

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pendekatan MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*) dengan konsep perankingan pada metode ELECTRE telah digunakan dalam berbagai proses evaluasi dan pemilihan lahan. Khususnya pada sektor teknologi terbarukan, García dkk., (2018) berusaha menyajikan evaluasi pemilihan lokasi untuk pembangkit listrik terbarukan menggunakan ELECTRE. Metode ELECTRE diterapkan untuk menghitung hubungan perankingan (*outranking*) pada data numerik dan semantik. 5 Kriteria digunakan yaitu berupa 3 kriteria numerik (sumber energi, biaya, penggunaan air) dan 2 kriteria semantik (limbah produk, dan pencemaran lingkungan). Prosedur pengambilan keputusan dilakukan dengan tahapan membuat profil pengguna semantik subjektif berbasis ontologi, membuat matriks dengan informasi objektif, parameter (ambang diskriminasi dan bobot kriteria) ditetapkan oleh pembuat keputusan, dan menghitung indeks *concordance* dan *discordance*. Dalam jurnal disebutkan bahwa kriteria semantik yang diusulkan harus sesuai dengan konsep ontologi yang dibuat, hal ini menunjukkan subjektifitas pengambil keputusan masih sangat berpengaruh pada sistem (Martínez-García dkk., 2018).

Energi terbarukan sebagai tawaran energi yang ramah lingkungan dan berpeluang sebagai pemasok energi global. Pada pengembangan PHES (*Pumped Hydro-Energy Storage*), Nzotcha dkk., (2019) mengusulkan pemilihan lokasi terbaik menggunakan ELECTRE berdasarkan pada perspektif pembangunan berkelanjutan. Penelitian dilakukan dengan memperhatikan 3 faktor yaitu faktor tekno-ekonomi, faktor sosial, dan faktor lingkungan. Integrasi dari tiga metode diterapkan dalam pengambilan keputusan dengan tahapan pembobotan menggunakan AHP, Melakukan penilaian kriteria berdasarkan nilai keanggotaan *Fuzzy*, dan Metode ELECTRE diterapkan dalam menghitung skor agregasi. Kombinasi metode telah dijalankan dan diuji secara praktis dan efisien, namun

untuk pengolahan data dalam penelitian ini masih menggunakan *platform software J-Electre-v1.0* (Nzotcha dkk., 2019).

Pemilihan lokasi yang tepat menjadi rekomendasi dalam pengembangan kawasan yang lebih terencana dan strategis. Khususnya Pariwisata pedesaan, Ayhan dkk., (2019) melakukan analisis kesesuaian penggunaan lahan untuk kegiatan pariwisata pedesaan. Pengambil keputusan dapat menganalisis kesesuaian lahan berdasarkan tiga faktor: tempat/lokasi, elemen lingkungan, dan aktivitas pengembangan. Metode ELECTRE diterapkan dengan tahapan dasar 1) perbandingan berpasangan dari alternatif dengan matriks *concordance* dan *discordance*, 2) perbandingan alternatif berdasarkan matriks yang telah terbentuk, 3) alternatif paling cocok berdasarkan nilai ambang batas berdasarkan matriks *concordance* dan *discordance*. Sesuai dengan tahapan yang telah dilakukan, bahwa penelitian mengandalkan nilai numerik untuk operasi matematika. Pengolahan data masih menggunakan *software* seperti *Fortran* dan *ArcGIS* (Ayhan dkk., 2019).

Pengambilan keputusan yang berorientasi pada kelestarian lingkungan menjadi prioritas dalam pengembangan tata kota. Biluca dkk., (2020) dalam penelitiannya mengintegrasikan GIS dan ELECTRE untuk evaluasi daerah yang cocok untuk pembuangan limbah konstruksi. Sembilan kriteria yang digunakan yaitu jarak ke pemukiman, jarak ke jalan utama, jarak ke instansi pendidikan, jarak ke institusi kesehatan, jarak ke sumber air, kemiringann, jenis tanah, pengelolaan penggunaan lahan, and ukuran area yg dibutuhkan. Mekanisme kerja dalam metode yang digunakan yaitu dengan menyortir area menggunakan WLC dengan perhitungan normalisasi AHP, menentukan kriteria yg relevan, menghitung bobot-bobot vektor ternormalisasi AHP, mengidentifikasi area yang cocok dan tidak cocok, dan tahapan perbandingan berpasangan antar alternatif menggunakan Metode ELECTRE. Pendekatan kompensasi dan non kompensasi menjadi kebaruan yang perlu diintegrasikan dengan berbagai kriteria. Hal ini menunjukkan berbagai kriteria yang relevan dapat mempengaruhi performa alternatif pilihan sesuai metode ELECTRE (Biluca dkk., 2020).

