

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>

JURNAL RESTI

(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)

Vol. 4 No. 1 (2020) 109 - 116

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

Komparasi Metode ELECTRE, SMART dan ARAS Dalam Penentuan Prioritas RENAKSI Pasca Bencana Alam

Agusta Praba Ristadi Pinem¹, Titis Handayani², Lenny Margaretta Huizen³

^{1 2 3} Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang

¹ agusta.pinem@usm.ac.id, ² titis@usm.ac.id, ³ lenny@usm.ac.id

Abstract

Each organization must collect data as a result of the use of information technology. Over time the data is processed into information. The information collected is used as a basis for decision making. But not all information can be directly used for the decision making process. Necessary methods and weighting in the process of getting information. One model in a decision support system is Multi Criteria Decision Making (MCDM). The MCDM model makes it possible to provide the best choice of information from several choices of the many criteria and alternatives used. This study compares the MCDM model, namely the ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) method, SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique), ARAS (Additive Ratio Assessment) as a priority determination for the handling of areas affected by natural disasters which must be addressed first in the RENAKSI (Reconstruction and Rehabilitation Action Planning), in this case earthquake natural disasters. The ELECTRE method has a different algorithmic process than SMART and ARAS. The validation test method ELECTRE, SMART and ARAS against dataset occurrence of the earthquake is become the results of this research. Spearman rank correlation values for the three methods amounted to 0.96. And another correlation method value of 0.85 for the ARAS method and 0.82 for the ELECTRE and SMART methods.

Keywords: mcdm, electre, aras, smart, disaster

Abstrak

Setiap organisasi pasti menghimpun data akibat dari penggunaan teknologi informasi. Seiring waktu data diproses menjadi informasi. Informasi yang terhimpun dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Namun tidak semua informasi dapat langsung digunakan untuk proses pengambilan keputusan. Perlu metode serta pembobotan didalam proses mendapatkan informasi. Salah satu model pada sistem pendukung keputusan adalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Model MCDM memungkinkan untuk memberikan informasi pilihan terbaik dari beberapa pilihan dari banyak kriteria dan alternatif yang digunakan. Penelitian ini membandingkan model MCDM yaitu metode ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite), SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique), ARAS (Additive Ratio Assessment) sebagai penentuan prioritas penanganan daerah terdampak bencana alam yang harus ditangani dahulu dalam proses RENAKSI (Rencana Aksi Rekonstruksi dan Rehabilitasi) kejadian bencana alam gempa bumi. Metode ELECTRE memiliki proses algoritma yang berbeda dengan SMART maupun ARAS. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai uji validasi metode ELECTRE, SMART dan ARAS terhadap dataset kejadian bencana alam gempa bumi. Nilai korelasi spearman rank untuk ketiga metode adalah sebesar 0,96. Sedangkan untuk nilai korelasi sebesar 0,85 untuk metode ARAS dan 0,82 untuk metode ELECTRE dan SMART.

Kata kunci: mcdm, electre, aras, smart, bencana.

© 2020 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Dalam dunia teknologi informasi, informasi diperoleh dari perpaduan data dan pemroses. Informasi yang dihasilkan dapat digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, khususnya dalam proses pengambilan keputusan. Teknologi informasi memungkinkan

terjadinya pertukaran informasi sehingga memudahkan pengguna untuk mengambil keputusan yang tepat. Pengambilan keputusan akan sesuai harapan apabila didukung dengan data dan informasi yang lengkap. Informasi sendiri diperoleh dari proses didalam sistem yang terdiri dari algoritma yang memproses data. Serangkaian algoritma maupun langkah-langkah dalam

Diterima Redaksi : 26-12-2019 | Selesai Revisi : 05-02-2020 | Diterbitkan Online : 08-02-2020

menghasilkan informasi kemudian disebut sebagai metode. Dalam sistem pendukung keputusan ada beberapa model, salah satunya adalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM).

