faktor penentu secara simultan [21]. Dalam konteks evaluasi kinerja, CPI memungkinkan penggabungan berbagai kriteria yang dapat mempunyai sifat berbeda, seperti tren positif maupun negatif, dengan memberikan bobot yang proporsional terhadap pentingnya masing-masing kriteria. Metode CPI menawarkan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk pengambilan keputusan multi-kriteria, memungkinkan evaluasi yang lebih komprehensif dan objektif terhadap alternatif yang bersaing [22]. Proses tahapan dalam pemecahan permasalahan pada pendekatan CPI secara terinci adalah sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi Tren Kriteria

Setiap kriteria yang dievaluasi ditentukan berdasarkan tren kinerjanya, yaitu apakah trennya positif atau negatif. Kriteria dengan tren positif diharapkan memiliki nilai setinggi mungkin, sementara kriteria dengan tren negatif diharapkan memiliki nilai serendah mungkin.

b. Normalisasi Nilai Kriteria

Proses normalisasi dilakukan berdasarkan jenis tren kriterianya. Untuk kriteria dengan tren positif, nilai terendah dari kriteria tersebut diubah menjadi seratus, dan nilai lainnya disesuaikan secara proporsional berdasarkan peningkatan nilai yang lebih tinggi. Untuk kriteria dengan tren negatif, nilai terendah juga diubah menjadi seratus, namun nilai lainnya disesuaikan secara proporsional berdasarkan penurunan nilai. Normalisasi untuk tren positif dihitung dengan persamaan (4) dan untuk tren negatif dihitung dengan persamaan (5).

$$A_{ij} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{ij}(min)} \right) \times 100 \quad (4)$$

$$A_{ij} = \left(\frac{x_{ij}(min)}{x_{ij}} \right) \times 100 \quad (5)$$

dimana A_{ij} merupakan hasil normalisasi atribut i dalam kriteria j , x_{ij} merujuk pada nilai atribut i pada kriteria j , $x_{ij}(min)$ mengacu pada atribut yang memiliki nilai terendah.

c. Pembobotan Nilai Kriteria

Setelah normalisasi, setiap nilai kriteria dikalikan dengan bobotnya masing-masing untuk mendapatkan nilai indeks kriteria yang tertimbang. Untuk menghitungnya digunakan persamaan (6).

$$I_{ij} = A_{ij} \times W_j \quad (6)$$

dimana I_{ij} menunjukkan nilai indeks untuk setiap alternatif, A_{ij} merupakan hasil normalisasi atribut, dan W_j merujuk pada bobot kriteria j .

d. Perhitungan Indeks Gabungan

Langkah terakhir adalah menghitung indeks gabungan dengan menjumlahkan semua nilai indeks kriteria tertimbang untuk setiap alternatif. Indeks gabungan ini dapat diperoleh melalui persamaan (7).

$$I_i = \sum_{j=1}^n I_{ij} \tag{7}$$

dimana I_i mengacu pada nilai indeks gabungan pada masing-masing alternatif i , I_{ij} yaitu nilai indeks untuk masing-masing alternatif i pada kriteria j .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menyelesaikan masalah pemilihan aplikasi jasa angkut barang dengan pendekatan pembobotan PIPRECIA-S dan *Composite Performance Index* (CPI), langkah pertama yakni menetapkan kriteria yang akan dijadikan acuan dalam melakukan pemilihan. Berdasarkan hasil pengumpulan data dan wawancara dengan beberapa orang yang akan melakukan pemilihan aplikasi jasa angkut barang didapatkan beberapa kriteria yang akan digunakan dalam studi kasus ini. Kriteria tersebut antara lain: Harga Per Kilometer (C1), Kecepatan Pengiriman (C2), Cakupan Area (C3), Kemudahan Penggunaan (C4), dan Rating Aplikasi (C5). Untuk mempermudah proses penentuan bobot kriteria, digunakan pendekatan PIPRECIA-S. Pada teknik pembobotan ini pengambil keputusan akan memberikan penilaian dengan membandingkan pentingnya setiap kriteria relatif terhadap kriteria pertama atau nilai signifikansi relatif (s_j). Berikut adalah penilaian subjektif mengenai seberapa penting setiap kriteria dibandingkan dengan kriteria pertama yang tersusun pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Signifikansi Setiap Alternatif

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Urutan	1	2	3	4	5
s_j	-	0,8	0,5	1	0,3

