

Penerapan MADM Berbasis Bilangan Grey pada Layanan Pesan Antar Makanan

Yaasmiin 'Aqil Nurrahmi*, Didi Suhaedi, Respitawulan

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*10060220044@unisba.ac.id, dsuhaedi@unisba.ac.id, respitawulan@unisba.ac.id

Abstract. Multiple Attribute Decision Making (MADM) is a method of making the best decision from a number of criteria as a basis used in mathematical analysis that is not too much and the number of alternatives is small. One of the MADM methods is the gray number-based MADM method. In decision making using gray number-based MADM that estimates interval-shaped assessments. Food delivery service is a new innovation in food ordering activities, each service has its own advantages ranging from the number of restaurants or shops available to the number of discount coupons. Therefore, a way is needed to find the best food delivery service. One way that can be used to solve this problem is the gray number-based MADM method. Gray number-based MADM is used to find decisions that focus on research on problems involving small samples. The decision selection process uses 3 alternative food delivery services, as well as 4 attributes used, namely price, service, transaction process, and user convenience. In the research results obtained from the 3 alternative food delivery services using gray number-based MADM with the final result, A_2 is the best delivery service because it has the lowest final value, which gets a final value of 0.52595.

Keywords: *Delivery Service, MADM, Grey Numbers.*

Abstrak. Multiple Attribute Decision Making (MADM) merupakan suatu metode pengambilan keputusan terbaik dari sejumlah kriteria sebagai dasar yang digunakan pada analisis matematika yang tidak terlalu banyak dan jumlah alternatif yang sedikit. Salah satu metode MADM yaitu metode MADM berbasis bilangan *grey*. Pada pengambilan keputusan menggunakan MADM berbasis bilangan *grey* yang mengestimasi penilaian berbentuk selang. Layanan pesan antar makanan merupakan inovasi baru dalam kegiatan pesan makanan setiap layanan memiliki keunggulannya masing-masing mulai dari banyaknya restoran atau kedai yang tersedia hingga banyaknya kupon potongan harga. Oleh sebab itu, diperlukan cara untuk mencari layanan pesan antar makanan terbaik. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan metode MADM berbasis bilangan *grey*. MADM berbasis bilangan *grey* digunakan untuk mencari keputusan yang berfokus pada penelitian tentang masalah yang melibatkan sampel kecil. Proses pemilihan keputusan tersebut menggunakan 3 alternatif layanan pesan antar makanan, serta 4 atribut yang digunakan yaitu harga, pelayanan, proses transaksi, dan kemudahan pengguna. Pada hasil penelitian diperoleh dari ke-3 alternatif layanan pesan antar makanan menggunakan MADM berbasis bilangan *grey* dengan hasil akhir, maka dapat A_2 merupakan layanan pesan antar terbaik karena memiliki nilai akhir yang paling rendah, dimana mendapatkan nilai akhir sebesar 0.52595.

Kata Kunci: *Layanan Pesan Antar, MADM, Bilangan Grey.*

A. Pendahuluan

Decision Support Systems (DSS) atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan suatu sistem berbasis komputer untuk membantu proses pengambilan keputusan [1],[2]. SPK memiliki keunggulan karena mengambil keputusan sesuai dengan situasi nyata melalui perhitungan. SPK menggunakan metode yang memiliki banyak kriteria untuk menentukan alternatif terbaik dalam pengambilan keputusan disebut dengan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM memiliki dua model yaitu *Multiple Objective Decision Making* (MODM) dan *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) [3].

Multiple Attribute Decision Making (MADM) merupakan suatu metode pengambilan keputusan terbaik dari sejumlah kriteria sebagai dasar yang digunakan pada analisis matematika yang tidak terlalu banyak dan jumlah alternatif yang sedikit [4]. Beberapa teknik dari MADM seperti *Technique for Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), Teori Fuzzy, MADM berbasis bilangan *grey* dan lain-lain. Salah satu metode MADM yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu MADM berbasis bilangan *grey*.

Bilangan *grey* ditemukan oleh Profesor Deng Julong berasal dari Cina pada tahun 1982 pada *Grey System Theory* (GST). Pada pengambilan keputusan menggunakan bilangan *grey* yang mengestimasi penilaian berbentuk selang (memiliki batas atas, dan batas bawah) karena kenyataannya terkadang pengambilan keputusan tidak hanya dapat diestimasi dengan nilai numerik yang tepat. MADM berbasis bilangan *grey* digunakan diberbagai bidang studi, tiga teratas diantaranya ialah bidang Teknik, Matematika, dan Komputer Sains [5]. Belum ditemukan penelitian pemilihan layanan pesan antar makanan dengan MADM berbasis bilangan *grey*, maka penulis tertarik meneliti terkait hal tersebut.