Model (MCDM) digunakan di banyak bidang kegiatan manusia. Setiap alternatif dalam masalah pengambilan keputusan multikriteria dapat dijelaskan oleh satu set kriteria dan kriteria dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif [1]. Pendekatan normal dalam MCDM adalah mengidentifikasi beberapa alternatif dan kemudian mengevaluasinya dalam beberapa kriteria [2]. Metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang termasuk pada model MCDM yaitu ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) [3], SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) [4] dan ARAS (Additive Ratio Assessment) [5]. Ketiga metode tersebut memiliki pola algoritma yang berbeda. ELECTRE adalah alat outranking yang mengklasifikasikan, membuat peringkat atau mengurutkan alternatif dan didasarkan pada preferensi dan interaksi antara faktor-faktor keputusan yaitu membandingkan antar kriteria setiap alternatif [6]. SMART merupakan mekanisme pengambilan keputusan dengan multi kriteria dimana masing-masing kriteria pada setiap alternatif memiliki nilai yang dibandingkan dan terdapat bobot yang menggambarkan tingkat kepentingan suatu kriteria [4]. Sedangkan ARAS merupakan metode yang didasarkan pada keadaan dimana alternatif harus memiliki rasio atau nilai akhir terbesar untuk menghasilkan solusi yang terbaik atau optimal [7]. Dari teori masing-masing metode menunjukkan perbedaan proses algoritma pada proses pencarian ranking. Hal ini yang akan dibandingkan untuk memperoleh metode yang memiliki nilai validasi terbaik terhadap dataset yang diuji.

Proses algoritma masing-masing yang berbeda menjadi latar belakang untuk menganalisa lebih dalam menghasilkan ranking yang sesuai dengan data *real*. Metode ELECTRE sebelumnya pernah digunakan dalam penelitian penentuan prioritas daerah penanganan bencana alam [8] dan metode SMART dalam topik yang sama [9]. Hasil validasi kedua penelitian tersebut memiliki nilai yang berbeda yaitu terpaut 0,06 dengan validasi paling baik adalah ELECTRE. Sedangkan metode ARAS belum digunakan dalam menentukan prioritas pada topic bencana alam. ARAS menjadi metode ketiga yang dibandingkan karena memiliki pola algoritma yang berbeda dengan metode ELECTRE dan SMART.

Dalam penelitian ini menggunakan dataset ECLAC (*Economic Commission for Latin America and the Caribbean*) merupakan metode yang digunakan untuk penilaian kerusakan pasca bencana alam yang telah diterapkan diberbagai negara. Metode ECLAC digunakan sebagai rujukan Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi di Indonesia atau RENAKSI RR [10].

Dalam dokumen RENAKSI RR metode ECLAC dibagi menjadi beberapa parameter yang merujuk pada aspek fisik dan aspek kemanusiaan, yaitu *Damages and Losses Assessment* (DaLA) atau Penilaian Kerusakan dan Kerugian, *Human Recovery Need Assesment* (HRNA) atau Pengkajian Kebutuhan Pemulihan Manusia. Sedangkan gabungan data dari DaLA dan HRNA menghasilkan *Post Disaster Need Assesment* (PDNA) atau Pengkajian Kebutuhan Pascabencana. PDNA menjadi acuan utama untuk merumuskan RENAKSI RR [11]. DaLA dan HRNA dikelompokkan dalam beberapa aspek atau sektor yang terkena dampak pasca bencana alam. Aspek yang diteliti mencakup aspek utama pada proses rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana, yaitu Aspek Kemanusiaan, Perumahan, Infrastruktur, Ekonomi, Sosial dan Lintas Sektor [11]. Data dampak bencana secara meliputi kategori kerusakan unit bangunan, nilai kerusakan dan korban. Dataset DaLA dan HRNA menjadi nilai kriteria dan alternatif pada matrik keputusan untuk ketiga metode.

Kinerja metode ELECTRE, SMART dan ARAS diuji dalam menghasilkan prioritas dengan meranking alternatif berdasarkan kriteria yang ada. Dataset DaLA dan HRNA setelah dilakukan cleaning menghasilkan sepuluh sub kriteria yang kemudian menjadi enam kriteria. Nilai pembobotan berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang diperoleh dari pengambil keputusan. Kinerja ketiga metode diperoleh dari validasi dengan data *real* dengan menggunakan korelasi *Rank Spearman*.

2. Metode Penelitian

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) merupakan suatu pendekatan (atau metodologi) untuk mendukung pengambilan keputusan. Metode SPK menggunakan perhitungan matematis untuk menghasilkan informasi berupa peringkat alternative yang ideal [12]. SPK merupakan sebuah model dengan sekumpulan algoritma untuk memproses data dan melakukan penilaian untuk mendukung proses pengambilan keputusan [13]. SPK selain sebagai alat bantu pengambilan keputusan, tetapi juga dapat mempercepat penggabungan proses pengambilan keputusan dari beberapa ahli [14]. SPK terdiri dari dua komponen yaitu alternative dan kriteria serta komponen bobot yang bertugas untuk menentukan tingkat pengaruh kriteria terhadap kriteria yang lain [15]. Proses SPK terdiri dari alternative atau sebagai pilihan dan kriteria sebagai data atau parameter yang diolah untuk memecahkan suatu masalah dengan memilih alternatif yang optimal [16].