Pada Tabel 1, menunjukkan penilaian dari pengambil keputusan terhadap perbandingan tingkat kepentingan untuk setiap kriteria atau nilai signifikansi relatif (s_j). Sehingga didapatkan nilai signifikansi relatif (s_j) yaitu: $s_2 = 0,8$; $s_3 = 0,5$; $s_4 = 1$; $s_5 = 0,3$. Dari nilai signifikansi relatif tersebut kemudian ditetapkan nilai koefisien (k_j) menggunakan persamaan (2). Nilai koefisien yang telah didapatkan disusun pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Nilai Koefisien Untuk Setiap Kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Urutan	1	2	3	4	5
s_j	-	0,8	0,5	1	0,3
k_j	-	1,2	1,5	1	1,7

Berdasarkan nilai koefisien yang ditunjukkan pada Tabel 2, menjadi acuan untuk mendapatkan nilai bobot rekalkulasi (q_j) yang diperoleh melalui persamaan (3). Berikut proses untuk menghitung nilai q_j :

$$q_1 = 1$$

$$q_2 = \frac{1}{1,2} = 0,8333$$

$$q_3 = \frac{1}{1,5} = 0,6667$$

$$q_4 = 1$$

$$q_5 = \frac{1}{1,7} = 0,5882$$

Langkah terakhir pada pembobotan PIPRECIA-S adalah menghitung bobot relatif akhir (w_j) untuk setiap kriteria. Bobot ini diperoleh dengan menggunakan persamaan (4), sehingga proses perhitungannya adalah:

$$q_1 = \frac{1}{1 + 0,8333 + 0,6667 + 1 + 0,5882} = 0,2446$$

$$q_2 = \frac{0,8333}{1 + 0,8333 + 0,6667 + 1 + 0,5882} = 0,2038$$

$$q_3 = \frac{0,6667}{1 + 0,8333 + 0,6667 + 1 + 0,5882} = 0,1631$$

$$q_4 = \frac{1}{1 + 0,8333 + 0,6667 + 1 + 0,5882} = 0,2446$$

$$q_5 = \frac{0,5882}{1 + 0,8333 + 0,6667 + 1 + 0,5882} = 0,1439$$

Bobot kriteria yang diperoleh berdasarkan perhitungan pembobotan dengan PIPRECIA-S kemudian disusun dalam Tabel 3.

Tabel 3. Bobot Kriteria Hasil PIPRECIA-S

Kriteria	Tren Kriterianya	Hasil Pembobotan
Harga Per Kilometer (C1)	Negatif	0,2446
Waktu Pengiriman (C2)	Negatif	0,2038
Cakupan Area (C3)	Positif	0,1631
Kemudahan Penggunaan (C4)	Positif	0,2446
Rating Aplikasi (C5)	Positif	0,1439

Setelah bobot untuk setiap kriteria ditentukan berdasarkan Tabel 3, langkah berikutnya adalah menetapkan rentang nilai untuk masing-masing kriteria beserta nilai pengkonversinya. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses perhitungan pada tahap berikutnya. Dalam studi kasus pemilihan aplikasi jasa angkut barang pada penelitian ini, rentang penilaian untuk setiap kriteria dan nilai konversinya disusun seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Pengkonversian Nilai Untuk Alternatif

Kode Kriteria	Kriteria	Rentang Penilaian	Nilai Konversinya
C1	Harga Per Kilometer	< 5.000	1
		>= 5.000 dan < 10.000	2
		>= 10.000 dan < 15.000	3
		>= 15.000	4
C2	Waktu Pengiriman	< 2 Hari	1
		>= 2 Hari dan < 5 Hari	2
		>= 5 Hari dan < 7 Hari	3
		>= 6 Hari	4
C3	Cakupan Area	< 25 Kota	1
		>= 25 Kota dan < 35 Kota	2
		>= 35 Kota dan < 45 Kota	3
		>= 45 Kota	4
C4	Kemudahan Penggunaan	Tidak Mudah	1
		Cukup Mudah	2
		Mudah	3
		Sangat Mudah	4
C5	Rating Aplikasi	< 3.5	1
		>= 3.5 dan < 4.0	2
		>= 4.0 dan < 4.5	3
		>= 4.5	4

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi seluruh alternatif berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan. Alternatif merujuk pada berbagai pilihan yang tersedia sebagai pertimbangan untuk proses pengambilan keputusan. Sebagai contoh dalam studi kasus ini, terdapat 5 alternatif yaitu: Lion Parcel (A1), Lalamove (A2), Deliverer (A3), GoBox (A4), dan The Lorry (A5). Penilaian untuk setiap alternatif dirangkum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Alternatif