Layanan pesan antar makanan menjadi inovasi baru, konsumen dapat memesan makanan tanpa perlu datang ke restoran atau kedai. Terdapat beberapa layanan pemesanan makanan online atau layanan pesan antar makanan yang banyak dijumpai pada masyarakat. Oleh karena itu akan dipilih aplikasi terbaik dengan memperhatikan beberapa atribut diantaranya harga, pelayanan, proses transaksi dan kemudahan pengguna.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana penerapan MADM berbasis bilangan *grey* pada pemilihan layanan pesan antar makanan?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi penerapan MADM berbasis bilangan *grey* pada pemilihan layanan pesan antar makanan.

B. Metodologi Penelitian

Data penelitian ini, data yang digunakan terdapat 3 alternatif layanan pesan antar makanan. Terdapat 4 atribut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu harga, pelayanan, proses transaksi dan kemudahan pengguna. Peneliti menggunakan metode MADM berbasis bilangan *grey*, populasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah Mahasiswa Aktif Universitas Islam Bandung yang berjumlah 10.986 Mahasiswa. Dengan teknik pengambilan sampel yaitu menggunakan Rumus Slovin diperoleh jumlah sampel penelitian sebanyak 99 siswa. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah sebuah sistem yang mampu membantu mencari pengambilan keputusan pada masalah dengan kondisi secara semi terstruktur dan tidak terstruktur [6] [7]. SPK yang mengambil keputusan dengan melibatkan pertimbangan atribut kualitatif dan kuantitatif disebut dengan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM merupakan salah satu metode yang memiliki banyak kriteria pada waktu yang bersamaan untuk menentukan alternatif terbaik dalam mengambil keputusan [7],[8]. Tujuan MCDM untuk memberikan pilihan, deskripsi, klasifikasi, pengelompokan, peringkat dan urutan alternatif terbaik. Beberapa karakteristik dalam MCDM diantaranya [7]:

1. Alternatif

Alternatif merupakan jumlah objek yang memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi solusi oleh pengambil keputusan.

2. Kriteria atau Atribut
Atribut merupakan ciri atau komponen dari suatu objek dari standar pengambilan keputusan.
3. Konflik antar Kriteria
Setiap kriteria memiliki konflik atau permasalahan antara satu dengan yang lainnya, salah satu contohnya kriteria biaya mengalami konflik dengan keuntungan.
4. Bobot Keputusan
Bobot keputusan menunjukkan kepentingan relatif dari setiap kriteria yang dirumuskan sebagai $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$
5. Matriks keputusan
Pada matriks keputusan X yang berukuran $m \times n$, berisi unsur-unsur x_{ij} , yang merepresentasikan rating dari alternatif $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ terhadap kriteria $C_j (j = 1, 2, \dots, n)$.

Multiple Attribute Decision Making (MADM)

MADM merupakan salah satu kategori MCDM, yang membantu dalam pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa atribut tertentu [9]. Secara umum, model MADM dapat didefinisikan sebagai berikut

Misalkan $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ dengan $i = 1, 2, \dots, m$ merupakan himpunan alternatif-alternatif keputusan dan $C_j = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ dengan $j = 1, 2, \dots, n$ merupakan himpunan kriteria, setiap atribut tidak saling bergantung satu sama lainnya. Matriks keputusan setiap alternatif terhadap setiap atribut X diberikan sebagai berikut [9]:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Dengan x_{ij} dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ merupakan rating kinerja alternatif ke- i terhadap atribut ke- j . Nilai bobot yang menunjukkan tingkat kepentingan setiap atribut, diberikan sebagai $W_i = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ dengan $i = 1, 2, \dots, n$. Rating kinerja (X), dan nilai bobot (W) merupakan nilai utama yang merepresentasikan preferensi absolut dari pengambilan keputusan. Masalah MADM diakhiri dengan proses perangkingan untuk mendapatkan alternatif terbaik yang diperoleh berdasarkan nilai keseluruhan preferensi yang diberikan [9].