Model metode pengambilan keputusan salah satunya adalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). Metode (MCDM) digunakan di banyak bidang industry dan manufaktur. MCDM dapat digunakan untuk permasalahan yang memiliki banyak kriteria dalam menentukan solusi dengan memberikan ranking

berdasarkan alternatif terbaik [17]. Setiap alternatif dalam masalah pengambilan keputusan multikriteria dapat dijelaskan oleh satu set kriteria dan kriteria dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif [1]. Metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang termasuk pada model MCDM yaitu ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite) [3], [18], SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) [4] dan ARAS (Additive Ratio Assessment) [19]. Kemampuan SPK dalam memberikan informasi berdasarkan perhitungan matematis tanpa melakukan training menggunakan data memungkinkan pencarian informasi dengan data yang tidak banyak [20].

2.1. ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite)

Sistem pendukung keputusan telah digunakan di beberapa bidang, salah satunya adalah bidang penanggulangan bencana alam. Selain itu beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode ELECTRE yaitu menentukan supplier terbaik dalam bidang manufaktur [3]. Selain itu, ELECTRE dapat menentukan supplier dengan menggunakan kriteria yang memiliki tujuan untuk memperoleh keuntungan lebih pada bidang manufaktur. Metode ELECTRE dapat menentukan proyek yang memiliki profit terbesar untuk membantu pengambil keputusan dalam menentukan proyek yang akan ditangani [21]. Metode ELECTRE dapat juga digunakan untuk menentukan tempat pembuangan akhir dan daur ulang sampah yang aman dan sehat [22]. Selain ini metode ELECTRE juga diterapkan untuk menentukan vendor [18] dan kontraktor 2011), penaksiran dampak lingkungan pada lokasi industri [24], menentukan lokasi pelabuhan [25]. Metode *ELECTRE* didasarkan pada konsep perbandingan melalui perbandingan berpasangan antar alternatif terhadap nilai kriteria dimasing-masing alternatif. Suatu alternatif dikatakan optimal apabila nilai dominannya menjadi nilai dominan terbesar dibandingkan dengan alternatif yang lainnya [24]. Dalam melakukan perbandingan, metode ELECTRE memiliki beberapa langkah yaitu:

Pembentukan Decision Making Matrix

$$x = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{ij} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{nj} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = m, 0; j = 1, n \quad (1)$$

Dimana m= jumlah alternative, n= jumlah kriteria
 x_{ij}= nilai performa dari alternative i terhadap kriteria j
 x_{0j}= nilai optimum dari kriteria j
 Penormalisasian Decision Making Matrix untuk semua kriteria

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

Matrik keputusan ternormalisasi untuk semua kriteria

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0j} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{nj} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{n1} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = \bar{m}, 0; j = 1, \bar{n} \quad (3)$$

Menentukan bobot matriks yang sudah dinormalisasi

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (4)$$

Menentukan indeks kesesuaian (*concordance index*) dan ketidaksesuaian (*discordance index*).

Kriteria dalam suatu alternatif termasuk kesesuaian (*concordance*) dinyatakan dengan persamaan

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} > y_{ij}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

Sebaliknya termasuk dalam ketidaksesuaian (*discordance*) apabila

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{ij}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (6)$$

Kemudian menghitung nilai kesesuaian dan ketidaksesuaian tiap alternatif. Untuk menentukan nilai kesesuaian (*concordance*) adalah dengan menggabungkan bobot-bobot yang termasuk dalam sub himpunan kesesuaian.

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_w} w_j \quad (7)$$

Untuk menentukan nilai ketidaksesuaian (*discordance*) adalah dengan menjumlahkan bobot yang termasuk pada sub himpunan ketidaksesuaian.

$$D_{kl} = \sum_{j \in D_w} w_j \quad (8)$$

Nilai dominan (*E*) merupakan nilai akhir yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik pada metode *ELECTRE*. Semakin besar nilainya maka alternatif tersebut masuk dalam peringkat atas.