Alternatif	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
Lion Parcel (A1)	7.000	3 Hari	50 Kota	Sangat Mudah	4.0
Lalamove (A2)	4.000	1 Hari	35 Kota	Mudah	4.7
Deliverer (A3)	4.500	1 Hari	30 Hari	Mudah	4.8
GoBox (A4)	7.000	2 Hari	45 Kota	Sangat Mudah	3.8
The Lorry (A5)	12.000	1 Hari	40 Kota	Mudah	4.0

Langkah berikutnya adalah mengkonversi nilai-nilai alternatif yang tercantum pada Tabel 5 sesuai dengan acuan nilai yang terdapat pada Tabel 4. Hasil dari konversi ini kemudian dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengkonversian Nilai Alternatif

Alternatif	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
Lion Parcel (A1)	2	2	4	4	3

Lalamove (A2)	1	1	3	3	4
Deliveree (A3)	1	1	2	3	4
GoBox (A4)	2	2	4	4	2
The Lorry (A5)	3	1	3	3	3

Tabel 6 menyajikan penilaian untuk setiap alternatif yang akan digunakan dalam perhitungan guna menentukan rekomendasi pilihan yang tepat dengan menggunakan teknik CPI. Perhitungan ini dimulai dengan melakukan normalisasi nilai kriteria (A_{ij}), dengan mempertimbangkan tren positif serta negatif yang diperoleh melalui persamaan (4) dan (5). Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa kriteria C3, C4, dan C5 adalah kriteria dengan tren positif, sedangkan C1 dan C2 adalah kriteria tren negatif. Untuk mendapatkan nilai A_{ij} , berikut proses perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 A_{11} &= \left(\frac{1}{2}\right) \times 100 = 50 & A_{12} &= \left(\frac{1}{2}\right) \times 100 = 50 & A_{13} &= \left(\frac{4}{2}\right) \times 100 = 200 \\
 A_{21} &= \left(\frac{1}{1}\right) \times 100 = 100 & A_{22} &= \left(\frac{1}{1}\right) \times 100 = 100 & A_{23} &= \left(\frac{3}{2}\right) \times 100 = 150 \\
 A_{31} &= \left(\frac{1}{1}\right) \times 100 = 100 & A_{32} &= \left(\frac{1}{1}\right) \times 100 = 100 & A_{33} &= \left(\frac{2}{2}\right) \times 100 = 100 \\
 A_{41} &= \left(\frac{1}{2}\right) \times 100 = 50 & A_{42} &= \left(\frac{1}{2}\right) \times 100 = 50 & A_{43} &= \left(\frac{4}{2}\right) \times 100 = 200 \\
 A_{51} &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 100 = 33,33 & A_{52} &= \left(\frac{1}{1}\right) \times 100 = 100 & A_{53} &= \left(\frac{3}{2}\right) \times 100 = 150 \\
 \\
 A_{14} &= \left(\frac{4}{3}\right) \times 100 = 133,33 & A_{15} &= \left(\frac{3}{2}\right) \times 100 = 150 \\
 A_{24} &= \left(\frac{3}{3}\right) \times 100 = 100 & A_{25} &= \left(\frac{4}{2}\right) \times 100 = 200 \\
 A_{34} &= \left(\frac{3}{3}\right) \times 100 = 100 & A_{35} &= \left(\frac{4}{2}\right) \times 100 = 200 \\
 A_{44} &= \left(\frac{4}{3}\right) \times 100 = 133,33 & A_{45} &= \left(\frac{2}{2}\right) \times 100 = 100 \\
 A_{54} &= \left(\frac{3}{3}\right) \times 100 = 100 & A_{55} &= \left(\frac{3}{2}\right) \times 100 = 150
 \end{aligned}$$