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan (*decision support systems*) merupakan sebuah sistem yang memiliki kemampuan dalam pemecahan masalah semi-terstruktur dan tidak terstruktur. Sistem pendukung keputusan juga didefinisikan sebagai sistem informasi berbasis komputer pada tingkat manajemen yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Sistem pendukung keputusan dapat mendukung kinerja pembuat kebijakan yakni manajer maupun pemangku kepentingan dalam memecahkan masalah pada setiap level manajemen organisasi. Keputusan yang diambil bisa berupa informasi hasil evaluasi maupun rekomendasi tertentu (Turban dkk, 2007).

Top manajemen seperti manajer diharapkan mematuhi langkah-langkah pengambilan keputusan yaitu antara lain: menemukan, mengidentifikasi dan memahami masalah (*intelligence*), merancang pemecahan masalah (*design*), memilih alternatif pemecahan masalah (*choice*), dan melakukan tindakan penyelesaian masalah disertai evaluasi (*implementation*). Faktor-faktor pendukung keputusan dari seorang manajer dalam membuat keputusan untuk pemecahan masalah semi-terstruktur antara lain 1) model analitis, 2) basisdata khusus, 3) penilaian dan pandangan pembuat keputusan, dan 4) pemodelan interaktif berbasis komputer (O'Brien dan Marakas, 2007).

Sistem pendukung keputusan memiliki beberapa karakteristik antara lain: Pertama, sistem pendukung keputusan yang dirancang untuk pengambilan keputusan pada masalah semi-terstruktur dan tidak terstruktur. Kedua, sistem pendukung keputusan mengkombinasikan model-model atau teknik analisis menggunakan teknik *input* data secara konvensional hingga digital. Ketiga, sistem pendukung keputusan dirancang berdasarkan pada aspek fleksibilitas, responsif dan adaptif. Keempat, sistem pendukung keputusan dapat dioperasikan secara mudah oleh setiap pengguna (*user friendly*) (O'Brien dan Marakas, 2007). Berdasarkan pada teori tersebut, penelitian ini akan membangun sebuah sistem pendukung keputusan berbasis *website* yang dapat diandalkan untuk mengevaluasi kesesuaian penggunaan lahan pada pertanian organik.

2.2.2. Pertanian Organik

Pertanian organik merupakan sebuah sistem pertanian secara holistik yang mendukung dan mempercepat biodiversitas, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Sistem pertanian ini sebagai jawaban atas revolusi hijau yang digalakkan pada tahun 1960-an yang menyebabkan penurunan kualitas kesuburan tanah dan kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik dan pestisida kimia secara terus menerus. Tujuan utama dari pertanian organik yakni untuk mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas komunitas interdependen dari kehidupan di tanah, tumbuhan, hewan dan manusia (Mayrowani, 2012).

Pertanian organik memiliki peluang dalam berkontribusi untuk ketahanan pangan dunia. Bertambahnya angka kelahiran seiring dengan bertambahnya permintaan produk pangan yang sehat. Padi organik sebagai salah satu produk pangan sehat yang perlu terus ditingkatkan produksinya dalam setiap panen (Connor, 2018). Padi (*Oryza Sativa*) organik merupakan jenis varietas padi pada umumnya yang mendapatkan perawatan budidaya secara organik. Hasil penelitian dari (Moe dkk., 2019) menunjukkan secara keseluruhan sistem produksi padi organik memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibanding sistem padi konvensional. Hal ini dikarenakan padi organik masih menggunakan bahan-bahan alami seperti penggunaan kompos, pupuk kandang dan tanpa pestisida untuk keberlanjutan kualitas lahan. Namun menurut (Karimi dkk., 2018) produktivitas hasil padi organik yang masih rendah dibanding padi non-organik masih memiliki peluang untuk terus ditingkatkan dengan serius melakukan evaluasi kesesuaian lahan. Untuk mengevaluasi kesesuaian lahan yang berdampak pada hasil padi organik, dibutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan yang mampu mengolah berbagai kriteria kesesuaian lahan pada faktor lingkungan pertanian.

