

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lahan Tanaman Kopi Menggunakan Metode Complex Proportional Assessment (COPRAS)

Ahmad Fathurrozi^{1,*}, Amat Damuri², Agung Tri Prastowo³, Yuri Rahmanto⁴

¹Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Informatika, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Manajemen Informatika, STMIK Al Muslim, Bekasi, Indonesia

^{3,4}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Lampung, Indonesia

Email: ^{1,*}fathur@dsn.ubharajaya.ac.id, ²amat.damuri@almuslim.ac.id, ³agung.tri.prastowo@teknokrat.ac.id,

⁴yurirahmanto@teknokrat.ac.id

Email Penulis Korespondensi: fathur@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstrak—Lahan menjadi salah satu aspek penting dalam membudidayakan tanaman kopi. Hal ini karena lahan memiliki andil dalam meningkatkan kualitas dan hasil panen. Untuk memilih lahan kopi perlu didasari pada data dan informasi mengenai lahan tersebut dengan akurat. Maka, pengambilan keputusan secara konvensional akan membutuhkan waktu karena perlu diskusi dan membandingkan antara data dari lahan satu dengan yang lainnya. Maka, tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan metode Complex Proportional Assessment (COPRAS) untuk menentukan lahan kopi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Pendekatan COPRAS dapat melakukan analisa alternatif yang berbeda serta mampu melakukan perkiraan alternatif yang disesuaikan dengan tingkatan utilitas dengan memberikan penilaian yang disajikan dalam interval. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan dengan metode COPRAS didapatkan nilai Utilitas yang paling tinggi adalah lahan di Desa Banjar Negeri (A2) dengan nilai 100, kemudian dilanjutkan oleh Desa Tanjung Agung (A3) dengan nilai 93,64, Desa Tanjung Jati (A1) dengan nilai 92,90 dan Desa Kampung Baru dengan nilai 83,53. Hasil dari SPK yang dikembangkan dengan hasil perhitungan secara manual mendapatkan nilai yang sama. Disamping itu, pada uji melalui Black-Box Testing menunjukkan hasil bahwa seluruh fungsi-fungsi sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik.

Kata Kunci: Complex Proportional Assessment; COPRAS; Lahan Kopi; Sistem Pendukung Keputusan; SPK

Abstract—Land is one of the important aspects in cultivating coffee plants. This is because the land has a stake in increasing the quality and yield of crops. To select a coffee field, it is necessary to be based on accurate data and information about the land. So, conventional decision-making will take time because it needs to be discussed and compared between data from one field to another. So, the purpose of the research conducted is to develop a Decision Support System (DSS) using the Complex Proportional Assessment (COPRAS) method to determine the right coffee area and according to needs. The COPRAS approach can carry out different alternative analyzes and is able to make alternative estimates that are adjusted to the level of utility by providing ratings presented in intervals. Based on a case study conducted using the COPRAS method, the highest utility value was land in Banjar Negeri Village (A2) with a value of 100, followed by Tanjung Agung Village (A3) with a value of 93.64, Tanjung Jati Village (A1) with a value 92.90 and Kampung Baru Village with a value of 83.53. The results of the SPK developed with the results of manual calculations get the same value. Besides that, the test through Black-Box Testing shows the results that all system functions built can run well.

Keywords: Complex Proportional Assessment; COPRAS; Coffee Land; Decision Support System; DSS

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, bahkan menduduki peringkat ke tiga di dunia. Hal ini ditunjukkan dengan produksi kopi pada tahun 2021 mencapai 774,6 ton dan mengalami peningkatan 2,75% dari tahun sebelumnya [1]. Berdasarkan data dari *International Coffee Organization* konsumsi kopi di Indonesia terus meningkat dari tahun ketahun. Kenaikan rata-rata konsumsi kopi di Indonesia mencapai 3,4% pertahunnya [2]. Peluang tersebut didukung dengan potensi sumberdaya lahan perkebunan kopi di Indonesia mencapai seluas 1,3 juta hektar [3]. Inilah yang menyebabkan banyak perusahaan maupun perorangan yang melakukan budidaya kopi. Salah satu faktor utama kesuksesan dalam budidaya kopi adalah lahan. Lahan menjadi aspek penting karena lahan berpengaruh pada kualitas dan hasil panen kopi [4]. Karena terdapat berbagai variasi kondisi lahan serta topografi lahan yang berbeda-beda maka diperlukan perencanaan dalam memilih lahan kopi. Untuk memilih lahan kopi perlu didasari pada data dan informasi mengenai lahan tersebut dengan akurat. Maka, pengambilan keputusan secara konvensional akan membutuhkan waktu karena perlu diskusi dan membandingkan antara data dari lahan satu dengan yang lainnya. Untuk itu dibutuhkan sistem yang dapat memberikan rekomendasi lahan yang tepat untuk penanaman kopi.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dikenal sebagai perangkat lunak berbasis pengetahuan yang digunakan dalam menunjang pengambil keputusan untuk menentukan pilihannya [5]. SPK juga didefinisikan sebagai perangkat lunak yang memiliki kemampuan untuk melakukan pengelolaan data menjadi sebuah informasi yang bermanfaat guna mendukung seseorang untuk menetapkan keputusannya dalam menyelesaikan permasalahan yang bersifat semi-terstruktur [6]. SPK dibangun berbasiskan model matematis dan statistika yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik [7]. Pada SPK terdapat metode atau model yang dapat digunakan dalam menentukan sebuah keputusan. Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pemilihan lahan telah dilaksanakan oleh beberapa peneliti dengan menggunakan beragam metode. Penelitian pertama, terkait pengembangan sistem pendukung keputusan untuk menentukan lokasi lahan kelapa sawit menggunakan pendekatan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) [8]. Metode TOPSIS yang digunakan dapat melakukan pencarian alternatif terbaik didasari pada jarak terdekat dan terjauh dari solusi ideal positif maupun negatif. Selanjutnya, terdapat penelitian mengenai sistem pemilihan lahan untuk tanaman jeruk menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) [9]. Pada penelitian ini metode SAW menentukan alternatif

