

# Pemilihan Metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) Menggunakan Pendekatan *Rank Similarity Simulation* (RSS)

Rizki Sasri Dwitama

Jurusan Magister Teknik Informatika

Institut Bisnis dan Informatika Darmajaya

JL. Z.A. Pagar Alam No. 93, Labuhan Ratu, Bandar Lampung 35141

e-mail: sasri.darmajaya@gmail.com

## Abstrak

Saat ini, banyak Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dibangun untuk memudahkan para pengambil keputusan dalam menentukan alternatif terbaik untuk masalah yang dihadapi. Di dalam SPK, Metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) banyak diterapkan sebagai metode yang digunakan untuk menghasilkan rekomendasi keputusan dari banyak kriteria dan alternative dalam mengembangkan SPK, perlu ditentukan metode MCDM sesuai dengan masalah yang telah diidentifikasi. Penelitian terdahulu tidak memberikan bukti yang kuat untuk menjamin metode yang telah diujikan dalam kasus lain akan sesuai dengan masalah dan data yang akan digunakan pada pengambilan keputusan yang sedang dihadapi, meskipun untuk masalah yang sama tetapi dengan data yang berbeda. Dalam penelitian ini dilakukan percobaan pemilihan metode MCDM (TOPSIS, MOORA dan WASPAS) dengan pendekatan Rank Similarity Simulation (RSS) yang menghasilkan metode terbaik berdasarkan nilai kemiripan hasil perankingan Rank Similarity Index (RSI). Metode MCDM yang dipilih sebagai solusi dari permasalahan yang dihadapi adalah metode dengan nilai kemiripan hasil perankingan tertinggi dengan hasil perankingan dari metode lainnya. Dengan pendekatan RSS ini, para peneliti dan pengembang SPK serta para pengambil keputusan dapat melakukan pengujian untuk menentukan metode MCDM yang paling sesuai dengan permasalahan pengambilan keputusan yang dihadapi.

**Kata kunci:** Rank Similarity Simulation, MCDM, SPK

## 1. Pendahuluan

Pemanfaatan Teknologi informasi dan komunikasi mempermudah para pengambil keputusan untuk dapat berkolaborasi sehingga dapat melakukan pengambilan keputusan bisnis secara bersama-sama. Saat ini, proses pengambilan keputusan dipengaruhi oleh berbagai macam teknologi seperti *Decision support systems* (DSS), *Geographical Information Systems* (GIS) dan *Expert Systems* (ES). Kebanyakan proses pengambilan keputusan melibatkan analisis serangkaian alternatif yang dijelaskan oleh beberapa kriteria evaluatif untuk dipertimbangkan secara bersama-sama sehingga ditemukan alternatif terbaik. Memecahkan masalah tersebut merupakan fokus utama dari disiplin *Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA) atau *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Dalam proses pengambilan keputusan dengan menggunakan metode MCDM, pemilihan metode yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi merupakan sebuah tantangan bagi para pengambil keputusan.

Triantaphyllou [1][2] telah menyelidiki bahwa, hasil perankingan yang diberikan oleh setiap metode MCDM akan berbeda meskipun digunakan dalam menyelesaikan masalah yang sama, dan dengan data yang sama. Sehingga penelitian terdahulu tidak memberikan bukti yang kuat untuk menjamin bahwa metode yang telah diujikan akan sesuai dengan masalah dan data yang akan digunakan pada pengambilan keputusan selanjutnya, meskipun untuk masalah yang sama tetapi dengan data yang berbeda. Hal ini menyebabkan para pengambil keputusan perlu merumuskan kembali sebuah masalah keputusan untuk menemukan metode pengambilan keputusan terbaik yang sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan dan data yang akan digunakan. Dalam menghadapi masalah pemilihan metode MCDM, para peneliti terdahulu telah banyak melakukan percobaan untuk mengembangkan metode yang dapat digunakan dalam

pemilihan metode MCDM dimana metode pengambilan keputusan yang berbeda merupakan alternatif-alternatifnya sementara hasil dari perankingan metode merupakan nilai responnya.

Chakraborty [2] membandingkan hasil perankingan model hybrid SAW dengan mengukur nilai *ranking consistency* menggunakan pendekatan simulasi. Chkraborty [19] juga membandingkan hasil perankingan model hybrid TOPSIS dengan memvalidasi *ranking consistency* dan *weight sensitivity* melalui pendekatan simulasi. Simanaviciene [25] menganalisa hasil perankingan metode TOPSIS dan SAW dan penggunaan *Sensitivity Analysis* dalam pengembangan Sistem Pendukung Keputusan. Chakraborty dan Yeh [13] melakukan seleksi metode MADM dengan pendekatan *Rank Similarity* yang berbasiskan *Spearman Rank Correlation Coefficient*. Celen [6] melakukan evaluasi efek prosedur normalisasi terhadap hasil perankingan model *hybrid* metode TOPSIS dengan *Consistency Analysis* yang menyimpulkan bahwa prosedur normalisasi vector yang digunakan dalam TOPSIS memberikan hasil yang paling konsisten. Kolios [16] melakukan perbandingan metode MCDM dengan *Monte Carlo Simulation*.