Setelah seluruh atribut telah dinormalisasikan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan nilai normalisasi bobot kriteria (I_{ij}) melalui persamaan (6). Proses ini melibatkan perkalian antara nilai normalisasi (A_{ij}) dengan bobot kriterianya (W_j). Nilai bobot diperoleh dari hasil perhitungan pembobotan PIPRECIA-S yang terdapat dalam Tabel 3, antara lain: C1 = 0,2446; C2 = 0,2038; C3 = 0,1631; C4 = 0,2446; C5 = 0,1439. Proses normalisasi bobot kriteria (I_{ij}) secara rinci adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_{12} &= 50 \times 0,2038 = 10,19 & I_{13} &= 200 \times 0,1631 = 32,62 \\
 I_{22} &= 100 \times 0,2038 = 20,38 & I_{23} &= 150 \times 0,1631 = 24,47 \\
 I_{32} &= 100 \times 0,2038 = 20,38 & I_{33} &= 100 \times 0,1631 = 16,31 \\
 I_{42} &= 50 \times 0,2038 = 10,19 & I_{43} &= 200 \times 0,1631 = 32,62 \\
 I_{52} &= 100 \times 0,2038 = 20,38 & I_{53} &= 150 \times 0,1631 = 24,47 \\
 \\
 I_{14} &= 133,33 \times 0,2446 = 32,61 & I_{15} &= 150 \times 0,1439 = 21,59 \\
 I_{24} &= 100 \times 0,2446 = 24,46 & I_{25} &= 200 \times 0,1439 = 28,78 \\
 I_{34} &= 100 \times 0,2446 = 24,46 & I_{35} &= 200 \times 0,1439 = 28,78 \\
 I_{44} &= 133,33 \times 0,2446 = 32,61 & I_{45} &= 100 \times 0,1439 = 14,39 \\
 I_{54} &= 100 \times 0,2446 = 24,46 & I_{55} &= 150 \times 0,1439 = 21,59
 \end{aligned}$$

Hasil normalisasi bobot kriteria (I_{ij}) digunakan untuk memperoleh nilai indeks gabungan (I_i) melalui persamaan (7). Nilai Indeks gabungan ini diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai normalisasi bobot kriteria (I_{ij}) untuk setiap alternatif. Berikut merupakan proses perhitungan nilai indeks gabungannya (I_i):

$$\begin{aligned}
 I_1 &= 12,23 + 10,19 + 32,62 + 32,61 + 21,59 = 109,24 \\
 I_2 &= 24,46 + 20,38 + 24,47 + 24,46 + 28,78 = 122,55 \\
 I_3 &= 24,46 + 20,38 + 16,31 + 24,46 + 28,78 = 114,39 \\
 I_4 &= 12,23 + 10,19 + 32,62 + 32,61 + 14,39 = 102,04 \\
 I_5 &= 8,15 + 20,38 + 24,47 + 24,46 + 21,59 = 99,04
 \end{aligned}$$

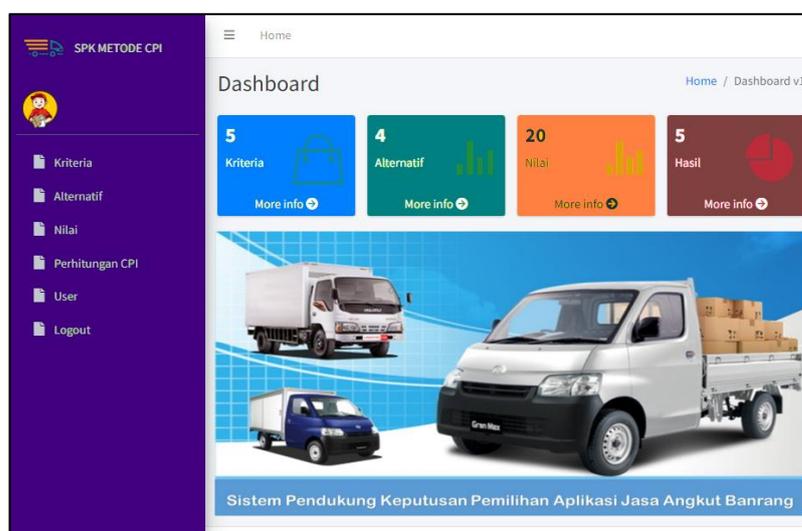
Selanjutnya, nilai indeks gabungan yang diperoleh diurutkan berdasarkan nilai alternatif yang paling tinggi. Alternatif dengan nilai indeks gabungan tertinggi dianggap sebagai aplikasi jasa angkut barang terbaik karena menunjukkan kinerja keseluruhan yang paling optimal sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Hasil pemeringkatan indeks gabungan setiap alternatif disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemingkatan Indeks Gabungan Setiap Aplikasi Jasa Angkut Barang

Alternatif	Hasil Indeks Gabungan	Peringkat
Lalamove (A2)	122,55	1
Deliveree (A3)	114,39	2
Lion Parcel (A1)	109,24	3
GoBox (A4)	102,04	4
The Lorry (A5)	99,04	5