berdasarkan penjumlahan terbobot pada rating kinerja di setiap alternatif. Penelitian berikutnya, terkait pengembangan sistem pemilihan lahan untuk tahapan pangan dengan menerapkan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [10]. Pada penelitian ini model AHP digunakan untuk menyusun prioritas dari alternatif yang ada untuk didapatkan alternatif terbaik.

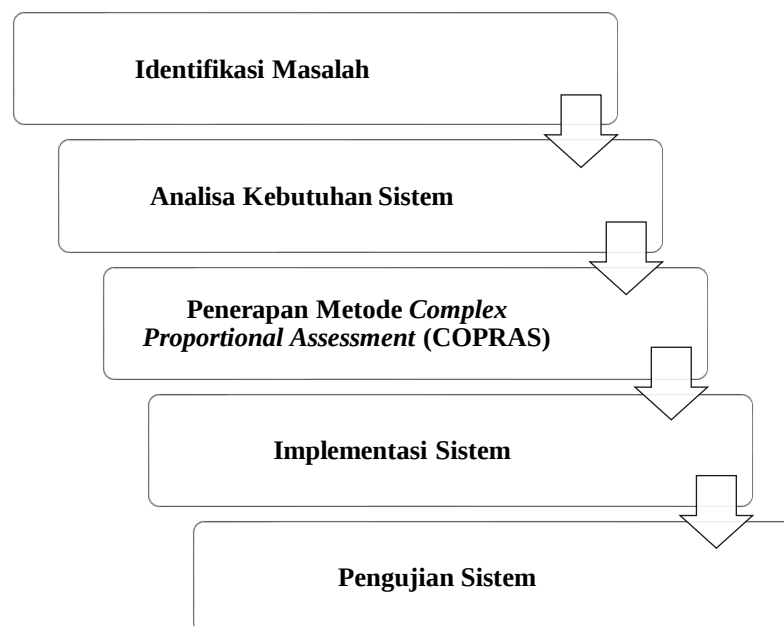
Untuk penyelesaian masalah keputusan akan menimbulkan alternatif yang memiliki manfaat dari masing-masing alternatif yang ada atau yang dikenal dengan utilitas, hal ini perlu diselesaikan untuk mendapatkan alternatif yang paling optimal. Sehingga, yang menjadi perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yakni pada penelitian ini mempertimbangkan utilitas dalam memperoleh alternatif terbaik. Untuk itu, pada penelitian ini menerapkan metode *Complex Proportional Assessment* (COPRAS). Pendekatan COPRAS dikenal sebagai pendekatan yang melakukan pemeringkatan melalui tahapan dan menggunakan evaluasi prosedur alternatif dengan taraf signifikansi serta utilitas [11]. Selain itu, metode COPRAS memperhitungkan dependensi langsung dan seimbang dari tingkat signifikansi serta utilitas di setiap alternatif pada kriteria yang memiliki perbedaan. COPRAS memiliki kemampuan dalam melakukan penilaian yang didasari oleh kriteria *benefit* atau positif dan kriteria *cost* atau negatif yang dilakukan secara terpisah dalam mengevaluasi alternatif tersebut [12]. Kelebihan pendekatan COPRAS yakni pada penyelesaian masalah dengan memperhitungkan tingkat utilitasnya, sehingga pada setiap alternatif dapat terlihat sejauh mana suatu alternatif lebih baik ataupun lebih buruk dari alternatif yang lain dengan cara membandingkannya [13]. Selain pada penerapan metode, perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yakni pada objek penelitian, pada penelitian ini fokus pada penentuan lahan terbaik untuk tanaman kopi.

Berdasarkan paparan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu mengembangkan sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Complex Proportional Assessment* (COPRAS) untuk menentukan lahan kopi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan. Pendekatan COPRAS dapat melakukan analisa alternatif yang berbeda serta mampu melakukan perkiraan alternatif yang disesuaikan dengan tingkatan utilitas dengan memberikan penilaian yang disajikan dalam interval. Sistem yang dibangun berbasiskan *website* agar memudahkan *user* dalam menggunakannya. Kriteria yang digunakan untuk pemilihan lahan kopi pada penelitian ini diantaranya: : Topografi, Mineral Tanah, Curah Hujan, Kedalaman Air dan Kemiringan Lahan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian disusun terlebih dahulu tahapan penelitian yang sistematis, terstruktur dan terencana agar dapat memenuhi tujuan penelitian [14]. Pada penelitian ini, tahapan-tahapan yang dilakukan berisi langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian yang terangkum pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah penjelasan secara rinci dari langkah-langkah tahapan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang digambarkan pada Gambar 1.