2.2.3. Kesesuaian Penggunaan Lahan

Lahan merupakan bagian dari bentang alam (*landscape*) yang mencakup lingkungan fisik berupa iklim, topografi/relief, tanah, hidrologi dan kondisi vegetasi alami yang berpotensi mempengaruhi penggunaan lahan. Penggunaan lahan secara optimal dipengaruhi oleh karakteristik dan kualitas lahan yang

tersedia. Hal ini disebabkan adanya keterbatasan penggunaan lahan dalam cakupan untuk pemanfaatan lahan secara sesuai dan berkelanjutan (FAO, 1976). Untuk mengetahui kesesuaian lahan terhadap penggunaan lahan diperlukan sebuah evaluasi kesesuaian penggunaan lahan.

Evaluasi lahan diartikan sebagai proses penilaian sumber daya lahan dengan menggunakan pendekatan atau metode yang sudah teruji untuk tujuan tertentu. Sedangkan kesesuaian lahan yaitu tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu (Ritung dkk., 2011). Jadi, bisa diartikan bahwa evaluasi kesesuaian penggunaan lahan merupakan suatu proses penilaian lahan berdasarkan kriteria dan kualitas lahan menggunakan metode tertentu untuk mengetahui tingkat kesesuaian lahan terhadap penggunaannya. Dalam penelitian ini objek yang dievaluasi yaitu lahan sawah untuk budidaya padi organik menggunakan sistem pendukung keputusan yang telah menerapkan metode ELECTRE.

2.2.4. Metode ELECTRE

Metode ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la REalite*) atau dalam Bahasa Inggris disebut *Elimination and Choice Expressing Reality* merupakan salah satu metode perankingan untuk pengambilan keputusan multi kriteria yang diperkenalkan oleh Bernard Roy pada tahun 1960. Metode ini melibatkan analisis sistematis antar pasangan dari pilihan yang berbeda dan setiap pilihan memiliki skor masing-masing dari serangkaian kriteria evaluasi. Utamanya, ELECTRE digunakan dalam proses perankingan alternatif dari keseluruhan hubungan perankingan yang menggunakan indeks kesesuaian (*concordance*) dan ketidaksesuaian (*discordance*) untuk memilih dan menganalisis alternatif terbaik (Rogers dkk., 2000).

Pada pengambilan keputusan multikriteria yang menggunakan metode ELECTRE, dihasilkan sebuah ukuran sejauh mana pilihan atau alternatif dapat mengungguli lainnya. Alternatif dapat dikatakan unggul atau dominan, jika memiliki argumen yang relevan terhadap alternatif lainnya. Begitupun ketika antar alternatif sama-sama baiknya, diperlukan preferensi dari semua kriteria yang saling meyakinkan dan tidak bertentangan (Rogers dkk., 2000). Berikut ini langkah-

langkah dari metode ELECTRE untuk menyelesaikan masalah dalam pengambilan keputusan:

Langkah 1: Perbandingan berpasangan untuk normalisasi matriks (r)

Metode ELECTRE diawali dengan membentuk perbandingan berpasangan setiap alternatif di setiap kriteria (x_{ij}). Untuk menentukan nilai rating pada setiap perbandingan didasarkan pada skala 1-4 sesuai dengan kaidah *framework* evaluasi lahan dengan kategori ordo S dan N yang terbagi menjadi kelas kesesuaian lahan S (*Suitable*: S1, S2, S3) dan N (*Not Suitable*). Sehingga penilaian S1:4, S2:3, S3:2, dan N:1 sebagai acuan untuk disesuaikan dengan data yang tersedia (objektif).

Normalisasi matriks r_{ij} dapat dilakukan dengan persamaan:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2.1)$$

dengan $i = 1,2,3, \dots m$ dan $j = 1,2,3, \dots n$.

Sehingga didapat matriks r hasil normalisasi

$$r = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

dengan r merupakan matriks yang telah dinormalisasi atau disebut *normalized decision matrix*, dengan m menyatakan banyak alternatif, n menyatakan banyak kriteria dan r_{ij} merupakan pengukuran pilihan dari alternatif ke- i dalam hubungannya dengan kriteria ke- j .