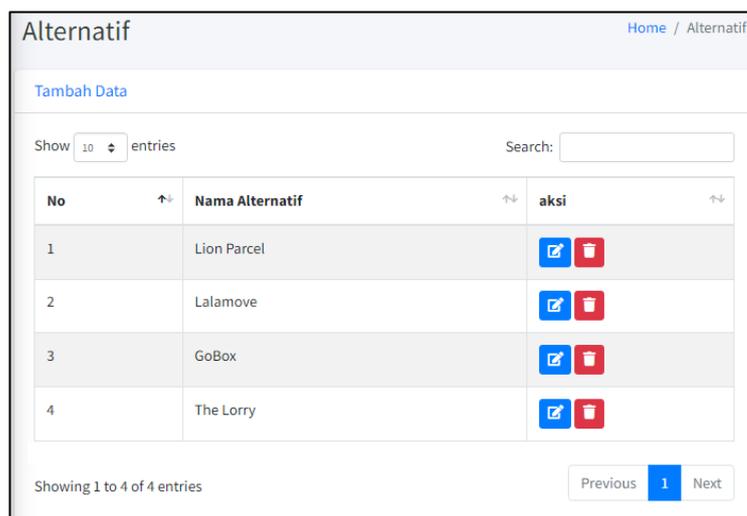
Pada Tabel 7, terlihat bahwa Lalamove (A2) memiliki nilai indeks gabungan tertinggi dengan skor 122,55; diikuti oleh Deliveree (A3) dengan skor 114,39; Lion Parcel (A1) dengan skor 109,24; GoBox (A4) dengan skor 102,04; dan The Lorry (A5) dengan skor 99,04.

Dalam penelitian ini, SPK dikembangkan sebagai *software* yang berbasis *website*. Pengembangan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL untuk penyimpanan data. Akses ke SPK dimulai dengan pengguna melakukan *login* menggunakan nama pengguna dan kata sandi. Jika *user* belum mempunyai akun, maka dapat melakukan pendaftaran terlebih dahulu. Setelah berhasil masuk, pengguna akan melihat *dashboard* atau menu utama untuk pemilihan aplikasi jasa angkut barang. Tampilan fitur *dashboard* tersaji dalam Gambar 2.



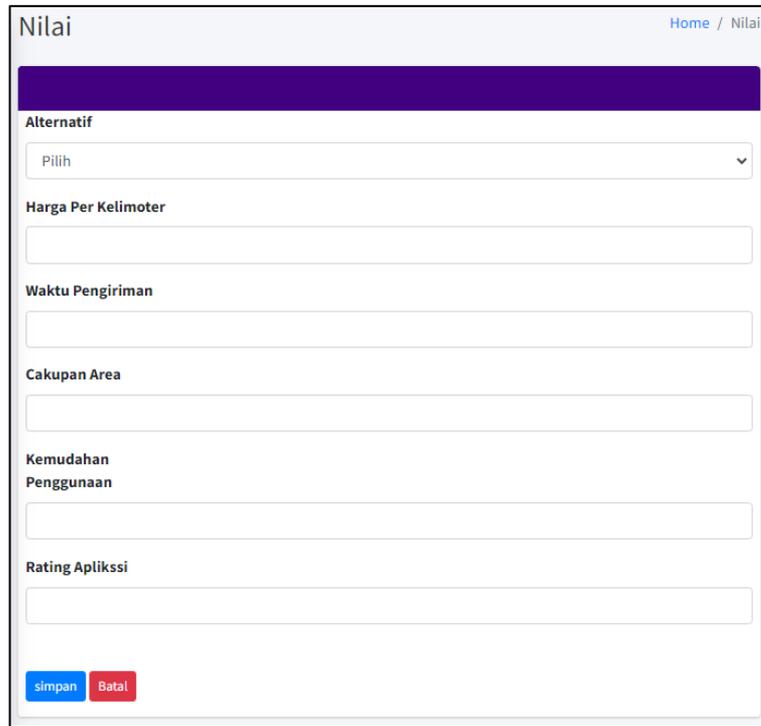
Gambar 2. Dashboard SPK Untuk Memilih Aplikasi Jasa Angkut Barang

Pada antarmuka dashboard yang ditampilkan pada Gambar 2, terdapat beberapa fungsi utama, seperti mengelola alternatif, kriteria, nilai alternatif, dan hasil perhitungan metode CPI. Sebelum pengguna dapat memilih aplikasi jasa angkut barang, mereka harus terlebih dahulu mengelola data kriteria. Pada menu ini, pengguna dapat menambah, mengubah, dan menghapus data kriteria. Selanjutnya, pengguna dapat mengelola data alternatif melalui fitur alternatif, yang memungkinkan penambahan, perubahan, dan penghapusan data alternatif. Visualisasi fitur alternatif ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Fitur Alternatif