a. Identifikasi Masalah

Untuk melakukan penelitian terlebih dahulu perlu dilakukan analisis masalah untuk mengetahui permasalahan melalui identifikasi masalah. Identifikasi masalah merupakan upaya untuk menggali masalah yang dihadapi untuk diselesaikan [15], [16]. Agar mendapatkan informasi mengenai permasalahan pemilihan lahan, maka pada penelitian ini dilakukan wawancara dan observasi. Hasil dari identifikasi masalah menunjukkan bahwa terdapat berbagai variasi kondisi lahan serta topografi lahan yang berbeda-beda maka diperlukan perencanaan dalam memilih lahan kopi. Untuk memilih lahan kopi perlu didasari pada data dan informasi mengenai lahan tersebut dengan akurat. Maka, pengambilan keputusan secara konvensional akan membutuhkan waktu karena perlu diskusi dan membandingkan antara data dari lahan satu dengan yang lainnya. Untuk itu dibutuhkan sistem yang dapat memberikan rekomendasi lahan yang tepat untuk penanaman kopi.

b. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahapan ini dilakukan agar dapat diketahui apa yang dibutuhkan guna menyelesaikan kendala-kendala yang ada dari hasil analisis masalah. Pada analisa kebutuhan akan dihasilkan pernyataan yang berisi fitur-fitur yang dapat memenuhi kebutuhan *user* guna menyelesaikan permasalahannya [17]. Artinya, pada tahap ini akan tersusun pernyataan fasilitas dan spesifikasi sistem yang dikembangkan.

c. Penerapan Metode Complex Proportional Assessment (COPRAS)

Pendekatan *Complex Proportional Assessment* (COPRAS). Metode *Composite Performance Index* (CPI) pada penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan keputusan multi-kriteria, dimana metode ini akan menentukan solusi terbaik dari sejumlah kriteria serta alternatif. Pendekatan COPRAS dikenal sebagai pendekatan yang melakukan pemeringkatan melalui tahapan dan menggunakan evaluasi prosedur alternatif dengan taraf signifikansi serta utilitas [11]. Kelebihan pendekatan COPRAS yakni pada penyelesaian masalah dengan memperhitungkan tingkat utilitasnya, sehingga pada setiap alternatif dapat terlihat sejauh mana suatu alternatif lebih baik ataupun lebih buruk dari alternatif yang lain dengan cara membandingkannya [13].

d. Implementasi Sistem

Tahap ini disebut juga dengan tahapan implementasi, dimana pada fase ini hasil analisa dan rancangan yang telah dilakukan diimplementasikan kedalam bentuk sistem pendukung keputusan. Tahap pengkodean memiliki tujuan untuk mengkonversi hasil *design* ke Bahasa pemrograman tertentu kedalam sebuah perangkat lunak [18]. SPK pemilihan lahan kopi ini dikembangkan dengan berbasis *website*, maka Bahasa pemrograman yang digunakan JavaScript dengan *tool* yaitu Visual Studio Code serta MySQL digunakan untuk menyimpan datanya.

e. Pengujian Sistem

Pengujian digunakan untuk mengevaluasi sistem dan sejauh mana kinerja sistem dapat bekerja [19], [20]. Uji sistem dilakukan dengan tujuan agar perangkat lunak yang dibangun terbebas dari kesalahan sehingga dapat digunakan oleh *user* [21]. Teknik uji yang diterapkan yakni *black-box testing*. Pada pendekatan ini, perangkat lunak akan di uji berdasarkan pada fitur-fitur yang ada apakah telah berfungsi dengan baik ataupun tidak.

2.2 Metode Complex Proportional Assessment (COPRAS)

Pendekatan *Complex Proportional Assessment* (COPRAS) merupakan suatu metode yang melakukan analisa alternatif yang berbeda serta mampu melakukan perkiraan alternatif yang disesuaikan dengan tingkatan utilitas dengan memberikan penilaian yang dinyatakan dalam interval [22]. Metode COPRAS mempunyai tingkat selektivitas yang optimal, hal ini dikarenakan dapat mengatasi permasalahan kriteria yang memiliki sifat saling bertentangan [23]. Metode COPRAS mampu menemukan alternatif terbaik pada rasio solusi ideal yang terburuk [24]. Pada metode ini dapat menyelesaikan kriteria yang memiliki sifat berbeda, yaitu kriteria *benefit* dan kriteria *cost*. Kriteria *benefit* dapat dikatakan sebagai kriteria yang semakin ideal apabila semakin tinggi nilainya, sebaliknya kriteria *cost* akan semakin ideal apabila semakin rendah nilainya. Secara umum, tahapan-tahapan dalam penyelesaian metode COPRAS adalah sebagai berikut:

a. Mempersiapkan atribut yang ke dalam matriks keputusan awal.

Pada tahap ini nilai-nilai pada alternatif yang akan dipilih dimasukkan kedalam matriks keputusan menggunakan persamaan (1).

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

b. Menghitung matriks yang dinormalisasi.

Berdasarkan matriks keputusan awal selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk melakukan normalisasi matriksnya menggunakan persamaan (2).

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

- c. Mencari nilai matriks normalisasi terbobot.