Fakta bahwa hasil perankingan yang diberikan oleh setiap metode MCDM akan berbeda meskipun digunakan dalam menyelesaikan masalah MCDM yang sama dan dengan data yang sama. Serta perbedaan prosedur normalisasi yang diimplementasikan pada metode MCDM juga mempengaruhi hasil perankingan yang diberikan oleh masing-masing metode MCDM menjadikan pemilihan metode MCDM yang cocok dengan permasalahan dan data yang dihadapi menjadi sebuah tantangan bagi para pengambil keputusan dan para peneliti.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Multi Criteria Decision Making (MCDM)

MCDM atau MCDA adalah akronim yang terkenal untuk *Multiple Criteria Decision Making* dan *Multiple Criteria Decision Analysis*. MCDM atau MCDA berfokus pada penataan dan pemecahan masalah keputusan dan perencanaan yang melibatkan banyak kriteria. Tujuannya adalah untuk mendukung pengambil keputusan menghadapi masalah tersebut. Biasanya, tidak ada solusi optimal yang unik untuk masalah seperti itu dan perlu untuk menggunakan preferensi pembuat keputusan untuk membedakan antara solusi. [21]

MCDM mengacu pada metode pengambilan keputusan dalam skenario realistis dan umum di mana terdapat beberapa kriteria yang seringkali bertentangan (yaitu, beberapa atribut atau tujuan) yang harus dipertimbangkan [20][22]. Dalam menentukan sebuah keputusan dalam MCDM terdapat beberapa langkah yang dilakukan seperti menentukan tujuan utama, menetapkan sistem dari kriteria utama dimana alternatif dinilai, menghasilkan alternatif yang layak yang dapat diimplementasikan untuk mencapai tujuan, mengevaluasi dampak dari setiap kriteria pada fungsi pengambilan keputusan, pembuat keputusan harus mempertegas preferensi dalam hal kepentingan relatif setiap kriteria dengan sebuah pendekatan untuk merepresentasikan bobot kriteria, [1][2][17].

### 2.2. Rank Similarity Index (RSI)

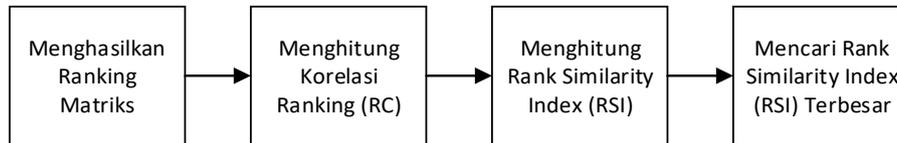
Koefisien korelasi peringkat atau *rank correlation coefficient* (RCC) secara luas digunakan sebagai pengukuran hubungan antara rangking yang berbeda [12]. Teknik ini berhasil diterapkan dalam berbagai penelitian untuk menguji kepekaan dan pentingnya informasi tertentu dalam berbagai masalah MCDM yang berbeda-beda. RCC antara dua peringkat pada dasarnya merupakan *Spearman's Correlation Coefficient* yang dapat didefinisikan dengan formula sebagai berikut (Chakraborty and Yeh 2012):

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^I d_i^2}{I^3 - 1}; \text{dimana } i = 1, 2, 3, \dots, I$$

Dimana  $d_i^2$  adalah selisih nilai ranking dari alternatif  $A_i(1, 2, \dots, I)$ .

Indeks kesamaan peringkat (*Rank Similarity Index / RSI*) dikembangkan oleh Chakraborty dan Yeh [7] sebagai pengukuran kemiripan hasil keputusan untuk metode MCDM

dengan metode-metode MCDM lain yang sesuai dalam himpunan metode yang dapat diterima. Ukuran ini menunjukkan kedekatan relatif (*relative closeness*) metode yang satu dengan metode yang lain dalam hal kemiripan hasil peringkat. Metode yang memiliki nilai RSI terbesar menunjukkan bahwa hasil perankingan yang dihasilkan merupakan ranking paling mirip atau mendekati semua hasil metode lainnya, maka ranking metode tersebut merupakan ranking yang paling dapat diterima / disukai. RSI di dapat melalui empat tahapan seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Langkah Rank Similarity Index [7]

**Langkah I. Membuat Matriks Ranking ( $R_k$ ):** Langkah ini melibatkan pemecahan masalah keputusan dari sekumpulan metode MCDM yang dapat diterima dan mendapatkan hasil peringkat. Hasil disajikan sebagai matriks yang disebut matriks peringkat ( $R_k$ ). Matrik ini dibentuk dengan menggabungkan hasil peringkat  $O_k$  yang dihasilkan untuk alternatif  $A_i$  dengan metode  $M_k$  seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{I1} & \dots & r_{IK} \end{bmatrix}$$

Dimana  $r_{ik} = (1 \leq r_{ik} \leq I)$  yang merepresentasikan ranking alternatif  $A_i (i = 1, 2, \dots, I)$  dengan menggunakan metode  $M_k (k = 1, 2, \dots, K)$ .