MADM Berbasis Bilangan Grey

Bilangan *grey* merupakan angka yang hanya diketahui intervalnya, namun nilai pasti dari angka tersebut tidak diketahui pasti. Dalam aplikasi bilangan *grey* mewakili sejumlah angka yang mungkin dalam satu interval. Bilangan *grey* kerap ditulis dengan simbol “ $\otimes$ ” dan diwakili dengan lambang “ G ”. Terdapat beberapa definisi dasar mengenai bilangan *grey* dan dasar operasi bilangan *grey* sebagai berikut [10]:

1. Bilangan *grey* memiliki batas bawah dan batas atas dari G diketahui dan dinotasikan sebagai berikut:

Interval bilangan *grey*

$$\otimes G = [\underline{G}, \overline{G}] \quad (1)$$

Keterangan:

$\underline{G}$ merupakan batas bawah dari G

$\overline{G}$ merupakan batas atas dari G

Jika terdapat kasus khusus hanya diketahui salah satu batas dari G maka dinotasikan sebagai berikut:

$$\otimes G = [\underline{G}, \infty) \quad (2)$$

$$\otimes G = (-\infty, \overline{G}] \quad (3)$$

Dengan $\underline{G}$ merupakan batas bawah dari bilangan *grey* dan $\overline{G}$ merupakan batas atas dari

bilangan *grey*.

2. Operasi bilangan *grey* merupakan operasi yang didefinisikan pada himpunan interval, dan bukan angka riil. Berdasarkan hukum operasi dasar bilangan *grey* $\otimes G_1 = [\underline{G}_1, \overline{G}_1]$ dan $\otimes G_2 = [\underline{G}_2, \overline{G}_2]$, berikut merupakan operasi dasar bilangan *grey*.

$$\otimes G_1 + \otimes G_2 = [\underline{G}_1 + \underline{G}_2, \overline{G}_1 + \overline{G}_2] \quad (4)$$

$$\otimes G_1 - \otimes G_2 = [\underline{G}_1 - \overline{G}_2, \overline{G}_1 - \underline{G}_2] \quad (5)$$

$$\otimes G_1 \times \otimes G_2 = [\underline{G}_1 \underline{G}_2, \overline{G}_1 \overline{G}_2] \quad (6)$$

$$= [\min(\underline{G}_1 \underline{G}_2, \underline{G}_1 \overline{G}_2, \overline{G}_1 \underline{G}_2, \overline{G}_1 \overline{G}_2), \max(\underline{G}_1 \underline{G}_2, \underline{G}_1 \overline{G}_2, \overline{G}_1 \underline{G}_2, \overline{G}_1 \overline{G}_2)]$$

$$\otimes G_1 \div \otimes G_2 = [\underline{G}_1, \overline{G}_1] \times \left[\frac{1}{\underline{G}_2}, \frac{1}{\overline{G}_2} \right] \quad (7)$$

3. Menghitung panjang dari bilangan *grey* $\otimes G$ didefinisikan sebagai berikut:

$$L(\otimes G) = [\overline{G} - \underline{G}] \quad (8)$$

dengan $\otimes G = [\underline{G}, \overline{G}]$

4. Menghitung derajat kemungkinan *grey* atau *Grey Possibility Degree* (GPD) adalah alat bantu mendefinisikan urutan pada bilangan *grey*. Mengapa perlu didefinisikan karena secara umum bilangan *grey* berupa selang sehingga tidak memiliki urutan. Dengan derajat kemungkinan dinyatakan sebagai $P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\}$ pada saat $\otimes G_1 \leq \otimes G_2$ dan dinyatakan sebagai:

$$P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = \frac{\max(0, L^* - \max(0, \overline{G}_1 - \underline{G}_2))}{L^*} \quad (9)$$

dengan :

$$L^* = L(\otimes G_1) + L(\otimes G_2) \quad (10)$$

Penyelesaian MADM Berbasis Bilangan Grey

Penilaian terhadap layanan pesan antar makanan dan bobot atribut digambarkan dengan variabel linguistik yang diterapkan melalui tujuh level [10]. Penilaian kualitatif tersebut memiliki tingkat skala tersendiri yang tergambarkan dalam nilai batas bawah dan batas atas. Nilai dari batas bawah dan batas atas tersebut menggambarkan perkiraan penilaian yang akan dinilai dari setiap peringkat yang diharapkan dapat memberikan input informasi akan atribut tersebut meskipun berada dalam kondisi *grey*. Berikut tabel yang menggambarkan nilai batas bawah dari bilangan *grey* pada setiap skala [10]:

Tabel 1. Skala Tingkat Kepentingan Atribut

Penilaian Linguistik	Bilangan Grey	
	Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas
Sangat tidak penting	0	0.1
Tidak penting	0.1	0.3
Agak tidak penting	0.3	0.4
Netral	0.4	0.5
Agak penting	0.5	0.6
Penting	0.6	0.9
Sangat penting	0.9	1

Tabel 2. Skala Tingkat Penilaian Alternatif

Penilaian Linguistik	Bilangan Grey	
	Nilai Batas Bawah	Nilai Batas Atas
Sangat tidak setuju	0	1
Tidak setuju	1	3
Agak tidak setuju	3	4
Netral	4	5
Agak setuju	5	6
Setuju	6	9
Sangat setuju	9	10