2.2. SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique)

Metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) adalah sebuah mekanisme pengambilan keputusan dengan multi kriteria dimana masing-masing kriteria pada setiap alternatif memiliki nilai yang dibandingkan dan terdapat bobot yang menggambarkan tingkat kepentingan suatu kriteria [4]. Metode SMART termasuk pada sistem pendukung keputusan yang menggunakan banyak nilai kriteria (*Multi Attribute*). SMART termasuk dalam metode MAUT (*Multi-Attribute Utility Technique*) dimana proses pengambilan keputusan menggunakan banyak kriteria dan kriteria-kriteria yang digunakan

menggambarkan parameter penentu proses pengambilan keputusan [15]. Pemberian nilai kriteria pada setiap alternatif berdasarkan pada penilaian pengambil keputusan. Proses pembobotan dan penilaian pada metode SMART diberikan oleh perusahaan atau seorang dan atau lebih dari satu orang yang memiliki wewenang dalam menentukan pilihan terhadap keputusan atas objek yang ada [26].

SMART merupakan metode pengambilan keputusan yang fleksibel karena nilai atribut dapat menggunakan nilai yang ada secara langsung [4]. SMART lebih banyak digunakan karena kesederhanaanya dalam merespon kebutuhan pembuat keputusan dan caranya menganalisa respon [27]. Proses algoritma pada metode SMART pada tahapan awal sama seperti metode ELECTRE, yaitu tahapan dari matrik keputusan hingga matrik normalisasi terbobot: Menentukan nilai utiliti dengan mengkonversikan nilai kriteria pada masing-masing kriteria di setiap alternatif menjadi nilai kriteria atau matrik keputusan. Nilai kriteria ini bergantung pada sifat kriteria itu sendiri.

Kriteria yang termasuk kategori keuntungan (benefit) dihitung menggunakan persamaan :

$$u_i(a_i) = \left(\frac{c_{out} - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \right) \times 100\% \quad (9)$$

dimana :

$u_i(a_i)$ = nilai utiliti kriteria ke i

c_{max} = nilai kriteria maksimal

c_{min} = nilai kriteria minimal

c_{out} = nilai kriteria ke i

Kriteria yang termasuk kategori biaya (cost) dihitung menggunakan persamaan :

$$u_i(a_i) = \left(\frac{c_{max} - c_{out}}{c_{max} - c_{min}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

Selanjutnya menentukan nilai akhir dengan mengalikan angka yang didapat dari matrik keputusan ternormalisasi dengan nilai normalisasi bobot masing-masing kriteria dan menjumlahkan nilai dari perkalian tersebut.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j u_j(a_i) \quad (11)$$

dimana :

$u(a_i)$ = nilai total alternatif

w_j = hasil dari normalisasi bobot kriteria

$u_i(a_i)$ = hasil penentuan nilai utiliti

2.3. ARAS (Additive Ratio Assessment)

ARAS merupakan metode yang didasarkan pada prinsip intuitif yaitu memasukan alternatif optimal kedalam proses metode dan bertindak sebagai salah satu alternatif [7]. Metode ARAS melakukan

perangkingan dengan membandingkan nilai setiap kriteria dengan nilai kriteria alternatif optimum dan alternatif yang lainnya dengan juga memperhatikan bobot masing-masing kriteria untuk memperoleh alternative yang ideal [28]. Pada metode ARAS nilai fungsi utilitas yang menentukan hasil dengan mengikutsertakan alternatif optimum kedalam proses perhitungan sebelum digunakan sebagai *baseline* untuk menentukan alternatif terbaik [19]. Pada ARAS, rasio jumlah nilai kriteria dinormalisasi dan diukur berdasarkan alternatif optimum, dimana alternatif optimum adalah alternatif yang dirasa terbaik dan alternatif dengan nilai yang diharapkan [19]. Dalam pendekatan metode-metode SPK yang lain, metode pengambilan keputusan multi-kriteria lebih fokus pada proses menghasilkan peringkat. Metode MCDM membandingkan nilai fungsi utilitas solusi dengan melihat jarak alternatif solusi positif dengan alternatif solusi negative dalam menentukan laterantif ideal [29]. Sedangkan metode ARAS membandingkan fungsi utilitas dari alternatif dengan nilai fungsi utilitas yang optimal yang digunakan sebagai *baseline* [29]. Tahapan algoritma dalam metode ARAS juga hampir sama hingga tahapan pada matrik normalisasi terbobot.