**Langkah II. Menghitung Rank Correlation (RC) antara hasil perankingan:** Rank Correlation untuk metode  $M_k$  dalam relasi-nya dengan setiap metode  $M_h (h = 1, 2, \dots, K; k \neq h)$  dihitung dengan menerapkan persamaan RCC sebagai:

$$RC_{kh} = \rho(O_k, O_h) \text{ Dimana } k = 1, 2, \dots, K; h = 1, 2, \dots, H; k \neq h$$

**Langkah III. Menghitung Rank Similarity Index (RSI) untuk setiap metode:** RSI untuk metode  $M_k$  dapat dihitung dengan menghitung rata-rata nilai korelasi ranking (RC) yang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai:

$$RSI_k = \frac{\sum_{h=1}^K RC_{kh}}{K} \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, K; h = 1, 2, \dots, H; k \neq h$$

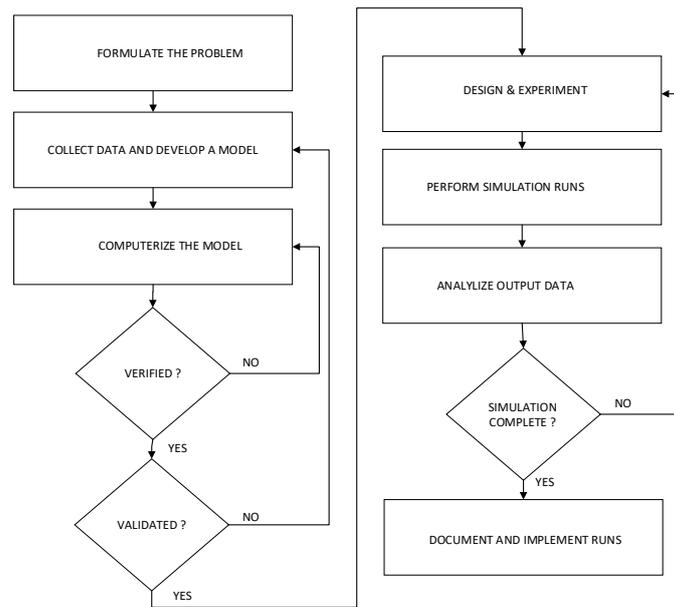
**Langkah IV. Mencari Rank Similarity Index (RSI) Terbesar:** Nilai RSI terbesar dari nilai RSI yang dihasilkan oleh persamaan di dapat dengan:

$$RSI^+ = \max RSI_k \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, K.$$

Metode dengan nilai RSI tertinggi ( $RSI^+$ ) adalah metode dengan nilai ranking yang paling dapat diterima sehubungan dengan masalah MCDM yang diberikan.

### 2.3. Operasi Simulasi

Simulasi dapat didefinisikan sebagai teknik yang meniru pengoperasian sistem pada dunia nyata karena berevolusi seiring waktu [11]. Simulasi dapat dilihat sebagai percobaan sampling pada sistem nyata, dengan hasil yang menjadi samplepoint. Untuk mendapatkan estimasi terbaik dari rata-rata ukuran kinerja, semakin banyak titik sampel yang dihasilkan, semakin baik pula perkiraan yang dihasilkan [11]. Langkah dalam simulasi dapat diilustrasikan pada gambar berikut:



**Gambar 2.** Langkah dalam studi simulasi [11]

Proses simulasi terdiri dari beberapa tahapan yang berbeda. Secara umum, dapat digunakan kerangka kerja (framework) sebagai berikut berikut:

1. Memformulasikan permasalahan (*Formulate the problem*)
2. Mengumpulkan data dan mengembangkan model (*Collect data and develop a model*).
3. Mengkomputerisasi model (*Computerize the model*).
4. Memverifikasi model computer (*Verify the computer model*).
5. Memvalidasi model simulasi (*Validate the simulation model*).
6. Merancang percobaan (*Design the experiment*).
7. Melakukan simulasi (*Perform the simulation runs*).
8. Dokumentasi dan implementasi (*Document and implement*).

#### 2.4. Probabilitas Empiris

Nilai probabilitas empiris merupakan nilai kemungkinan metode dalam mendapatkan peringkat *Rank Similarity Index* (RSI) tertinggi dalam serangkaian peristiwa pengambilan keputusan ( $E_p$ ). Pendekatan empiris untuk menemukan probabilitas melibatkan pengamatan terhadap jumlah keberhasilan dan jumlah kegagalan dalam peristiwa aktual (*actual event*) dimana rasio keberhasilan terhadap total peristiwa menciptakan probabilitas dengan rasio 0.00 sampai dengan 1.00. Untuk menemukan nilai probabilitas empiris digunakan observasi daripada logika [4]. Probabilitas empiris (*Empirical Probability*) atau frekwensi relatif (*relative frequency*) adalah tipe kedua dari probabilitas objektif yang berdasarkan pada jumlah waktu terjadinya peristiwa dalam sejumlah percobaan yang ditentukan. Pendekatan probabilitas empiris berdasarkan pada apa yang disebut dengan *law of large numbers*, dimana lebih banyak observasi akan memberikan estimasi probabilitas yang lebih akurat [15].