Misalkan terdapat $A = A_1, A_2, \dots, A_m$ merupakan sekelompok alternatif layanan, sedangkan $Q = Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ merupakan sekelompok atribut yang dijadikan komponen penilaian. Menggunakan MADM berbasis bilangan *grey* yang telah disusun berdasarkan skala bilangan *grey* pada Tabel 1 untuk $\otimes W$ Tabel 2 untuk $\otimes G$. Misalkan terdapat sejumlah t orang yang direpresentasikan dengan $k = k_1, k_2, \dots, k_t$, untuk langkah-langkah yang perlu dilakukan sebagai berikut [10]:

1. Menghitung bobot dari masing-masing atribut (W).

Vektor bobot $\otimes W = [\otimes W_j]$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\otimes W_j = \frac{1}{t} [\otimes W_j^1 + \otimes W_j^2 + \dots + \otimes W_j^t] \quad (11)$$

dengan $\otimes W_j^k = [\underline{W}_j^k, \overline{W}_j^k]$ untuk ($j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, t$)

$\underline{W}_j^k$ adalah batas bawah dari W_j^k

$\overline{W}_j^k$ adalah batas atas dari W_j^k

2. Menghitung nilai rating atribut.

Nilai rating atribut $\otimes G = [\otimes G_{ij}]$ dan $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$\otimes G_{ij} = \frac{1}{t} [\otimes G_{ij}^1 + \otimes G_{ij}^2 + \dots + \otimes G_{ij}^t] \quad (12)$$

dengan

$\otimes G_{ij}^k = [\underline{G}_{ij}^k, \overline{G}_{ij}^k]$ untuk ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, t$)

$\underline{G}_{ij}^k$ adalah batas bawah dari G_{ij}^k

$\overline{G}_{ij}^k$ adalah batas atas dari G_{ij}^k

Nilai $\underline{G}_{ij}^k$ dan $\overline{G}_{ij}^k$ didapat dari Tabel 2.

3. Membentuk matriks keputusan *Grey* dari langkah ke-2.

Matriks keputusan *grey* (D) diperoleh dari penilaian *grey* rata-rata $\otimes G_{ij}$. Setiap bilangan *grey* mewakili batas atas dan batas atas penilaian *grey*.

$$D = \begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \otimes G_{12} & \dots & \otimes G_{1n} \\ \otimes G_{21} & \otimes G_{22} & \dots & \otimes G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{m1} & \otimes G_{m2} & \dots & \otimes G_{mn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

4. Melakukan penormalisasian matriks keputusan *grey*.

Penormalisasian pada bilangan *grey* berbeda dengan normalisasi MADM lainnya karena pada bilangan *grey* memiliki batas bawah dan batas atas. Normalisasi dapat berupa minimalisasi (atribut *cost*) atau maksimalisasi (atribut *benefit*). Berikut cara penormalisasian:

Pada atribut *benefit* digambarkan sebagai berikut

$$\otimes G_{ij}^* = \left[\frac{\underline{G}_{ij}}{G_j^{max}}, \frac{\overline{G}_{ij}}{G_j^{max}} \right] \quad (14)$$

Sedangkan atribut *cost* digambarkan sebagai berikut

$$\otimes G_{ij}^* = \left[\frac{G_j^{min}}{\bar{G}_{ij}}, \frac{G_j^{min}}{\underline{G}_{ij}} \right] \quad (15)$$

Dengan $G_j^{max} = \max_{1 \leq i \leq m} \{\bar{G}_{ij}\}$ dan $G_j^{min} = \min_{1 \leq i \leq m} \{\underline{G}_{ij}\}$

Sehingga matriks ternormalisasi D^* direpresentasikan sebagai berikut

$$D^* = \begin{bmatrix} \otimes G_{11}^* & \otimes G_{12}^* & \dots & \otimes G_{1n}^* \\ \otimes G_{21}^* & \otimes G_{22}^* & \dots & \otimes G_{2n}^* \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \otimes G_{m1}^* & \otimes G_{m2}^* & \dots & \otimes G_{mn}^* \end{bmatrix} \quad (16)$$

5. Mencari matriks keputusan *grey* ternormalisasi terbobot.

Matriks keputusan *grey* ternormalisasi terbobot ($\otimes V_{ij}$) adalah hasil kali antara matriks keputusan *grey* ternormalisasi ($\otimes G_{ij}^*$) dengan bobot atribut ($\otimes W_j$) atau dapat ditulis seperti berikut:

$$\otimes V_{ij} = [(\otimes G_{ij}^*) \times (\otimes W_j)] \quad (17)$$

dengan $\otimes V = [\otimes V_{ij}]$ untuk $(i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)$