Menentukan nilai dari fungsi optimum

$$s_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad i = \overline{0, m} \quad (12)$$

Menentukan tingkatan peringkat

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = \overline{0, m} \quad (13)$$

Alternatif dengan nilai K terbesar menghasilkan alternative terbaik dengan melebihi atau mendekati alternatif optimum dan diurutkan sehingga menghasilkan rangking alternatif.

2.4. Penanggulangan Bencana Alam

Proses penanggulangan bencana dilakukan dengan Rencana Aksi Rehabilitasi dan Rekonstruksi (RENAKSI RR) wilayah pasca kejadian bencana alam [11]. Dalam merumuskan RENAKSI RR menggunakan beberapa komponen yang mengacu pada aspek fisik dan aspek kemanusiaan, yaitu Damages and Losses Assessment (DaLA) atau Penilaian Kerusakan dan Kerugian, *Human Recovery Need Assesment* (HRNA) atau Pengkajian Kebutuhan Pemulihan Manusia [11].

DaLA dan HRNA dikelompokkan dalam beberapa aspek atau sektor yang terkena dampak pasca bencana alam. Aspek yang diteliti mencakup aspek utama pada proses rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana, yaitu Aspek Kemanusiaan, Perumahan, Infrastruktur, Ekonomi, Sosial dan Lintas Sektor seperti pada tabel 1 [11]. Masing-masing sektor atau aspek memiliki beberapa sub sektor yang memiliki karakteristik berbeda. Yaitu terkait nilai harga satuan atau nilai

nominal kerusakan. Parameter tersebut digunakan sebagai inputan sistem dan dianalisis untuk proses perangkingan. Kategori kerusakan memiliki nilai harga satuan atau nominal kerusakan untuk setiap kriteria. Estimasi akibat bencana alam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Estimasi akibat bencana alam [11]

Sektor	Sub Sektor	Satuan
Kemanusiaan	Korban	Jiwa
	Populasi	Jiwa
Perumahan	Perumahan	Unit
	Jalan	Km
Infrastruktur	Sungai	m
	Energi	Unit
	Air dan Sanitasi	Unit
Sosial	Kesehatan	Unit
	Tempat Ibadah	Unit
	Panti Sosial	Unit
Ekonomi	Pertanian	ha
	Perikanan	Unit
	UKM	Unit
Lintas Sektor	Pemerintahan	Unit
	Keamanan	Unit

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan berisi perbandingan korelasi masing-masing metode dengan dataset bencana yang diperoleh dari BNPB (Bappenas). Proses pertama untuk semua metode adalah membuat matrik keputusan. Matrik keputusan merupakan matrik antara alternatif sebagai baris dan nilai kriteria sebagai kolom. Matrik keputusan kemudian dilakukan normalisasi agar nilainya dapat diperbandingkan dengan menggunakan persamaan 2. Namun sebelum memulai masing-masing proses pada metode yang berbeda, nilai-nilai sub kriteria kemudian di rata-rata dengan *geometrin mean* untuk menghasilkan nilai kriteria atau matrik keputusan ternormalisasi. Untuk proses selanjutnya metode ARAS dan ELECTRE memiliki langkah yang sama yaitu mengkalikan matrik keputusan ternormalisasi dengan bobot menggunakan persamaan 3 dan 4.

Tabel 2 Matrik Normalisasi Terbobot

Alt	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A0	0.102	0.131	0.101	0.077	0.111	0.084
A1	0.102	0.131	0.086	0.009	0.053	0.084
A2	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
A3	0.011	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
A4	0.005	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
A5	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
A6	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A7	0.074	0.081	0.087	0.049	0.111	0.003
A8	0.039	0.034	0.012	0.020	0.014	0.001
A9	0.011	0.008	0.011	0.019	0.011	0.038
A10	0.020	0.014	0.021	0.004	0.008	0.001
A11	0.019	0.031	0.012	0.018	0.008	0.006

Tabel 2 merupakan hasil normalisasi terbobot untuk metode ARAS dan ELECTRE, untuk metode SMART proses perkalian bobot berada pada bagian akhir metode. Dalam metode ARAS terdapat A0 atau

alternatif 0 yang berisi nilai optimal untuk masing-masing kriteria. Nilai A0 dapat berupa nilai terbaik di kriteria maupun nilai *baseline* yang ditentukan pengambil keputusan [19]. Pada penelitian ini menggunakan nilai terbaik pada masing-masing kriteria. Sedangkan pada metode ELECTRE dan SMART tidak terdapat A0.