Tahap selanjutnya yaitu membuat matriks ternormalisasi terbobot, dimana matriks normalisasi yang telah didapatkan akan dikalikan dengan bobotnya. Untuk memperoleh nilai matriks ternormalisasi terbobot dapat menggunakan persamaan (3).

$$D' = d_{ij} = X_{ij} \times W_{ij} \quad (3)$$

- d. Menentukan nilai maksimal indeks serta minimal indeks.

Proses selanjutnya yaitu mencari nilai maksimal indeks dan minimal indeks dengan menggunakan persamaan (4) dan persamaan (5).

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n y_{+ij} \quad (4)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n y_{-ij} \quad (5)$$

- e. Menghitung prioritas atau bobot relatif setiap alternatif.

Setelah didapatkan nilai maksimal dan minimal dari setiap alternatif, kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai prioritas relatif pada masing-masing alternatif. Untuk menghitung bobot relatif nilai prioritas relatif pada setiap alternatif maka dihitung menggunakan persamaan (6) dan persamaan (7).

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-\min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m S_{-i} (S_{\min} / S_i)} \quad (6)$$

$$Q_i = S_{+i} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m S_{-i} (1 / S_i)} \quad (7)$$

- f. Menghitung Utilitas setiap alternatif

Tahapan terakhir yaitu menghitung nilai Utilitas (U_i) pada setiap alternatif. Utilitas (U_i) dihitung dengan menggunakan persamaan (8).

$$U_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \times 100\% \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini untuk membangun sistem pendukung keputusan pemilihan lahan dengan menerapkan metode *Composite performance Index* (CPI) diawali dengan menentukan kriteria dan menyusun nilai konversi untuk masing-masing kriteria. Berdasarkan hasil wawancara dan dokumentasi yang dilakukan dengan seorang pakar, maka kriteria yang digunakan untuk menentukan lahan tanaman kopi antara lain: Topografi, Mineral Tanah, Curah Hujan, Kedalaman Air dan Kemiringan Lahan. Berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, maka dilanjutkan dengan menentukan rentang nilai kriteria serta konversi nilainya untuk setiap kriteria agar memudahkan dalam proses penentuan keputusan. masing-masing kriteria. Pada studi kasus ini, rentang penilaian untuk setiap kriteria beserta nilai konversinya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria, Rentang Nilai dan Nilai Konversinya

No.	ID Kriteria	Nama Kriteria	Nilai Kriteria	Konversi Nilai
1	C1	Topografi	Curam	1
			Berbukit	2
			Bergelombang	3
			Datar	4
2	C2	Mineral Tanah	< 20 %	1
			>= 20 % s.d < 40 %	2
			>= 40 % s.d < 60 %	3
			>= 60 %	4

No.	ID Kriteria	Nama Kriteria	Nilai Kriteria	Konversi Nilai
3	C3	Curah Hujan	< 1.600 mm	1
			>= 1.600 mm s.d < 1.800 mm	2
			>= 1.800 mm s.d < 2.000 mm	3
			>= 2.000 mm	4
4	C4	Kedalaman Air	< 40 cm	1
			>= 40 cm s.d < 60 cm	2
			>= 60 cm s.d < 80 cm	3
			>= 80 cm	4
5	C5	Kemiringan Lahan	< 15 %	1
			>= 15 % s.d < 30 %	2
			>= 30 % s.d < 35 %	3
			>= 35 %	4

Pada Tabel 1 menunjukkan kriteria, rentang nilai setiap kriteria serta nilai konversinya. Setelah kriteria sudah ditentukan selanjutnya adalah menetapkan tingkat kepentingan untuk setiap kriteria. Tingkat kepentingan atau bobot kriteria ditentukan oleh *decision maker* dalam bentuk persentase, dimana total seluruh nilai bobot kriteria yaitu 100%. Selain, menentukan nilai bobot, perlu juga dilakukan identifikasi terhadap sifat kriteria, apakah kriteria tersebut merupakan kriteria *benefit* atau sebaliknya yaitu kriteria *cost*. Penetapan bobot kriteria dan jenis kriteria pada studi kasus ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria, Jenis Kriteria dan Bobot Kriteria Pemilihan Lahan Kopi

Kode	Kriteria	Jenis Kriteria	Bobot
C1	Topografi	Benefit	20 %
C2	Mineral Tanah	Benefit	25 %
C3	Curah Hujan	Benefit	20 %
C4	Kedalaman Air	Cost	15 %
C5	Kemiringan Lahan	Cost	20 %

Tabel 2 menunjukkan kriteria, jenis kriteria dan bobot kriteria yang nantinya dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan metode COPRAS. Tahap selanjutnya, yaitu menentukan alternatif dan memberikan penilaian terhadap alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Sebagai studi kasus pada penelitian ini, alternatif yang digunakan antara lain: Kemudian, dilanjutkan dengan menetapkan alternatif yang nanti akan dipilih. Sebagai sampel pada penelitian ini menggunakan alternatif sebagai berikut: Desa Tanjung Jati; Desa Banjar Negeri; Desa Tanjung Agung dan Desa Kampung Baru. Selanjutnya, alternatif-alternatif tersebut diberikan nilai berdasarkan kriteria yang ada sesuai dengan data dari masing-masing lahan yang menjadi alternatif. Sebagai sampel untuk studi kasus penilaian terhadap alternatif pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Alternatif