Perkalian bilangan *grey* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

$$\otimes V_{ij} = \left[\min(\underline{G}_{ij} \underline{W}_j, \underline{G}_{ij} \bar{W}_j, \bar{G}_{ij} \underline{W}_j, \bar{G}_{ij} \bar{W}_j), \right. \\ \left. \max(\underline{G}_{ij} \underline{W}_j, \underline{G}_{ij} \bar{W}_j, \bar{G}_{ij} \underline{W}_j, \bar{G}_{ij} \bar{W}_j) \right] \quad (18)$$

Didapat hasil seperti di bawah ini

$$\otimes V_{ij} = [\underline{V}_{ij}, \bar{V}_{ij}]$$

Matriks keputusan *grey* ternormalisasi terbobot (D^{**}) direpresentasikan sebagai berikut

$$D^{**} = \begin{bmatrix} \otimes V_{11} & \otimes V_{12} & \dots & \otimes V_{1n} \\ \otimes V_{21} & \otimes V_{22} & \dots & \otimes V_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \otimes V_{m1} & \otimes V_{m2} & \dots & \otimes V_{mn} \end{bmatrix} \quad (19)$$

6. Menetapkan serangkaian alternatif ideal.

Langkah selanjutnya yaitu mencari alternatif ideal untuk referensi dengan sejumlah m kemungkinan alternatif terdapat $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, dengan alternatif ideal yaitu dapat dicari, dengan cara berikut:

$$A^{max} = \{\otimes G_1^{max}, \otimes G_2^{max}, \dots, \otimes G_n^{max}\} \quad (20)$$

Dapat dicari, dengan cara berikut:

$$\otimes G_j^{max} = [\max_{1 \leq i \leq m} \underline{V}_{ij}, \max_{1 \leq i \leq m} \bar{V}_{ij}] \text{ untuk } (j = 1, 2, \dots, n)$$

7. Menghitung *Grey Possibility Degree* (GPD)

$$L(\otimes G_j^{max}) = (\bar{G}_j^{max} - \underline{G}_j^{max}) \quad (21)$$

$$L(\otimes V_{ij}) = (\bar{V}_{ij} - \underline{V}_{ij}) \quad (22)$$

$$L_j^* = L(\otimes V_{ij}) + L(\otimes G_j^{max}) \quad (23)$$

Setelah mendapatkan L_j^* , menghitung

$$P\{A_i \leq A^{max}\} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [P\{\otimes V_{ij} \leq \otimes G_j^{max}\}] \quad (24)$$

Menghitung GPD pada setiap set $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, terhadap alternatif ideal yang menjadi referensi A^{max} .

8. Langkah terakhir yaitu menyusun urutan dari setiap alternatif. Semakin kecil nilai $P\{A_i \leq A^{max}\}$, maka semakin tinggi peringkat A_i tersebut. Namun jika semakin besar $P\{A_i \leq A^{max}\}$, maka semakin rendah peringkat A_i tersebut.

Setelah seluruh tahapan telah dilakukan, dengan begitu dapat menentukan layanan pesan antar makanan terbaik dari alternatif yang ada.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penilaian Bobot Setiap Atribut

Penilaian bobot atribut merupakan hasil penilaian responden terhadap atribut, yang merupakan hasil kuesioner penelitian tingkat kepentingan atribut. Cara mencari bobot atribut dengan persamaan (11). Penilaian kuesioner yang didapat dari responden masih berupa data kualitatif akan diubah ke dalam data kuantitatif dengan menggunakan penilaian [10] berdasarkan Tabel 1. Berikut adalah contoh cara mengubah data kualitatif ke dalam data kuantitatif:

Tabel 3. Contoh Jawaban Kuesioner 1

Atribut	Responden 1	Responden 2	Responden (...)	Responden 101
Q_1	Penting	Penting	...	Sangat penting

Menurut Tabel 1 ‘penting’ memiliki bilangan *grey* dengan selang berupa batas bawah dan batas atas sebesar $[0.6; 0.9]$, sedangkan ‘sangat penting’ memiliki bilangan *grey* dengan selang sebesar $[0.9; 1]$. Oleh karena itu, dari atribut Q_1 . Setelah mendapatkan masing-masing batas yang berbentuk selang kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan (11). Berikut contoh perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan bobot setiap atribut sesuai dengan persamaan (11) dan persamaan (4) sebagai dasar operasi jumlah bilangan *grey*. Dengan demikian, hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Proses Perhitungan Nilai Bobot Atribut