#### 2.5. Rank Similarity Simulation (RSS)

Pendekatan metode seleksi dikembangkan untuk menyelesaikan masalah keputusan dimana keluaran yang dihasilkan oleh sekumpulan metode MCDM yang cocok dan dianggap valid sehingga dapat diterima oleh para pengambil keputusan. *Rank Similarity Simulation* (RSS) merupakan teknik evaluasi metode pengambilan keputusan dengan pendekatan simulasi peristiwa pengambilan keputusan (*Decision Making Event*) untuk melihat seberapa sering sebuah metode memiliki index kemiripan (*Similarity Index*) tertinggi.

Dalam RSS, metode yang paling layak harus dipilih dari sekumpulan metode MCDM ( $M_k$ ) berdasarkan index kemiripan / *similarity* ( $RSI_k$ ) hasil perankingan ( $O_k$ ). Metode yang memiliki nilai  $RSI$  paling tinggi ( $RSI^+$ ) merupakan metode yang paling disukai dalam konteks kemiripan hasil perankingannya dengan hasil perankingan metode yang lain [13]. Seleksi sebuah metode MCDM yang paling disukai dapat diukur dengan mensimulasikan peristiwa pengambilan keputusan untuk melihat seberapa sering sebuah metode memiliki kemiripan tertinggi ( $RSI^+$ ) dalam peristiwa pengambilan keputusan (*Event* /  $E_p$ ) dengan mengukur nilai index kemiripan globalnya (GSI) atau nilai probabilitas peringkat tertingginya (*Top Rank Probability* /  $TRP$ ). Metode yang paling layak atau paling disukai akan memiliki nilai *Top Rank Probability* ( $TRP$ ) tertinggi ( $TRP^+$ ).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Metode MCMD Yang Digunakan Sebagai Alternatif

##### 3.1.1. Metode TOPSIS

*Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution* (TOPSIS) diusulkan oleh Hwang dan Yoon [17]. Gagasan utamanya berasal dari konsep solusi kompromi untuk memilih alternatif terbaik yang terdekat dengan solusi ideal positif (PIS) dan terjauh dari solusi ideal negatif / solusi inferior (NIS) [2][17][3]. PIS adalah solusi yang memaksimalkan atribut manfaat dan meminimalkan atribut biaya, sedangkan NIS memaksimalkan atribut biaya dan meminimalkan atribut manfaat. Alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal positif dan terjauh dari solusi ideal negatif dipilih sebagai alternatif terbaik [5][6].

Metode TOPSIS dilakukan dalam beberapa langkah berikut:

1. Melakukan normalisasi matriks  $X = \{x_{ij} | i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}$  dimana pada metode ini, prosedur normalisasi dilakukan dengan normalisasi vector seperti pada persamaan berikut:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad , \text{ untuk kriteria benefit.} \dots\dots\dots(1)$$

$$r_{ij} = \frac{(1/x_{ij})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (1/x_{ij})^2}} \quad , \text{ untuk kriteria non - benefit.} \dots\dots\dots(2)$$

2. Matriks terbobot dan ternormalisasi  $V = \{v_{ij} | i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}$  diperoleh dengan mengalikan matriks ternormalisasi dengan bobot atribut.  $v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$  dimana  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$

3. Menentukan solusi ideal positif (PIS) dan solusi ideal negatif (NIS).

$$PIS = A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \text{ dimana } v_j^+ = \text{Max}_i(v_{ij})$$

$$NIS = A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \text{ dimana } v_j^- = \text{Min}_i(v_{ij})$$

4. Menghitung jarak setiap alternatif dari PIS dan NIS.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij} - v_j^+]^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij} - v_j^-]^2} \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

5. Menghitung koefisien kedekatan alternatif dengan PIS.

$$C_i^+ = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

6. Peringkat alternatif ditentukan menurut nilai koefisien kedekatan  $C_i^+$ , Dengan kata lain alternatif dengan nilai  $C_i^+$  merupakan alternatif terbaik.

### 3.1.2. Metode WASPAS

Metode *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS) merupakan kombinasi unik dari dua metode MCDM yang paling dikenal, yaitu *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM). WSM dan WPM sering diterapkan untuk mengevaluasi sejumlah alternatif dalam dengan beberapa kriteria keputusan [7].

