

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Multi Criteria Decision Making

Konsep *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pertama kali diungkapkan oleh Michael Scoot Morton pada tahun 1971, adalah suatu sistem informasi spesifik yang ditujukan untuk membantu manajemen dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan persoalan yang bersifat semi terstruktur untuk menghasilkan berbagai alternatif yang secara interaktif digunakan oleh pemakai (Nofriansyah & Defit, 2017). MCDM dengan pendekatan optimasi berguna untuk tujuan pemeringkatan, terutama ketika beberapa kriteria kompleks perlu dipertimbangkan secara bersamaan (Jahan & Edwards, 2013). Sistem Pendukung Keputusan terdiri dari langkah membangun hubungan preferensi global untuk sekumpulan alternatif yang dievaluasi menggunakan beberapa pemilihan kriteria dari tindakan terbaik yang masing-masing dievaluasi terhadap beberapa kriteria termasuk kriteria yang bertentangan.

2.1.1 Unsur Terkait dalam MCDM

Sistem pendukung pengambilan keputusan memiliki empat elemen yang ada dalam menyelesaikan suatu masalah. Elemen yang pertama yaitu *goal* atau tujuan utama yang ingin dicapai dalam menghadapi suatu masalah, yakni jawaban atau sebuah solusi yang ingin didapatkan dari masalah tersebut. Elemen yang kedua adalah *objectives* atau sasaran yang ingin digunakan untuk membantu mencapai suatu tujuan.

Dalam sistem pendukung pengambilan keputusan, elemen *objective* dapat berupa metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. Berikutnya adalah kriteria, yakni persyaratan atau pertimbangan yang diperlukan sebagai tolak ukur dalam menentukan sebuah keputusan. Elemen yang terakhir yaitu alternatif, merupakan kandidat atau pilihan yang ada yang memiliki nilai atribut sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

Dalam sistem pendukung terdapat beberapa metode yang dapat dijadikan sebagai solusi untuk pemecahan masalah, antara lain metode *Simple Additive Weighting* (SAW), metode *Weight Product* (WP), metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), metode TOPSIS, metode *Promethee*, metode ELECTRE, metode *Oreste*, metode Entropi, dan lain-lain.

Hasil dari sebuah sistem pendukung keputusan yaitu berupa sebuah keputusan strategi atau tindakan pemecahan masalah yang diyakini akan memberikan solusi terbaik dan dapat dijadikan sebagai tolak ukur sebuah kebijakan dari sebuah masalah yang diteliti (Nofriansyah & Defit, 2017).

2.1.2 Multi Attribute Decision Making

Terdapat dua paradigma dari sebuah kriteria, yaitu *objectives* dan *attributes*. Maka dari itu MCDM dapat dijabarkan menjadi dua kategori, yakni *Multi Objective Decision Making* (MODM) dan *Multi Attribute Decision Making* (MADM). Perbedaan utama antara MODM dan MADM adalah bahwa MODM berkonsentrasi pada ruang keputusan yang berkelanjutan, terutama pada pemrograman matematika dengan

beberapa fungsi obyektif, sementara MADM berfokus pada masalah dengan ruang keputusan yang terpisah (Zhang dkk., 2007).

MADM memiliki masalah yang diasumsikan memiliki sejumlah alternatif keputusan yang telah ditentukan sebelumnya. Ciri utama MADM adalah bahwa biasanya terdapat sejumlah alternatif yang telah ditentukan sebelumnya, yang dikaitkan dengan nilai atribut yang sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Berdasarkan nilai atribut, keputusan akhir dapat dibuat. Selain itu pemilihan akhir dari alternatif dibuat dengan bantuan perbandingan antar atribut. Perbandingan mungkin melibatkan pertukaran eksplisit atau implisit.

Masalah MADM biasanya dapat ditulis dalam model berikut.

$$(MADM) \begin{cases} \text{Select: } A_1, A_2, \dots, A_m \\ \text{s. t.: } C_1, C_2, \dots, C_n \end{cases} \quad (2.1)$$

Di mana $A = (A_1, A_2, \dots, A_m)$ menunjukkan m alternatif dan $C = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ mewakili n kriteria untuk mencirikan sebuah keputusan. Pemilihan di sini biasanya didasarkan pada pencampuran fungsi nilai kriteria-kriteria yang diperoleh dari pembuat keputusan. Informasi dasar yang terlibat dalam model ini dapat diekspresikan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.2)$$