Atribut	Responden 1		Responden 2		Responden (...)		Responden 101		Nilai bobot atribut	
	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
Q_1	0.6	0.9	0.6	0.9	...	...	0.9	1	0.72	0.91

Hasil perhitungan seluruh nilai bobot atribut (W) sebagai berikut:

$$W = [\otimes w_j] = \begin{bmatrix} [0.72; 0.91] \\ [0.63; 0.80] \\ [0.67; 0.85] \\ [0.64; 0.82] \\ [0.69; 0.85] \\ [0.70; 0.86] \\ [0.71; 0.87] \\ [0.63; 0.83] \\ [0.71; 0.91] \\ [0.75; 0.91] \end{bmatrix}$$

Penilaian Kinerja Alternatif Berdasarkan Atribut

Nilai rating atribut merupakan penilaian dari masing-masing responden terhadap setiap alternatif layanan pesan antar makanan berdasarkan atribut yang digunakan pada kuesioner penelitian kinerja alternatif. Cara mencari penilaian nilai rating atribut dengan menggunakan persamaan (12). Penilaian kuesioner yang didapat dari responden masih berupa data kualitatif akan diubah ke dalam data kuantitatif dengan menggunakan penilaian [10] berdasarkan Tabel 2. Berikut adalah contoh cara mengubah data kualitatif ke dalam data kuantitatif:

Tabel 5. Contoh Jawaban Kuesioner 2

Alternatif	Atribut	Responden 1	Responden 2	Responden (...)	Responden 101
A_1	Q_1	Agak tidak setuju	Agak setuju	...	Setuju
	Q_2	Agak setuju	Agak setuju	...	Agak setuju

Menurut Tabel 2 ‘Agak tidak setuju’ memiliki bilangan *grey* dengan selang berupa batas bawah dan batas atas sebesar [3;4], sedangkan ‘agak setuju’ memiliki bilangan *grey* dengan selang sebesar [5;6], ‘netral’ memiliki bilangan *grey* dengan selang sebesar [4;5], dan untuk ‘setuju’ memiliki bilangan *grey* dengan selang sebesar [6;9]. Setelah mendapatkan masing masing batas yang berbentuk selang kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan (12). Berikut contoh perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai rating atribut sesuai dengan persamaan (12) dan persamaan (4) sebagai dasar operasi jumlah bilangan *grey* misalkan diambil contoh perhitungan alternatif A_1 terhadap atribut Q_1 . Dengan demikian, hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Proses Perhitungan Kinerja Alternatif terhadap Atribut

Alternatif	Atribut	Responden 1		Responden 2		Responden (...)		Responden 101		Nilai rating Atribut ($\otimes G_{ij}$)	
		batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
A_1	Q_1	3	4	5	6	...	...	6	9	5.82	7.89
	Q_2	5	6	5	6	...	...	3	4	6.20	7.65

Setelah mendapatkan $\otimes G_{ij}$, kemudian bentuk $\otimes G_{ij}$ menjadi sebuah matriks keputusan *grey* (D) seperti yang telah di tulis $D = [\otimes G_{ij}]$, sebagai berikut:

$$D = \begin{bmatrix} [5.82; 7.89] & [6.20; 7.65] & [6.62; 8.44] & [6.45; 8.06] & [6.32; 8.34] \\ [5.92; 7.77] & [6.56; 7.99] & [6.33; 7.90] & [6.49; 8.51] & [6.81; 8.70] \\ [6.80; 8.57] & [6.88; 8.65] & [6.41; 8.06] & [6.42; 8.27] & [5.92; 7.65] \\ [6.45; 8.38] & [6.34; 8.21] & [5.78; 7.38] & [6.86; 8.83] & [6.66; 8.79] \\ [6.81; 8.84] & [7.09; 9.00] & [6.29; 8.22] & [7.17; 9.06] & [6.96; 9.11] \\ [6.55; 8.76] & [6.50; 8.40] & [5.85; 7.66] & [6.74; 8.61] & [6.97; 9.01] \end{bmatrix}$$