Setelah data kriteria dan alternatif tersedia secara lengkap, pengguna dapat memasukkan nilai untuk setiap alternatif. Dalam menu ini, pengguna dapat menginput nilai berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Visualisasi fitur untuk menambahkan data nilai kriteria dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *Input* Data Penilaian Alternatif

Gambar 4 menampilkan fitur untuk memasukkan data nilai alternatif. Setelah data penilaian alternatif dimasukkan, pengguna dapat melanjutkan ke proses perhitungan dengan menggunakan metode CPI untuk menentukan alternatif terbaik. Di menu perhitungan dengan pendekatan CPI, pengguna akan diperlihatkan setiap langkah perhitungan yang dilakukan dengan metode CPI. Selain itu, pengguna dapat melihat hasil rekomendasi alternatif terbaik dalam bentuk peringkat. Hasil perhitungan dan peringkat ini divisualisasikan pada Gambar 5.

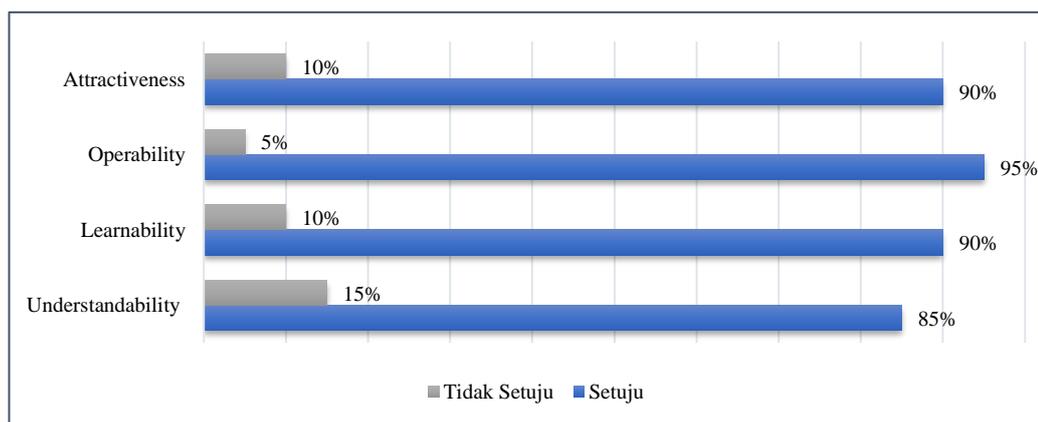
Perhitungan CPI			
No	Alternatif	Perhitungan Indeks Gabungan	Hasil
1	Lion Parcel	12.23 + 10.19 + 32.62 + 32.61 + 21.59	109.24
2	Lalamove	24.46 + 20.38 + 24.47 + 24.46 + 28.78	122.55
3	Delivereee	24.46 + 20.38 + 16.31 + 24.46 + 28.78	114.39
4	GoBox	12.23 + 10.19 + 32.62 + 32.61 + 14.39	102.04
5	The Lorry	8.15 + 20.38 + 24.47 + 24.46 + 21.59	99.04

Rangking		
No	Alternatif	Hasil
1	Lalamove	122.55
2	Delivereee	114.39
3	Lion Parcel	109.24
4	GoBox	102.04
5	The Lorry	99.04

Gambar 5. Tampilan Fitur Perhitungan CPI dan Hasil Perangkingan

Visualisasi pada Gambar 5 menyajikan hasil analisis menggunakan metode CPI, yang menghasilkan pemeringkatan nilai indeks gabungan dari alternatif yang ada. *Output* sistem menunjukkan bahwa Lalamove (A2) memiliki indeks gabungan tertinggi yaitu 122,55; diikuti oleh Deliverree (A3) dengan skor 114,39; Lion Parcel (A1) dengan skor 109,24; GoBox (A4) dengan skor 102,04; dan The Lorry (A5) dengan skor 99,04. Hasil ini konsisten dengan kalkulasi manual yang telah dilakukan sebelumnya, menegaskan bahwa *output* sistem menghasilkan nilai yang tepat dan valid.