ID Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Desa Tanjung Jati	Bergelombang	40 %	2.000 mm	40 cm	30 %
A2	Desa Banjar Negeri	Datar	30 %	1.600 mm	40 cm	10 %
A3	Desa Tanjung Agung	Data	50 %	1.900 mm	70 cm	15 %
A4	Desa Kampung Baru	Bergelombang	60 %	1.700 mm	60 cm	30 %

Pada Tabel 3 terlihat hasil penilaian untuk masing-masing alternatif, untuk memudahkan dalam perhitungan maka nilai-nilai tersebut akan dikonversi berdasarkan penilaian konversi yang ada pada Tabel 2. Untuk hasil konversi penilaian untuk masing-masing alternatif tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Konversi Nilai Alternatif

ID Alternatif	Alternatif	Kriteria				
		C1	C2	C3	C4	C5
A1	Desa Tanjung Jati	3	3	4	2	3
A2	Desa Banjar Negeri	4	2	2	2	1
A3	Desa Tanjung Agung	4	3	3	3	2
A4	Desa Kampung Baru	3	4	2	3	3

Proses selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dengan menggunakan metode COPRAS. Tahapan dalam perhitungan COPRAS diawali dengan menyusun matriks keputusan awal menggunakan persamaan (1). Matriks keputusan awal didapatkan dari penilaian alternatif yang telah dilakukan konversi yang ada pada Tabel 4. Hasil dari menyusun matriks keputusan awal adalah sebagai berikut:

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

Setelah menyusun matriks awal, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai matriks yang telah dinormalisasi. Matriks normalisasi ini didapatkan dengan menggunakan persamaan (2). Proses perhitungan untuk mendapat nilai matriks ternormalisasi adalah sebagai berikut:

$$x_{11} = \frac{3}{3 + 4 + 4 + 3} = 0,2143$$

$$x_{21} = \frac{4}{3 + 4 + 4 + 3} = 0,2857$$

$$x_{31} = \frac{4}{3 + 4 + 4 + 3} = 0,2857$$

$$x_{41} = \frac{3}{3 + 4 + 4 + 3} = 0,2143$$

Kemudian proses tersebut dilakukan sampai dengan normalisasi pada x_{45} . Apabila semua nilai telah dilakukan normalisasi maka dilanjutkan dengan memasukkan nilai-nilai tersebut kedalam matriks ternormalisasi. Hasil dari matriks ternormalisasi untuk seluruh nilai adalah sebagai berikut:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0,2143 & 0,2500 & 0,3636 & 0,2000 & 0,3333 \\ 0,2857 & 0,1667 & 0,1818 & 0,2000 & 0,1111 \\ 0,2857 & 0,2500 & 0,2727 & 0,3000 & 0,2222 \\ 0,2143 & 0,3333 & 0,1818 & 0,3000 & 0,3333 \end{bmatrix}$$

Langkah berikutnya adalah mencari nilai matriks normalisasi terbobot dengan menggunakan persamaan (3), dimana setiap atribut yang ada akan dikalikan dengan bobotnya. Bobot kriteria yang digunakan adalah bobot yang telah ditetapkan pada Tabel. Proses perhitungan matriks normalisasi terbobot adalah sebagai berikut:

$$d_{11} = 0,2143 \times 20\% = 0,0429$$

$$d_{21} = 0,2857 \times 20\% = 0,0571$$

$$d_{31} = 0,2857 \times 20\% = 0,0571$$

$$d_{41} = 0,2143 \times 20\% = 0,0429$$

Kemudian proses tersebut dilakukan sampai dengan normalisasi terbobot pada d_{45} . Apabila semua nilai telah dihitung normalisasi terbobotnya maka dilanjutkan dengan memasukkan nilai-nilai tersebut kedalam matriks ternormalisasi terbobot. Hasil dari matriks ternormalisasi terbobot untuk seluruh nilai adalah sebagai berikut:

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} 0,0429 & 0,0625 & 0,0727 & 0,0300 & 0,0667 \\ 0,0571 & 0,0142 & 0,0364 & 0,0300 & 0,0222 \\ 0,0571 & 0,0625 & 0,0545 & 0,0450 & 0,0444 \\ 0,0429 & 0,0833 & 0,0364 & 0,0450 & 0,0667 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan matriks normalisasi terbobot tahapan selanjutnya yaitu menghitung nilai maksimal serta nilai minimal indeks dari masing-masing alternatif dengan menggunakan persamaan (4) dan persamaan (5). Untuk menghitung nilai minimal dan maksimal indeks maka diidentifikasi terlebih dahulu sifat dari masing-masing kriteria. Berdasarkan pada Tabel 1, maka kriteria yang bersifat *benefit* yaitu C1, C2 dan C3, Sedangkan kriteria yang bersifat *cost* yaitu C4 dan C5. Untuk proses perhitungan nilai maksimal (S_{+i}) adalah sebagai berikut:

$$S_{+1} = 0,0429 + 0,0625 + 0,0727 = 0,1781$$

$$S_{+2} = 0,0571 + 0,0142 + 0,0364 = 0,1352$$

$$S_{+3} = 0,0571 + 0,0625 + 0,0545 = 0,1742$$

$$S_{+4} = 0,0429 + 0,0833 + 0,0364 = 0,1626$$

Sedangkan untuk nilai minimal S_{-i} (C1) indeks setiap alternatif adalah sebagai berikut:

$$S_{-1} = 0,0300 + 0,0667 = 0,0967$$

$$S_{-2} = 0,0300 + 0,0222 = 0,0522$$

$$S_{-3} = 0,0450 + 0,0444 = 0,0894$$

$$S_{-4} = 0,0450 + 0,0667 = 0,1117$$

Setelah didapatkan nilai maksimal dan minimal dari setiap alternatif, kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai prioritas relatif pada masing-masing alternatif. Agar diperoleh nilai proritas relatif pada setiap alternatif maka dihitung menggunakan persamaan (6) dan persamaan (7).