Di mana A_1, A_2, \dots, A_m merupakan alternatif yang pembuat keputusan pilih, C_1, C_2, \dots, C_n adalah kriteria yang digunakan untuk menghitung hasil kinerja alternatif. X_{ij} , $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$, adalah peringkat alternatif A_i dengan masing-masing untuk kriteria C_j . Selain

itu juga terdapat bobot W_j , untuk kriteria C_j yang dapat dilihat dalam bentuk sebagai berikut.

$$W = [w_1 w_2 \dots w_n] \quad (2.3)$$

2.2 ELECTRE

Elimination and Choice Expressing Reality atau disingkat ELECTRE merupakan salah satu metode sistem pendukung pengambilan keputusan dengan menggunakan model relasi *outranking*. Pada dasarnya konsep *ranking* menggunakan *single-criteria* atau semaksimal mungkin hanya dua kriteria, namun ELECTRE merupakan algoritma terbaik dalam konsep *ranking* dengan *multi-criteria* untuk kasus-kasus yang terdapat alternatif yang sangat banyak (Setiawan dkk., 2015). Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian masalah menggunakan metode ELECTRE.

1. Normalisasi matriks.

Langkah ini mengubah matriks menjadi pembandingan yang tidak memiliki dimensi dengan rumus sebagai berikut.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2}} \quad (2.4)$$

Kemudian matriks yang telah dinormalisasi didefinisikan dalam bentuk berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Di mana m adalah jumlah alternatif, n adalah jumlah kriteria, dan X_{ij} adalah ukuran preferensi yang dinormalisasi dari alternatif ke- i dalam kriteria ke- j .

2. Pembobotan pada matriks yang telah dinormalisasi.

Setiap kolom dari matriks X sebelumnya dikalikan dengan bobot terkait pentingnya kriteria keputusan yang sesuai. Bobot ini dilambangkan sebagai $(w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$, ditentukan oleh pembuat keputusan. Oleh karena itu, matriks yang telah dikalikan dengan bobot dilambangkan sebagai Y dengan definisi berikut.

$$Y = X \cdot W \quad (2.6)$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & y_{m3} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & w_3 x_{13} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & w_3 x_{23} & \dots & w_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & w_3 x_{m3} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Di mana bobot W digambarkan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Jumlah semua bobot adalah 1 seperti pada persamaan berikut.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.9)$$

3. Menentukan set *concordance* dan *discordance*.

Concordance set C_{kl} dari dua alternatif A_k dan A_l , di mana $m \geq k, l \geq 1$, didefinisikan sebagai himpunan semua kriteria yang mana A_k lebih dipilih daripada A_l . Maka dari itu dirumuskan sebagai berikut.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.10)$$

Sebaliknya yaitu *discordance set* dijelaskan sebagai berikut.

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.11)$$

4. Penghitungan matriks *concordance* dan *discordance*.

Nilai relatif dari elemen-elemen dalam matriks *concordance* C diperkirakan dengan menggunakan indeks *concordance*. Indeks *concordance* c_{kl} adalah jumlah dari bobot yang terkait dengan kriteria yang terdapat dalam *concordance set*, yaitu dapat dilihat pada rumus berikut.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \text{ for } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.12)$$

Indeks *concordance* menandakan dominasi relatif dari alternatif A_k sehubungan dengan alternatif A_l . Nilai c_{kl} terletak antara 0 dan 1. Matriks *concordance* C dinyatakan sebagai berikut.

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

Matriks C tidak ditentukan saat $k = l$.

Matriks *discordance* D mengungkapkan tingkat kelemahan alternatif A_k sehubungan dengan alternatif A_l yang bersaing. Elemen d_{kl} dari matriks *discordance* didefinisikan sebagai berikut.

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (2.14)$$

Matriks *discordance* dinyatakan sebagai berikut.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \cdots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \cdots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Sama seperti matriks C , matriks D tidak ditentukan ketika $k = l$.

5. Menentukan matriks dominan *concordance* dan *discordance*.

Pembentukan matriks dominan *concordance* bergantung pada nilai ambang untuk indeks *concordance*. Alternatif A_k hanya akan memiliki kemungkinan mendominasi alternatif A_l apabila indeks *concordance* yang sesuai c_{kl} melebihi setidaknya nilai ambang tertentu \underline{c} , yaitu jika syarat $c_{kl} \geq \underline{c}$ terpenuhi. Nilai ambang \underline{c} dapat diperkirakan sebagai rata-rata indeks *concordance* sebagai berikut.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl} \quad (2.16)$$

Berdasarkan nilai ambang batas, elemen matriks dominan *concordance* F ditentukan sebagai berikut.

$$f_{kl} = 1, \text{ jika } C_{kl} \geq \underline{c} \quad (2.17)$$

$$f_{kl} = 0, \text{ jika } C_{kl} < \underline{c} \quad (2.18)$$

Demikian pula, matriks dominan *discordance* G didefinisikan dengan menggunakan nilai ambang \underline{d} , yang didefinisikan sebagai berikut.