Setelah tahap pengembangan sistem selesai, langkah selanjutnya adalah melaksanakan uji kegunaan untuk memastikan bahwa Sistem Pendukung Keputusan (SPK) siap digunakan oleh pengguna. Pengujian ini menggunakan kuesioner yang disebarluaskan kepada sekelompok responden, yang terdiri dari individu, organisasi, atau perusahaan yang akan memilih aplikasi jasa angkutan barang. Instrumen survei ini menggunakan skala Guttman, yang dipilih untuk memperoleh respon yang tegas dan jelas dari partisipan, dengan dua pilihan jawaban yaitu 'setuju' dan 'tidak setuju'. Kuesioner ini dirancang untuk mengevaluasi empat parameter kegunaan: *understandability* (kemampuan untuk dipahami), *learnability* (kemampuan untuk dipelajari), *operability* (kemampuan untuk dioperasikan), dan *attractiveness* (daya tarik). Survei ini melibatkan 20 responden. Guna memberikan gambaran yang menyeluruh tentang hasil pengujian, maka hasil uji ini divisualisasikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji *Usability*

Visualisasi yang ditampilkan pada Gambar 6 memperlihatkan hasil lengkap dari uji *usability* yang telah dilakukan terhadap Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk pemilihan aplikasi jasa angkut barang. Berdasarkan analisis data, sistem ini memperoleh skor kegunaan rata-rata sebesar 90%. Skala *System Usability Scale* (SUS) mengklasifikasikan penilaian kegunaan ke dalam beberapa kategori: skor 85-100 dianggap sebagai "Sangat Baik", 70-84 sebagai "Baik", 50-69 sebagai "Dapat Diterima", dan skor di bawah 50 dikategorikan sebagai "Buruk" [23]. Mengacu pada standar evaluasi *System Usability Scale* (SUS), skor ini menempatkan SPK pemilihan aplikasi jasa angkut barang dalam kategori "Sangat Baik". Pencapaian skor *usability* ini menunjukkan bahwa SPK yang dikembangkan berhasil menggabungkan fungsionalitas yang diperlukan dengan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan berhasil mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk memilih aplikasi jasa angkut barang dengan menerapkan metode PIPRECIA-S dan Composite Performance Index (CPI). Metode PIPRECIA-S digunakan untuk menentukan bobot kriteria dengan lebih mudah karena hanya memerlukan perbandingan dengan kriteria pertama, berbeda dengan metode perbandingan berpasangan lainnya yang membutuhkan perbandingan antara semua pasangan kriteria. Setelah bobot kriteria ditentukan menggunakan PIPRECIA-S, Composite Performance Index (CPI) digunakan untuk mengevaluasi dan memeringkat alternatif dengan menggabungkan bobot kriteria dan skor kinerja alternatif sehingga menghasilkan nilai total yang mencerminkan kinerja keseluruhan alternatif. Dalam studi kasus pemilihan aplikasi jasa angkut barang terbaik, hasil perhitungan menunjukkan bahwa Lalamove (A2) memiliki indeks gabungan tertinggi dengan skor 122,55; diikuti oleh Deliverree (A3) dengan skor 114,39; Lion Parcel (A1) dengan skor 109,24; GoBox (A4) dengan skor 102,04; dan The Lorry (A5) dengan skor 99,04. Hasil perhitungan dari SPK yang dikembangkan ini konsisten dengan hasil perhitungan manual, menunjukkan validitas dan keandalannya. Selain itu, uji *usability* menunjukkan rata-rata skor 90%, mengindikasikan bahwa SPK yang dikembangkan berhasil menggabungkan fungsionalitas yang diperlukan dengan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan. Namun, beberapa perbaikan masih diperlukan untuk penelitian berikutnya. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan integrasi metode lain atau pengembangan metode *hybrid* untuk meningkatkan ketepatan dan keandalan sistem. Selain itu, pengujian sistem dalam berbagai skenario dunia nyata dan umpan balik dari pengguna akhir dapat memberikan wawasan tambahan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