Dalam aplikasinya, pertama-tama diperlukan pengembangan matriks keputusan,  $X = [x_{ij}]_{m \times n}$  dimana  $x_{ij}$  adalah rating performa dari alternatif ke- $i$  dengan kriteria ke- $j$ ,  $m$  adalah jumlah kandidat alternatif dan  $n$  adalah jumlah kriteria evaluasi. Langkah dalam metode WASPAS adalah sebagai berikut [7][8]:

1. Agar ukuran rating performa sebanding dan tidak berdimensi, semua entri dari matriks keputusan dinormalisasi dengan persamaan berikut:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad \text{untuk kriteria benefit.}$$

$$r_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad \text{untuk kriteria nonbenefit.}$$

dimana  $r_{ij}$  adalah nilai  $x_{ij}$  yang telah dinormalisasi.

2. Pada metode WASPAS, kriteria optimalitas dicari berdasarkan dua kriteria optimalitas. Kriteria keberhasilan terbobot dengan metode WSM sebagai kriteria optimalitas pertama dan kriteria keberhasilan terbobot dengan metode WPM sebagai kriteria optimalitas kedua. Berdasarkan metode WSM [9], total kepentingan relatif dari alternatif dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot w_j \quad \text{Dimana } w_j \text{ adalah bobot kriteria ke-}j.$$

3. Kemudian pada kriteria optimalitas kedua, berdasarkan metode WPM, total kepentingan relatif dari alternatif dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j}$$

4. Dalam metode WASPAS, metode WSM dan metode WPM memberikan kontribusi yang sama untuk hasil evaluasi total dengan formula sebagai berikut [7]:

$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)} = 0.5 \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot w_j + 0.5 \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j}$$

5. Agar tingkat akurasi dan efektifitas proses pengambilan keputusan meningkat, dalam metode WASPAS, persamaan yang lebih umum untuk menentukan kepentingan relatif total dari alternatif ini telah dikembangkan sebagai berikut:

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda)Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n r_{ij} \cdot w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j}$$

Dimana  $\lambda = 0, 0.1, \dots, 1$  apabila nilai  $\lambda = 0$ , metode WASPAS berubah menjadi WPM, dan bila  $\lambda = 1$ , maka WASPAS berubah menjadi metode WSM. Ranking alternatif kemudian ditentukan berdasarkan nilai  $Q_i$  dan alternatif terbaik memiliki nilai  $Q_i$  tertinggi [7].

### 3.1.3. Metode MOORA

Metode *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis* (MOORA) dimulai dengan matriks respon semua solusi alternatif untuk semua objektif. Dimana  $x_{ij}$  sebagai respon alternatif ke- $i$  pada objektif atau atribut ke- $j$ ; dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  sebagai alternatif dan  $j = 1, 2, \dots, m$  sebagai atributnya. Atribut tujuan dan atribut koresponden selalu berjalan bersamaan. Akibatnya, ketika teks menyebutkan "objektif", maksudnya juga sebagai atribut koresponden [10]. Pada sistem rasio (*Ratio System*) metode MOORA, di mana setiap respons alternatif terhadap suatu tujuan dibandingkan dengan penyebut (*denominator*), yang mewakili

semua alternatif pada atribut tersebut. Kemudian untuk optimasi, nilai respon ditambahkan jika terjadi maksimalisasi, dan dikurangi bila terjadi minimisasi:

$$y^* = \sum_{i=1}^{i=g} x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=n} x_{ij}^*$$

dengan:  $i = 1, 2, \dots, g$  sebagai objektif atau atribut yang harus dimaksimalkan; sementara  $i = g + 1, g + 2, \dots, n$  sebagai objektif atau atribut yang harus diminimalkan;  $y_j^*$  bilangan tak berdimensi yang mewakili respons alternatif ke- $i$  sehubungan dengan semua atribut;  $y_j^*$  bisa positif atau negatif tergantung dari total maxima dan minima nya. Peringkat ordinal  $y_j^*$  menunjukkan preferensi akhir.

Tabel 1 menampilkan metode MCDM yang dievaluasi dalam penelitian ini, metode-metode ini termasuk metode WSM dan WPM yang merupakan metode asal dari metode WASPAS.

| MODEL | NORMALISASI    | METODE AGREGASI        |
|-------|----------------|------------------------|
| M1    | Vector         | TOPSIS                 |
| M2    | Linear Min-Max | Weighted Sum Model     |
| M3    | Tidak Ada      | Weighted Product Model |
| M4*   | Linear Min-Max | WASPAS                 |
| M5    | Vector         | MOORA                  |

Tabel 1. Metode MCDM yang diujikan

### 3.2. Rank Similarity Simulation (RSS)

Untuk mengilustrasikan pemilihan metode MCDM dengan pendekatan (RSS), digunakan data kasus “pelamar beasiswa sarjana” [13]. Matrix keputusan ditunjukkan pada Tabel 2.