Langkah 2: Menentukan bobot (w) dan membentuk matriks preferensi (v)

Setelah dinormalisasi, setiap kolom dari matriks r dikalikan dengan w yang dinyatakan sebagai bobot kriteria berdasarkan ketentuan dari pembuat keputusan, dengan persamaan:

$$v = r \cdot w \quad (2.3)$$

dimana w adalah matriks

$$w = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

sehingga membentuk matriks preferensi (v):

$$v = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Langkah 3: Menentukan himpunan *concordance index* (C_{kl}) dan *discordance index* (D_{kl})

Untuk setiap pasang dari alternatif k dan l ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $k \neq l$) kumpulan kriteria j dibagi menjadi dua himpunan bagian, yaitu *concordance* dan *discordance*. Bilamana sebuah kriteria dalam suatu alternatif termasuk *concordance* maka

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

Sebaliknya, komplementer dari himpunan bagian untuk *discordance*, yaitu dengan

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2.7)$$

Langkah 4: Menghitung matriks *concordance* (C) dan matriks *discordance* (D)

a. Menghitung matriks *concordance* (C)

Untuk menentukan nilai dari elemen-elemen pada matriks *concordance* adalah dengan menjumlahkan bobot-bobot yang termasuk dalam himpunan bagian *concordance*:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j \quad (2.8)$$

sehingga matriks *concordance* yang dihasilkan adalah:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

b. Menghitung matriks *discordance* (D)

Untuk menentukan nilai dari elemen-elemen pada matriks *discordance* yaitu dengan membagi maksimum selisih kriteria yang termasuk ke dalam himpunan bagian *discordance* dengan maksimum selisih nilai seluruh yang ada, secara matematis dapat dihitung dengan:

$$D_{kl} = \frac{\max\{|v_{kj}-v_{lj}|\}j \in D_k}{\max\{|v_{kj}-v_{lj}|\}\forall j} \quad (2.10)$$

sehingga matriks *discordance* yang dihasilkan adalah:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & & & & \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Langkah 5: Menghitung *threshold* untuk membentuk matriks dominan *concordance* (*f*) dan matriks dominan *discordance* (*g*)

a. Matriks *concordance*

Matriks *f* sebagai matriks dominan *concordance* dapat dibangun dengan bantuan nilai *threshold*, yaitu membandingkan setiap nilai elemen matriks *concordance* dengan nilai *threshold*. $C_{kl} \geq c$ dengan nilai *threshold* (\underline{c}) adalah

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^{n-1} c_{kl}}{m*(m-1)} \quad (2.12)$$

dan nilai setiap elemen matriks *f* sebagai matriks dominan *concordance* ditentukan sebagai berikut:

$$f_{kl} = 1, \text{ jika } c_{kl} \geq c \text{ dan } f_{kl} = 0, \text{ jika } c_{kl} < c \quad (2.13)$$

b. Matriks *discordance*

Untuk membangun matriks dominan *discordance* juga menggunakan bantuan nilai *threshold* (\underline{d}), yaitu:

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^{n-1} d_{kl}}{m*(m-1)} \quad (2.14)$$

dan nilai setiap elemen untuk matriks g sebagai matriks dominan *discordance* ditentukan dengan:

$$g_{kl} = 0, \text{ jika } c_{kl} \geq d \text{ dan } g_{kl} = 1, \text{ jika } c_{kl} < d \quad (2.15)$$

Langkah 6: Membentuk matriks agregasi dominan (e)

Langkah selanjutnya adalah menentukan matriks agregasi dominan sebagai matriks e , yang setiap elemennya merupakan perkalian antara elemen matriks f dengan elemen matriks g , dengan persamaan:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (2.16)$$

dari persamaan tersebut menghasilkan matriks e memberikan urutan pilihan dari setiap alternatif, yaitu bila $e_{kl} = 1$ maka alternatif A_k merupakan pilihan yang lebih baik daripada A_r sehingga baris dalam matriks e yang memiliki jumlah $e_{kl} = 1$ paling sedikit dapat dieliminasi. Dengan demikian alternatif terbaik adalah alternatif yang mampu mendominasi alternatif lainnya.