Pembuatan Matriks Keputusan Ternormalisasi

Penormalisasian matriks keputusan dapat dilakukan dengan persamaan (14) untuk atribut kategori benefit dan (15) untuk kategori *cost*. Berikut adalah langkah-langkah menormalisasi alternatif A_1 untuk atribut Q_1 . Berdasarkan nilai ($\otimes G_{ij}$), nilai tertinggi alternatif A_1 untuk atribut Q_1 yaitu 8.57, oleh karena itu, nilai ‘8.57’ menjadi G_j^{max} untuk atribut ‘harga (Q_1)’. Langkah berikutnya adalah menghitung unsur ($\otimes G_{ij}^*$) untuk solusi layanan pesan antar

makanan dengan cara berikut:

$$\otimes G_{11}^* = \left[\frac{G_{11}}{G_1^{max}}, \frac{\bar{G}_{11}}{G_1^{max}} \right]$$

$$\otimes G_{11}^* = \left[\frac{5.82}{8.57}, \frac{7.89}{8.57} \right] = [(0.68), (0.92)]$$

penormalisasian keputusan *grey* ($\otimes G_{ij}^*$) bentuk pernormalisasian keputusan *grey* ($\otimes G_{ij}^*$) diubah menjadi bentuk matriks (D^*) seperti yang telah di tulis $D^* = [\otimes G_{ij}^*]$, sebagai berikut:

$$D^* = \begin{bmatrix} [0.68; 0.92] & [0.72; 0.88] & [0.79; 1.00] & [0.76; 0.95] & [0.73; 0.96] \\ [0.69; 0.91] & [0.76; 0.92] & [0.75; 0.94] & [0.76; 1.00] & [0.78; 1.00] \\ [0.79; 1.00] & [0.80; 1.00] & [0.76; 0.96] & [0.75; 0.97] & [0.68; 0.88] \\ [0.73; 0.95] & [0.70; 0.91] & [0.70; 0.90] & [0.76; 0.97] & [0.73; 0.97] \\ [0.77; 1.00] & [0.79; 1.00] & [0.77; 1.00] & [0.79; 1.00] & [0.76; 1.00] \\ [0.74; 0.99] & [0.72; 0.93] & [0.71; 0.93] & [0.74; 0.95] & [0.77; 0.99] \end{bmatrix}$$

Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

Pencarian matriks keputusan terbobot menggunakan operasi kali bilangan *grey* dari setiap bobot atribut dengan unsur matriks ternormalisasi seperti persamaan (18). Nilai ($\otimes G_{ij}^*$) merupakan unsur-unsur dari matriks (D^*) dan ($\otimes W_j$) merupakan unsur-unsur matriks (W). Contoh cara perhitungan yang akan dilakukan untuk mendapatkan nilai matriks normalisasi terbobot, dengan alternatif A_1 dan atribut Q_1 .

$$\otimes V_{11} = \otimes G_{11}^* \times \otimes W_1$$

$$= [\min((0.68)(0.72), (0.68)(0.91), (0.92)(0.72), (0.92)(0.91))],$$

$$[\max((0.68)(0.72), (0.68)(0.91), (0.92)(0.72), (0.92)(0.91))] = [(0.49), (0.83)]$$

Setelah didapatkan matriks keputusan *grey* ternormalisasi terbobot, direpresentasikan sebagai ($\otimes V_{ij}$) di atas, kemudian direpresentasikan menjadi matriks (D^{**}) dengan persamaan (19) seperti yang telah di tulis (D^{**}) = [$\otimes V_{ij}$], sebagai berikut:

$$D^{**} = \begin{bmatrix} [0.49; 0.83] & [0.45; 0.71] & [0.53; 0.85] & [0.481; 0.78] & [0.50; 0.82] \\ [0.50; 0.82] & [0.48; 0.74] & [0.51; 0.80] & [0.484; 0.82] & [0.54; 0.85] \\ [0.57; 0.91] & [0.50; 0.80] & [0.51; 0.81] & [0.479; 0.80] & [0.47; 0.75] \\ [0.51; 0.81] & [0.50; 0.80] & [0.44; 0.74] & [0.54; 0.89] & [0.55; 0.88] \\ [0.54; 0.86] & [0.56; 0.87] & [0.48; 0.83] & [0.57; 0.91] & [0.57; 0.91] \\ [0.52; 0.85] & [0.51; 0.82] & [0.45; 0.77] & [0.53; 0.87] & [0.58; 0.90] \end{bmatrix}$$

Menentukan Alternatif Ideal

Alternatif ideal ditentukan dari matriks keputusan ternormalisasi terbobot berdasarkan persamaan (20) sebagai berikut:

Tabel 7. Proses Perhitungan Kinerja Alternatif Terhadap Atribut

Atribut	A^{max}
Q_1	0.57
	0.91
Q_2	0.50
	0.80
Q_3	0.53
	0.85

Atribut	A^{max}
Q_4	0.484
	0.82
Q_5	0.54
	0.85
Q_6	0.54
	0.86
Q_7	0.56
	0.87
Q_8	0.48
	0.83
Q_9	0.57
	0.91
Q_{10}	0.58
	0.91

Menghitung Grey Possibility Degree (GPD)