REFERENCES

- [1] N. I. Mauliyah and V. Sakdiyah, *Peran Transportasi Online pada Perekonomian Masyarakat*. Penerbit NEM, 2022.
- [2] M. Iqbal and M. Ansari, “Rancang Bangun Aplikasi Jasa Angkutan Darat Berbasis Android (Studi Kasus: CV. Anugerah Jaya Abadi),” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [3] A. E. Putro, *Manajemen Kurir dalam Perspektif Proses Bisnis*. Pekalongan: Penerbit NEM, 2022.
- [4] T. Limbong *et al.*, *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*. Yayasan Kita Menulis, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=6FnYDwAAQBAJ>
- [5] S. Wasiyanti and A. Putri, “Pemilihan Jasa Pengiriman Barang Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW),” *SATIN - Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, 2020, doi: 10.33372/stn.v6i1.577.
- [6] R. Risnawati and N. Manurung, “Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penentuan Mitra Jasa Pengiriman Barang Terbaik Di Kota Kisaran Menggunakan Metode TOPSIS,” *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 133–138, 2019, doi: 10.33330/jurteks.v5i2.357.
- [7] A. T. Qurrota’ayun, B. S. Mukty, N. F. Amalia, S. A. Putri, and Y. Nabilah, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jasa Pengiriman dengan Metode Analytical Hierarchy Proses (AHP),” *J. Sist. Inf. STMIK Antar Bangsa*, vol. XIII, no. 1, pp. 24–33, 2024.
- [8] A. L. Nasution, Y. Syahra, and S. Murniyati, “Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Perusahaan Jasa Pengiriman Terbaik Dengan Menggunakan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS),” *J. CyberTech*, vol. 4, no. 4, 2021.
- [9] N. Saragih and A. Triayudi, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jasa Ekspedisi Terbaik Menerapkan Metode ARAS,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 347–355, 2023, doi: 10.30865/json.v5i2.6976.
- [10] S. Setiawansyah and V. H. Saputra, “Kombinasi Pembobotan PIPRECIA-S dan Metode SAW dalam Pemilihan Ketua Organisasi Sekolah,” *J. Ilm. Inform. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 32–40, 2023.
- [11] I. Muzakkir and A. Riadi, “Metode Composite Performance Indeks (CPI) Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Desa Terbaik,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 6, pp. 877–886, 2022.
- [12] A. Kosasih and M. G. C. Permana, “Metode Composite Performance Index (CPI) Untuk Putusan Kasasi Perdata Pada Pengadilan Negeri Kota Cirebon,” *JCSAI J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2024.
- [13] 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.
- [14] R. I. Borman and M. Wati, “Penerapan Data Maining Dalam Klasifikasi Data Anggota Kopdit Sejahtera Bandarlampung Dengan Algoritma Naïve Bayes,” *J. Ilm. Fak. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2020.
- [15] I. M. Pandiangan, M. Mesran, R. I. Borman, A. P. Windarto, and S. Setiawansyah, “Implementation of Operational Competitiveness Rating Analysis (OCRA) and Rank Order Centroid (ROC) to Determination of Minimarket Location,” *Bull. Informatics Data Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [16] M. Hertzum, *Usability Testing: A Practitioner’s Guide to Evaluating the User Experience*. California: Morgan & Claypool Publishers, 2020.
- [17] D. Stanujkic, D. Karabasevic, G. Popovic, and C. Sava, “Simplified Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment (PIPRECIA-S) Method,” *Rom. J. Econ. Forecast.*, vol. XXIV, no. 4, pp. 141–154, 2021.
- [18] A. D. Wahyudi, “Penentuan Lokasi Gudang Baru Menggunakan TOPSIS dan Pembobotan PIPRECIA,” *J. Inf. Technol. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–30, 2024.
- [19] D. Pasha, M. Safi, and S. Setiawansyah, “Penerapan Multi-Atributive Ideal-Real Comparative Analysis dan PIPRECIA Dalam Evaluasi Kinerja Pemasok Bahan Baku,” *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 4, pp. 2005–2017, 2024, doi: 10.30865/klik.v4i4.1652.
- [20] M. Walid, B. Satria, and M. Makruf, “Seleksi Karyawan Baru Menggunakan Metode Composite Performance Index (CPI) dan Rank Order Centroid (ROC),” *J. Ilm. Ilk.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2022.
- [21] B. Bahrin, B. Betrisandi, and M. Diange, “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Beasiswa Prestasi Miskin Dengan Metode Composite Performance Index (CPI),” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–13, 2022.
- [22] B. Satria, A. Sidauruk, R. Wardhana, A. Al Akbar, and M. A. Ihsan, “Penerapan Composite Performance Index (CPI) Sebagai Metode Pada Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Beasiswa,” *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 566–576, 2022.
- [23] R. R. Putra, R. Yasirandi, and M. M. Qusyairi, “Evaluation of Travel App’s Usability Using the System Usability Scale Method,” *Sci. J. Informatics*, vol. 11, no. 2, pp. 439–450, 2024, doi: 10.15294/sji.v11i2.4509.