| ALTERNATIF   | ATRIBUT / KRITERIA |            |            |             |             |
|--------------|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|
|              | C1                 | C2         | C3         | C4          | C5          |
| A1           | 690                | 3.1        | 9          | 7           | 4           |
| A2           | 590                | 3.9        | 7          | 6           | 10          |
| A3           | 600                | 3.6        | 8          | 8           | 7           |
| A4           | 720                | 3.8        | 7          | 10          | 6           |
| A5           | 700                | 2.8        | 10         | 4           | 6           |
| A6           | 650                | 4.0        | 6          | 9           | 8           |
| <b>Bobot</b> | <b>0.3</b>         | <b>0.1</b> | <b>0.3</b> | <b>0.15</b> | <b>0.15</b> |
| <b>Min</b>   | <b>0</b>           | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>    | <b>0</b>    |
| <b>Max</b>   | <b>720</b>         | <b>4</b>   | <b>10</b>  | <b>10</b>   | <b>10</b>   |

Tabel 2. Matrix Keputusan [13]

| METODE | METODE MCDM |    |    |    |    |
|--------|-------------|----|----|----|----|
|        | M1          | M2 | M3 | M4 | M5 |
| A1     | 3           | 5  | 1  | 1  | 1  |
| A2     | 4           | 1  | 3  | 3  | 2  |
| A3     | 5           | 2  | 6  | 6  | 6  |
| A4     | 2           | 3  | 4  | 4  | 3  |
| A5     | 6           | 6  | 2  | 2  | 4  |
| A6     | 1           | 4  | 5  | 5  | 5  |

Tabel 3. Matrix Hasil Perangkingan Masing-Masing Metode

Formula setiap metode MCDM pada Tabel 1 menghasilkan perankingan alternatif yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Kemudian, dengan menggunakan formula *Rank Correlation Coeficien* (RCC) dihasilkan matrix RCC pada Tabel 4 yang digunakan untuk menentukan nilai *Rank Similarity Index* (RSI) seperti ditampilkan pada tabel 5.

| METODE | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| M1     | 1.000  | 0.085  | -0.200 | -0.200 | 0.142  |
| M2     | 0.085  | 1.000  | -0.542 | -0.542 | -0.085 |
| M3     | -0.200 | -0.542 | 1.000  | 1.000  | 0.828  |
| M4     | -0.200 | -0.542 | 1.000  | 1.000  | 0.828  |
| M5     | 0.142  | -0.085 | 0.828  | 0.828  | 1.000  |

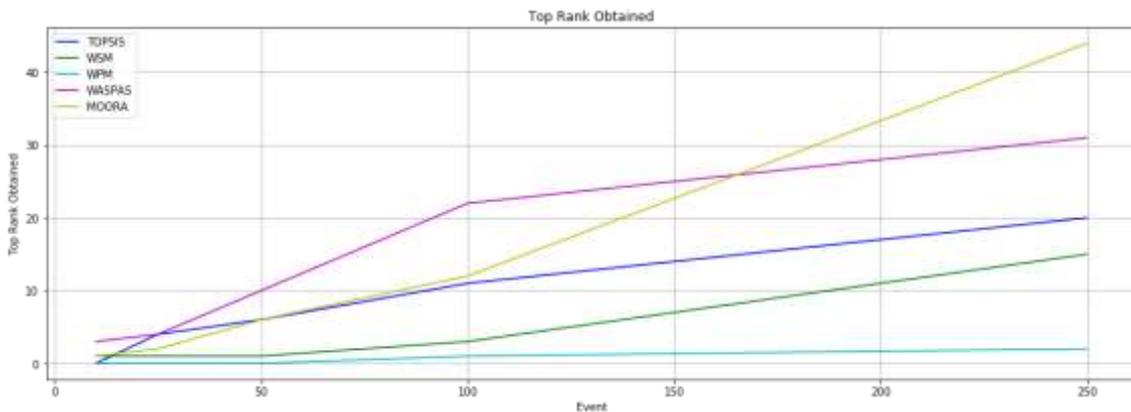
Tabel 4. Matrix *Rank Correlation Coeficien* (RCC)

| METODE | M1    | M2     | M3    | M4    | M5    |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| RSI    | 0.165 | -0.017 | 0.417 | 0.417 | 0.542 |

Tabel 5. Matrix *Rank Similarity Index* (RSI)

| METODE | JUMLAH PEROLEHAN RANKING RSI TERTINGGI<br>(EVENT) |    |    |     |     |
|--------|---|----|----|-----|-----|
|        | 10  | 25 | 50 | 100 | 250 |
| M1     | 0   | 4  | 6  | 11  | 20  |
| M2     | 1   | 1  | 1  | 3   | 15  |
| M3     | 0   | 0  | 0  | 1   | 2   |
| M4     | 3   | 4  | 10 | 22  | 31  |
| M5     | 1   | 2  | 6  | 12  | 44  |