Untuk perhitungan GPD perlu dicari (L_j^*) pada persamaan (23) ternormalisasi terbobot, dengan nilai ($\otimes V_{ij}$) merupakan nilai unsur-unsur dari matriks (D^{**}) kemudian menghitung nilai GPD menggunakan persamaan (24) sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai GPD

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}	$P\{A_i \leq A^{max}\}$
A_1	0.61	0.63	0.50	0.54	0.56	0.56	0.61	0.59	0.53	0.54	0.56802
A_2	0.62	0.57	0.56	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52595
A_3	0.50	0.50	0.54	0.52	0.65	0.52	0.58	0.57	0.56	0.51	0.54489

Setelah itu mengurutkan nilai GPD yang diperoleh dari Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 9. Peringkat Alternatif Layanan Pesan Antar Makanan

Peringkat	Alternatif	Nilai GPD
1	A_2	0.52595
2	A_3	0.54489
3	A_1	0.56802

Pada perhitungan dengan 3 alternatif layanan pesan antar makanan menggunakan MADM berbasis bilangan *grey* dengan hasil akhir, maka dapat dilihat bahwa alternatif A_2 merupakan layanan pesan antar terbaik karena memiliki nilai akhir yang paling rendah, dimana mendapatkan nilai akhir sebesar 0.52595.

D. Kesimpulan

Pemilihan layanan pesan antar makanan dapat dilakukan dengan MADM berbasis bilangan *grey*. Operasi bilangan *grey* dikerjakan berdasarkan langkah-langkah yang telah ditentukan sehingga menghasilkan matriks keputusan. Selanjutnya matriks keputusan tersebut dihitung derajat kemungkinannya atau Grey Possibility Degree (GPD), semakin kecil nilai GPD diperoleh maka semakin tinggi peringkat alternatif tersebut, begitu juga sebaliknya jika semakin besar nilai GPD maka semakin rendah peringkat alternatif tersebut. Nilai GPD perlu diketahui karena perhitungan MADM dengan bilangan *grey* berbeda dengan MADM biasa. MADM bilangan *grey* berbentuk selang sehingga tidak bisa di urutkan seperti bilangan riil seperti MADM biasanya.

Acknowledge

Berisi ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang membantu penelitian Anda.

Daftar Pustaka

- [1] N. Rahma et al., “Telaah Kajian Pustaka Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan Pada Usaha Mikro Kecil dan Menengah Review Of Literature Review Of Decision Support System Modeling In Micro, Small and Medium Enterprises,” vol. 11, no. 2, 2023.
- [2] A. Alma et al., “Sistem pendukung Keputusan Penentuan Kenaikan Kelas Santri Menggunakan Metode TOPSIS,” vol. 2, no. 2, 2022.
- [3] C. Sultan et al., “Pemilihan Marketplace di Masa Pandemi Covid-19 Menggunakan Metode MOORA,” vol. 6, no. 2, 2021.
- [4] B. A. R. Hasugian, “Pemilihan Supplier Bahan Baku Plat Dengan menggunakan Metode Promethee di PT. Mega Andalan Kalasan Yogyakarta,” Yogyakarta, 2011. Accessed: Jul. 18, 2024. [Online]. Available: <https://e-journal.uajy.ac.id/1674/>
- [5] M. S. Yin, “Fifteen Years of Grey System Theory Research: A historical Review and Bibliometric Analysis,” Jun. 01, 2013. doi: 10.1016/j.eswa.2012.11.002.
- [6] A. M. Rahayu et al., “Penyelesaian Masalah Multiple Criteria Decision Making dalam Pemilihan Supplier Obat Menggunakan Metode WASPAS,” vol. 3, no. 2, 2023.
- [7] G. S. Mahendra et al., Sistem Pendukung Keputusan Teori dan Penerapannya Dalam Berbagai Metode. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [8] D. R. Mutia et al., “Implementasi Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Menu Makanan Terbaik untuk Penderita Gastroesophageal Reflux Disease (Gerd) dengan Menggunakan Metode TOPSIS,” vol. 3, no. 2, 2023.
- [9] M. Mailasari, “Model Multi Attribute Decision Making Metode Simple Additive Weighting Dalam Penentuan Penerima Pinjaman,” JURNAL TEKNIK KOMPUTER AMIK BSI, vol. 2, hlm. 101, 2016.
- [10] G. Li, D. Yamaguchi, dan M. Nagai, “A Grey-Based Decision-Making Approach to The Supplier Selection Problem,” Math Comput Model, vol. 46, no. 3–4, hlm. 573–581, Agu 2007, doi: 10.1016/j.mcm.2006.11.021.