$$Q_1 = 0,1781 + \frac{0,3500}{4,7975} = 0,2510$$

$$Q_2 = 0,1352 + \frac{0,3500}{2,5917} = 0,2702$$

$$Q_3 = 0,1742 + \frac{0,3500}{4,4390} = 0,2530$$

$$Q_4 = 0,1626 + \frac{0,3500}{5,5419} = 0,2257$$

Tahapan terakhir yaitu menghitung nilai Utilitas (U_i) pada setiap alternatif. Utilitas (U_i) dihitung dengan menggunakan persamaan (8), dimana nilai Q_i akan dibagi dengan nilai Q_{max} kemudian dikalikan dengan 100. Nilai Q_{max} adalah 0,2702, sehingga hasil dari perhitungan nilai Utilitas (U_i) untuk setiap alternatif adalah sebagai berikut:

$$U_1 = \frac{0,2510}{0,2702} \times 100 = 92,90$$

$$U_2 = \frac{0,2702}{0,2702} \times 100 = 100$$

$$U_3 = \frac{0,2530}{0,2702} \times 100 = 93,64$$

$$U_4 = \frac{0,2257}{0,2702} \times 100 = 83,53$$

Nilai Utilitas (U_i) tertinggi merupakan alternatif terbaik. Selanjutnya, nilai Utilitas (U_i) yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 4 beserta ranking untuk masing-masing alternatif.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai Utilitas (U_i)

ID Alternatif	Alternatif	Nilai U_i	Ranking
A1	Desa Tanjung Jati	92,90	3
A2	Desa Banjar Negeri	100	1
A3	Desa Tanjung Agung	93,64	2
A4	Desa Kampung Baru	83,53	4

Terlihat pada Tabel 5, bahwa nilai Utilitas (U_i) yang paling tinggi diperoleh oleh lahan di Desa Banjar Negeri (A2) dengan nilai 100, kemudian dilanjutkan oleh Desa Tanjung Agung (A3) dengan nilai 93,64, Desa Tanjung Jati (A1) dengan nilai 92,90 dan Desa Kampung Baru dengan nilai 83,53. Hasil ini menunjukkan bahwa pada studi kasus yang telah dilakukan alternatif yang terbaik adalah lahan pada Desa Banjar Negeri (A2).

Selanjutnya, metode COPRAS yang dikembangkan kemudian diimplementasikan pada sistem pendukung keputusan yang dibangun dengan Bahasa pemrograman JavaScript dengan *tool* yaitu Visual Studio Code serta MySQL digunakan sebagai *database*. Sistem pendukung keputusan ini terdiri dari Menu Utama, Form Kriteria, Form Alternatif, Form Nilai Alternatif, Form Perhitungan COPRAS, dan Form User. Sebelum masuk kedalam Form Menu Utama pada sistem, *user* melakukan *login* terlebih dahulu dengan menginputkan nama *user* serta kata kunci yang telah dibuat sebelumnya. Setelah *user* berhasil *login* maka sistem akan menampilkan Form Menu Utama. Sebelum *user* melakukan pemilihan lahan kopi, *user* terlebih dahulu harus mengelola data kriteria pada Form Kriteria. Pada form ini *user* dapat melakukan penambahan, perubahan dan hapus data kriteria. Tampilan menu tambah data kriteria tersaji pada Gambar 2.

Gambar 2. Tampilan Tambah Data Kriteria

Pada Gambar 2 terlihat tampilan untuk menambah data kriteria, dimana *user* akan memasukkan nama kriteria, jenis kriteria dan bobot kriteria. Setelah data kriteria ditambahkan berikutnya *user* akan mengelola data alternatif pada Form Alternatif. Pada form ini *user* dapat menambah data, mengubahnya serta menghapus data alternatif. Tampilan Form Alternatif tersaji pada Gambar 3.

No	Nama Alternatif	aksi
1	Desa Tanjung Jati	[Edit] [Delete]
2	Desa Banjar Negeri	[Edit] [Delete]
3	Desa Tanjung Agung	[Edit] [Delete]
4	Desa Kampung Baru	[Edit] [Delete]

Gambar 3. Tampilan Form Alternatif

Pada Gambar 3, terlihat tampilan Form Alternatif yang berfungsi untuk mengelola data alternatif. Setelah data alternatif dikelola, berikutnya *user* memasukkan nilai untuk masing-masing alternatif pada Form Nilai. Pada form ini *user* akan memberikan penilaian alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Apabila *user* telah memberikan penilaian alternatif, maka *user* dapat melanjutkannya pada proses perhitungan melalui Form Perhitungan COPRAS. Pada form ini, sistem akan menampilkan proses perhitungan COPRAS tahap demi tahap hingga menampilkan hasil perbandingan alternatif. Tampilan proses perhitungan pada sistem dapat dilihat pada Gambar 4.