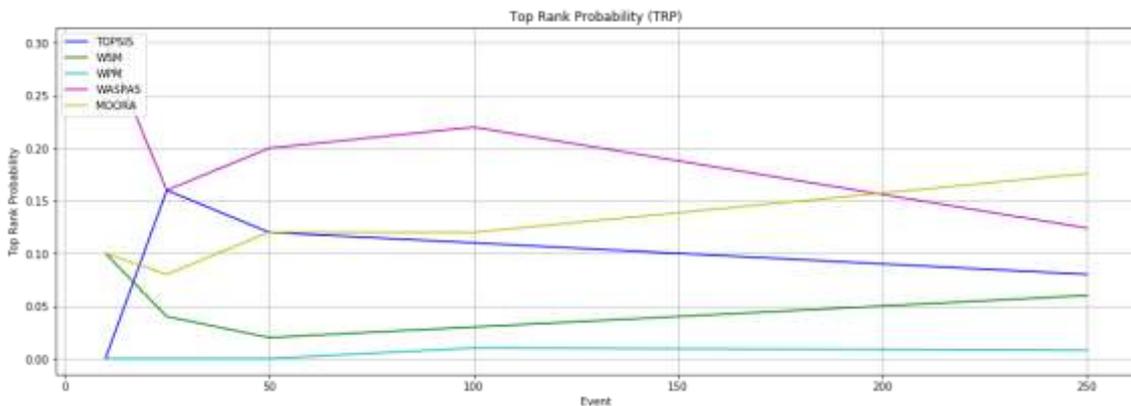
Tabel 6. Ranking RSI tertinggi yang diperoleh masing-masing metode



Gambar 1. Grafik ranking RSI tertinggi yang diperoleh masing-masing metode

| METODE | TOP RANK PROBABILITY<br>(EVENT) |      |      |      |       |
|--------|---------------------------------|------|------|------|-------|
|        | 10                              | 25   | 50   | 100  | 250   |
| M1     | 0.0                             | 0.16 | 0.12 | 0.11 | 0.080 |
| M2     | 0.1                             | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.060 |
| M3     | 0.0                             | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.008 |
| M4     | 0.3                             | 0.16 | 0.20 | 0.22 | 0.124 |
| M5     | 0.1                             | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.176 |

Tabel 7. Tabel *Top Rank Probability* (TRP)



Gambar 2. Grafik *Top Rank Probability* (TRP)

Dari Tabel 5, dapat diketahui bahwa metode MCDM M5 atau MOORA merupakan metode yang terpilih pada peristiwa pengambilan keputusan berdasarkan nilai  $RSI^+ = RSI(M_5) = 0.542$ . Nilai ini menunjukkan bahwa metode MOORA memiliki hasil perankingan yang paling mirip dengan hasil perankingan yang diberikan oleh metode MCDM lainnya.

Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi pengambilan keputusan sebanyak 250 peristiwa. Pada Tabel 6 ditampilkan jumlah setiap metode mendapatkan nilai RSI tertinggi dari simulasi peristiwa (*Event*) pengambilan keputusan. Metode WPM hanya berhasil mendapatkan 2 nilai RSI tertinggi selama simulasi berlangsung. Metode MOORA mendapatkan nilai RSI tertinggi pada peristiwa pertama, tetapi pada peristiwa ke 10 hingga 170, metode WASPAS berhasil mengumpulkan nilai RSI tertinggi. Metode MOORA kembali mengumpulkan nilai RSI terbanyak pada peristiwa ke 170 hingga 250.

Diawal percobaan, pada peristiwa pengambilan pertama hingga ke 200 metode WASPAS memiliki nilai *Top Rank Probability* (TRP) tertinggi. Kemudian pada peristiwa ke-200 dan selanjutnya metode MOORA berhasil mendapatkan nilai TRP tertinggi. Hal ini membuktikan bahwa metode MOORA adalah metode yang paling tepat dipilih untuk digunakan dalam kasus perankingan yang diberikan berdasarkan tingkat kemiripan hasil perankingan dengan metode lainnya. Metode WASPAS juga memiliki tingkat kemiripan yang cukup baik dibandingkan metode WSP, WPM dan TOPSIS.

#### 4. Simpulan

Setiap metode MCDM menghasilkan perankingan yang berbeda meskipun dengan kasus yang sama dan data yang sama. Peneliti, Pengembang SPK maupun para pembuat keputusan sangat disarankan untuk melakukan pengujian sistematis berdasarkan kasus dan data yang sedang dihadapi. Dalam memilih metode MCDM, peneliti, pengembang SPK serta para pembuat keputusan dapat menggunakan pendekatan *Rank Similarity Simulation* (RSS) yang mengimplementasikan nilai *Rank Similarity Index* (RSI) untuk menentukan tingkat kemiripan hasil perankingan dari metode MCDM yang akan digunakan. Metode MCDM yang memiliki nilai *Top Rank Probability* (TRP) atau berhasil mengumpulkan rangking tertinggi terbanyak berdasarkan nilai RSI adalah metode yang paling layak dipilih untuk digunakan dalam menyelesaikan masalah perankingan yang sedang dihadapi.

Didalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian terhadap faktor-faktor lain yang mempengaruhi hasil perankingan seperti misalnya prosedur pembobotan ataupun normalisasi yang digunakan pada masing-masing metode. Meskipun begitu, selanjutnya para peneliti dapat menggunakan pendekatan *Rank Similarity Simulation* (RSS) untuk menilai pengaruh faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil perankingan metode MCDM.

## Daftar Pustaka

- [1] E. Zavadskas and Z. Turskis, "Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview" *Technological and Economic Development of Economy*, no. 17:2, pp. 397-427, 2011.
- [2] G.-H. Tzeng and J.-J. Huang, "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC, 2011.
- [3] M. Zavadskas, "Development of TOPSIS Method to Solve Complicated Decision-Making Problems—An Overview on Developments from 2000 to 2015" *International Journal of Information Technology & Decision Making*, no. 15(03), pp. 645-682, 2016.
- [4] Y. Wang, "Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan", *Expert Systems with Applications*, no. 34(3), p. 1837–1845, 2008.
- [5] Y. E. T. Wang, "Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge", *Expert Systems with Applications*, no. 31(2), p. 309–319, 2006.
- [6] A. ÇELEN, "Comparative Analysis of Normalization Procedures in TOPSIS Method: With an Application to Turkish Deposit Banking Market", *INFORMATICA*, vol. 25, no. 2, p. 185–208, 2014.
- [7] Zavadskas, E, "Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment" *Elektronika ir elektrotechnika*, no. 122(6), 3-6., 2012.
- [8] S. Chakraborty, O. Bhattacharyya, E. Zavadskas and J. Antucheviciene, "Application of WASPAS Method as an Optimization Tool in Non-Traditional Machining Processes" *Information Technology and Control*, no. T. 44, Nr. 1, 2015.
- [9] Triantaphyllou, "An Examination of The Effectiveness of Multi-dimensional Decision-making Methods: A Decision-Making Paradox" *Decision Support Systems*, no. 5(3), p. 303–312, 1989.
- [10] W. K. Brauers and E. K. Zavadskas, "Robustness of the multi-objective MOORA method with a test for the facilities sector" *Ukio Technologinis ir Ekonominis*, no. 15:2, pp. 352-375, 2009.
- [11] W. L. Winston, "Operations Research Applications and Algorithms Fourth Edition", Canada: Thompson Learning. Inc, 2004.
- [12] M. Kendall, "Rank Correlation Methods. Third Edition", Charles Griffin, 1962.
- [13] S. Chakraborty and C. Yeh, "Rank Similarity based MADM Method Selection," *International Conference on Statistics in Science, Business and Engineering (ICSSBE2012)*, 2012.
- [14] C. Spatz, "Basic Statistics: Tales of Distributions, Ninth Edition," Belmont: Thomson Learning, 2008.
- [15] D. A. Lind, W. G. Marchal and S. A. Wathen, "Statistical Techniques in Business & Economics Fifteenth Edition", New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2012.
- [16] A. Kolios, V. Mytilinou, E. Lozano-Minguez and K. Salonitis, "A comparative study of multiple-criteria decision-making methods under stochastic inputs," *Energies*, pp. 9(7), 566, 2016.
- [17] C. a. K. Y. Hwang, "Multiple attribute decision making, methods and applications," *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186, 1981.

- [18] J. Han, M. Kamber and J. Pei, “*Data Mining Concepts and Techniques Third Edition*”, Waltham: Elsevier Inc, 2012.
- [19] S. Chakraborty and C. H. Yeh, “*A Simulation Comparison of Normalization Procedures for TOPSIS*,” *Computers & Industrial Engineering*. CIE 2009, pp. 1815-1820, 2009.
- [20] J. J. H. Liou and G.-H. Tzeng, “*Comments on “Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview”*,” *Technological and Economic Development of Economy*, no. 18(4), p. 672–695, 2012.
- [21] Fitria, F. (2015). Aplikasi Berbasis Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Penentuan Jurusan Pada Smk Satu Nusa 1 Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi Informasi Magister Darmajaya*, 1(02), 129-141.
- [22] M. Majumder, “*Impact of Urbanization on Water Shortage in Face of Climatic Aberrations*,” *SpringerBriefs in Water Science and Technology*, 2015.
- [23] L. Xu and J. B. Yang, “*Introduction to multi-criteria decision making and the evidential reasoning approach*.”, *Manchester School of Management*, 2001.
- [24] E. Triantaphyllou, “*Multicriteria decision making methods: a comparative study*,” Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [25] S. Chakraborty and C. H. Yeh, “*A Simulation Based Comparative Study of Normalization Procedures in Multiattribute Decision Making*,” *WSEAS Int. Conf. on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases*, pp. 102-109, 2007.
- [26] Simanaviciene, R, “*Sensitivity Analysis for Multiple Criteria-Decision Making Methods: TOPSIS and SAW*” Elsevier Ltd, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2 (2010) 7743–7744