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad (2.19)$$

Elemen-elemen matriks G ditentukan sebagai berikut.

$$g_{kl} = 1, \text{ jika } d_{kl} \geq \underline{d} \quad (2.20)$$

$$g_{kl} = 0, \text{ jika } d_{kl} < \underline{d} \quad (2.21)$$

6. Menentukan matriks dominan agregat.

Unsur-unsur matriks dominan agregat E ditentukan sebagai berikut.

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (2.22)$$

7. Eliminasi alternatif yang kurang menguntungkan.

Dari matriks dominan agregat dapat diperoleh urutan preferensi parsial dari alternatif. Jika $e_{kl} = 1$, maka ini berarti alternatif A_k lebih dipilih daripada alternatif A_l dengan menggunakan kriteria *concordance* dan *discordance*. Jika ada kolom dari matriks dominan agregat yang memiliki setidaknya satu elemen sama dengan 1, maka kolom ini secara ELECTRE didominasi oleh baris yang sesuai. Jadi, setiap kolom yang memiliki elemen sama dengan satu dapat dihilangkan. Alternatif terbaik adalah yang mendominasi semua alternatif lainnya.

2.3 USE Questionnaire

Pernyataan akan dibuat berdasarkan metode *Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use (USE) Questionnaire* untuk menguji keberhasilan aplikasi yang dibuat. *USE Questionnaire* terbagi dalam empat kategori antara lain *usefulness, ease of use, ease of learning*, dan *satisfaction*. Pernyataan dapat dilihat seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pernyataan USE *Questionnaire*

No	Pernyataan	Kategori
1	<i>I can learn and easily remember how to use the app.</i>	<i>Ease of learning</i>
2	<i>The app is flexible and user friendly.</i>	<i>Ease of use</i>
3	<i>The app provides me all the information I need to know.</i>	<i>Usefulness</i>
4	<i>The app helps me to meet my goal.</i>	<i>Usefulness</i>
5	<i>The app works the way I want it to work.</i>	<i>Satisfaction</i>

Skala Likert adalah skala psikometri yang sudah umum digunakan dalam penelitian yang menggunakan kuesioner untuk menghitung skala respons dalam penelitian survei. Skala Likert menangkap intensitas perasaan responden terhadap pernyataan tertentu mengenai tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan responden pada skala setuju-tidak setuju yang simetris untuk serangkaian pernyataan. Skala jawaban bernilai antara satu sampai dengan lima dimulai dari *strongly disagree* hingga *strongly agree*. Pilihan jawaban skala Likert dapat dilihat seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Pilihan Jawaban Skala Likert

No	Pilihan Jawaban	Nilai
1	<i>Strongly Disagree</i>	1
2	<i>Disagree</i>	2
3	<i>Neutral</i>	3
4	<i>Agree</i>	4
5	<i>Strongly Agree</i>	5

Setelah mengetahui tabel skala pilihan jawaban pada skala Likert, maka jumlah nilai frekuensi dari jawaban dapat didapatkan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai frekuensi} = \sum \text{nilai skala} \times \text{jumlah responden} \quad (2.23)$$

Kemudian dilakukan penghitungan untuk mendapatkan persentase dari jawaban responden dalam setiap pertanyaan dengan rumus sebagai berikut.

$$p = \frac{f}{n} \times 100 \quad (2.24)$$

Di mana p adalah persentase, f adalah nilai frekuensi yang didapatkan dari setiap jawaban, dan n adalah jumlah nilai maksimal (nilai skala tertinggi \times jumlah responden). Setelah mengetahui persentase nilai dari jawaban setiap pertanyaan, maka rata-rata persentase dapat dihitung dengan menjumlahkan semua persentase nilai dibagi dengan jumlah pertanyaan. Hasil persentase akhir dapat diubah ke dalam interval seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Interval Persentase

Persentase	Penilaian
0% - 19,99%	Sangat Tidak Setuju
20% - 39,99%	Tidak Setuju
40% - 59,99%	Netral
60% - 79,99%	Setuju
80% - 100%	Sangat Setuju