No	Alternatif	S_{+j}	S_{-j}
1	Desa Tanjung Jati	0.178084415584	0.0966666666666666
2	Desa Banjar Negeri	0.135173160173	0.0522222222222222
3	Desa Tanjung Agung	0.174188311688	0.0894444444444444
4	Desa Kampung Baru	0.162554112554	0.111666666666667

No	Alternatif	U_j
1	Desa Tanjung Jati	92.9027273116
2	Desa Banjar Negeri	100
3	Desa Tanjung Agung	93.6408991048
4	Desa Kampung Baru	83.5287126418

Gambar 4. Tampilan Hasil Perhitungan COPRAS Pada Sistem

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa hasil nilai yang didapatkan dari perhitungan metode COPRAS yaitu nilai Utilitas (U_i) yang paling tinggi diperoleh oleh lahan di Desa Banjar Negeri (A2) dengan nilai 100, kemudian dilanjutkan oleh Desa Tanjung Agung (A3) dengan nilai 93,64, Desa Tanjung Jati (A1) dengan nilai 92,90 dan Desa Kampung Baru dengan nilai 83,53. Hasil yang didapatkan oleh sistem dengan hasil perhitungan manual menunjukkan nilai yang sama. Hal ini berarti bahwa sistem yang dikembangkan proses perhitungan metode COPRAS yang dihasilkan adalah “valid”.

Tahapan berikutnya yaitu melakukan pengujian, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem telah bebas dari kesalahan dan dapat berjalan dengan baik. Pendekatan yang digunakan untuk menguji sistem adalah *black-box testing*. Pengujian dilakukan dengan menguji satu persatu fitur yang ada pada sistem apakah terjadi *error* atau tidak. Pengujian dengan *black-box testing* yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Menggunakan *Black-box Testing*

No	Fungsionalitas	Pengujian	Hasil
1	Fitur Login	User dapat masuk ke sistem setelah menginputkan nama pengguna serta kata kunci yang sesuai.	Sukses
2	Fitur Menu Utama	Menampilkan fitur-fitur utama yang ada pada SPK Pemilihan Lembaga Bimbingan Belajar.	Sukses
3	Fitur Kriteria	User dapat mengelola data kriteria, seperti menginputkan, mengubah dan hapus data kriteria.	Sukses
4	Fitur Alternatif	User dapat melakukan pengelolaan data alternatif, seperti menambahkan, mengubah dan hapus data alternatif.	Sukses
5	Fitur Penilaian Alternatif	User dapat melakukan pengelolaan data penilaian alternatif, seperti tambah, mengubah dan menghapus data nilai alternatif.	Sukses
6	Fitur Perhitungan COPRAS	Sistem menampilkan proses perhitungan pemilihan lahan kopi dengan metode COPRAS serta hasil akhir perhitungan dan perbandingan.	Sukses

Pada Tabel 7, disajikan hasil uji dengan *Black-Box Testing* dimana seluruh fungsionalitas yang diuji mendapatkan hasil “Sukses”. Sehingga, dapat dikatakan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan pengembangan sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk memilih lahan kopi dengan menggunakan metode *Complex Proportional Assessment* (COPRAS). Pendekatan COPRAS dapat melakukan analisa alternatif yang berbeda serta mampu melakukan perkiraan alternatif yang disesuaikan dengan tingkatan utilitas dengan memberikan penilaian yang dinyatakan dalam interval. Metode COPRAS mempunyai tingkat selektivitas yang optimal, hal ini dikarenakan dapat mengatasi permasalahan kriteria yang memiliki sifat saling bertentangan. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan dengan metode COPRAS didapatkan nilai Utilitas yang paling tinggi adalah lahan di Desa Banjar Negeri (A2) dengan nilai 100, kemudian dilanjutkan oleh Desa Tanjung Agung (A3) dengan nilai 93,64, Desa Tanjung Jati (A1) dengan nilai 92,90 dan Desa Kampung Baru dengan nilai 83,53. Hasil dari SPK yang dikembangkan dengan hasil perhitungan secara manual mendapatkan nilai yang sama. Ini artinya perhitungan metode COPRAS yang ada pada sistem dapat dikatakan “Valid”. Disamping itu, dalam pengujian dengan *Black-Box Testing* seluruh fungsi-fungsi yang diuji memperoleh hasil “Sukses”. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat berjalan dengan baik. Namun, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan penelitian selanjutnya. Penelitian selanjutnya dapat mencoba pendekatan multi-kriteria yang lain dan dapat melakukan perbandingan dari beberapa metode, agar dapat diperoleh metode yang paling optimal. Untuk pengembangan sistem, penelitian selanjutnya dapat mengembangkannya dengan berbasis Android, agar *user* dapat menggunakannya melalui *handphone* tanpa perlu membuka atau mengakses *browser* terlebih dahulu.

REFERENCES

- [1] M. I. Mahdi, “Produksi Kopi Indonesia Naik 2,8% pada 2021,” DataIndonesia.id, 2022. <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-kopi-indonesia-naik-28-pada-2021>
- [2] A. Nurawan, Y. Sulaeman, and K. K. Hamdani, *Teknologi Perbenihan dan Budidaya Kopi Arabika*. Bogor: PT Penerbit IPB Press, 2022.
- [3] I. G. B. Udayana, Y. P. Situmeang, I. G. P. Mangku, L. Suriati, I. D. N. Sudita, and I. G. A. M. P. Sanjaya, *Standar Operasional Prosedur (SOP) Budidaya Kopi Arabika Yang Baik Good Agriculture Practices (GAP)*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka, 2021.
- [4] M. Rizwan, *Budidaya Kopi. Pasaman Barat*: CV. Azka Pustaka, 2022.
- [5] R. Nuraini, “Decision Support System For Hydroponic Vegetable Seed Selection Using Exponential Comparison Method,” *PILAR Nusa Mandiri J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 18, no. 2, pp. 123–130, 2022, doi: 10.33480/pilar.v18i2.3471.
- [6] D. Alamsyah, R. Nuraini, and M. Bagir, “Implementasi Metode Complex Proportional Assessment (COPRAS) Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bluetooth Audio Transmitter,” *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 3, pp. 123–132, 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i3.1695.
- [7] R. Nuraini, “Decision Support System for Projector Selection Using the Weighted Aggregated Sum Product Assessment

- Method,” *Comput. Sci. Res. Its Dev. J.*, vol. 14, no. 3, pp. 228–241, 2022, doi: 10.22303/csrid.14.3.2022.228-241.
- [8] R. Nuraini, L. Liesnaningsih, N. Handayani, and H. Rusdianto, “Decision Support System for Palm Plantation Land Selection Using the Topsis Method,” *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 18, no. 1, pp. 47–52, 2022, doi: 10.33480/pilar.v18i1.2950.
- [9] F. Yanti and T. Limbong, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lembaga Bimbingan Belajar Berdasarkan Pendapat Orang Tua dengan Metode Simple Additive Weighting,” *JUKI J. Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 89–97, 2020.
- [10] R. Rohmansyah and W. Susanti, “Penerapan Fuzzy AHP Untuk Pemilihan Jenis Lahan Tanaman Pangan,” *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, 2021.
- [11] A. Hia, M. Marsono, and T. Syahputra, “Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Performance Cleaning Service Menggunakan Metode COPRAS,” *J. Sist. Inf. TGD*, vol. 1, no. 3, pp. 157–171, 2022.
- [12] S. R. Cholil and M. A. Setyawan, “Metode COPRAS Untuk Menentukan Kain Terbaik Dalam Pembuatan Pakaian Pada Butik Batik Hatta Semarang,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 6, pp. 1169–1176, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202183584.
- [13] A. D. U. Siregar, N. A. Hasibuan, and F. Fadlina, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sales Marketing Terbaik di PT. Alfa Scorph Menggunakan Metode COPRAS,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 62–68, 2020, doi: 10.30865/json.v2i1.2455.
- [14] A. Herdiansah, R. I. Borman, D. Nurnaningsih, A. A. J. Sinlae, and R. R. Al Hakim, “Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 388–395, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i1.3846.
- [15] M. M. Muchlis, I. Fitri, and R. Nuraini, “Rancang Bangun Aplikasi Data Mining pada Penjualan Distro Bloods Berbasis Web menggunakan Algoritma Apriori,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 26–33, 2021.
- [16] R. Nuraini, “Klasifikasi Citra Jenis Kapasitor Menggunakan Kombinasi Algoritma K-Nearest Neighbor dan Principal Component Analysis,” *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 3, pp. 133–140, 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i3.1694.
- [17] I. Ahmad, A. T. Prastowo, E. Suwarni, and R. I. Borman, “Pengembangan Aplikasi Online Delivery Sebagai Upaya Untuk Membantu Peningkatan Pendapatan,” *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 5, no. 6, pp. 4–12, 2021.
- [18] R. Nuraini, R. R. Al Hakim, T. Lisnawati, and W. T. Fariati, “Pengembangan Sistem Klasifikasi Tipe Kepribadian Siswa Secara Psikologis dengan Algoritma Decision Tree C . 45,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 220–227, 2021, doi: 10.47065/bits.v3i3.1045.
- [19] R. Nuraini, “Identification of Freshwater Fish Types Using Linear Discriminant Analysis (LDA) Algorithm,” *IJICS (International J. Informatics Comput. Sci.)*, vol. 6, no. 3, pp. 147–154, 2022, doi: 10.30865/ijics.v6i3.5565.
- [20] R. Nuraini, “Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Metode Self- Organizing Map Pada Klasifikasi Citra Jenis Ikan Kakap,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1325–1333, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2558.
- [21] R. I. Borman and B. Priyopradono, “Implementasi Penerjemah Bahasa Isyarat Pada Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Dengan Metode Principal Component Analysis (PCA),” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 03, no. 1, pp. 103–108, 2018.
- [22] G. Ginting, S. Alvita, A. Karim, M. Syahrizal, and N. K. Daulay, “Penerapan Complex Proportional Assessment (COPRAS) Dalam Penentuan Kepolisian Sektor Terbaik,” *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 616–631, 2020.
- [23] K. N. S. V. Ramana, R. Krishankumar, M. S. Trzin, P. P. Amritha, and D. Pamucar, “An Integrated Variance-COPRAS Approach with Nonlinear Fuzzy Data for Ranking Barriers Affecting Sustainable Operations,” *Sustainability*, vol. 14, no. 1093, pp. 1–18, 2022.
- [24] T. Yolanda and M. Sihite, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelompok Nelayan Terbaik Menerapkan Metode Copras,” *J. Maj. Ilm. Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. 7, no. 2, pp. 106–110, 2020.