3.1. ELECTRE

Proses perangkingan metode ELECTRE dilanjutkan dengan menggunakan persamaan 4 hingga 8. Persamaan 4 berlaku untuk seluruh metode, yaitu penentuan nilai normalisasi bobot. Untuk persamaan 5 hingga 8 merupakan proses menentukan nilai *concordance* dan *discordance* dimana masing-masing nilai kriteria setiap alternatif dibandingkan satu dengan yang lainnya sehingga menghasilkan nilai kesesuaian dan ketidaksesuaian. Nilai kesesuaian akan disimpan apabila nilai kriteria alternatif tersebut lebih baik daripada alternatif lainnya. Sedangkan nilai ketidaksesuaian merupakan kebalikan dari proses nilai ketidaksesuaian. Hasil akhir metode ELECTRE adalah nilai dominan. Nilai dominan diperoleh dari proses agregasi pada indeks kesesuaian (*concordance*) dan indeks ketidaksesuaian (*discordance*). Nilai dominan digunakan sebagai parameter perangkingan.

Tabel 3 Hasil Perangkingan Metode ELECTRE

Alt	Kabupaten	Nilai Dominan	Rank	History
A1	Klaten	8.3279	1	1
A2	Magelang	-6	4	5
A3	Boyolali	-3.0738	2	2
A4	Sukoharjo	-4.6557	3	4
A5	Wonogiri	-6.4426	5	3
A6	Purworejo	-7.9426	6	6
A7	Bantul	8.1967	1	1
A8	Sleman	4.5738	2	2
A9	Yogyakarta	2	5	5
A10	Kulonprogo	2.1148	4	3
A11	Gn Kidul	2.9016	3	4

Tabel 3 merupakan hasil perangkingan dari metode ELECTRE dan ranking data *history* (RENAKSI). Hasil perangkingan metode ELECTRE dengan data *history* memiliki sedikit perbedaan. Korelasi *rank spearman* digunakan untuk mengukur tingkat korelasi ranking yang dihasilkan metode dengan data *history*. Hasil korelasi *rank spearman* untuk metode ELECTRE adalah 0.9636.

3.2. SMART

Metode SMART terdiri dari empat langkah, masih terdapat tiga langkah lagi yaitu mencari nilai *utility*, nilai total dan ranking. Pada penelitian ini menggunakan kriteria dengan kategori *benefit*. Maka dalam mencari nilai *utility* menggunakan persamaan 9. Hasil *utility* kemudian dikalikan dengan bobot yang sudah dinormalisasi menggunakan persamaan 11. Kemudian hasil perkalian *utility* dengan bobot

diagregasi untuk menghasilkan nilai akhir atau total nilai alternatif. Nilai akhir adalah nilai yang digunakan untuk proses perangkingan. Berikut hasil metode SMART.

Tabel 4 Hasil metode SMART

Alt	Kabupaten	Total Alternatif	Rank	History
A1	Klaten	0.799	1	1
A2	Magelang	0.008	5	5
A3	Boyolali	0.024	2	2
A4	Sukoharjo	0.013	3	4
A5	Wonogiri	0.012	4	3
A6	Purworejo	0.001	6	6
A7	Bantul	0.742	1	1
A8	Sleman	0.239	2	2
A9	Yogyakarta	0.188	4	5
A10	Kulonprogo	0.124	5	3
A11	Gn Kidul	0.189	3	4

Tabel 4 merupakan hasil perangkingan dari metode SMART dan rangking data *history* (RENAKSI). Hasil perangkingan metode SMART dengan data *history* memiliki sedikit perbedaan. Korelasi *rank spearman* digunakan untuk mengukur tingkat korelasi rangking yang dihasilkan metode dengan data *history*. Hasil korelasi *rank spearman* untuk metode SMART adalah 0.9636.

3.3. ARAS

Proses algoritma pada metode ARAS memiliki perbedaan dengan metode SPK pada umumnya, yaitu terdapat A0. A0 tidak sekedar nilai, namun juga berperan sebagai alternatif pada proses normalisasi hingga proses penentuan nilai fungsi optimum atau persamaan 12. Nilai fungsi optimum kemudian digunakan sebagai *baseline* dalam menentukan nilai kahir menggunakan persamaan 13.

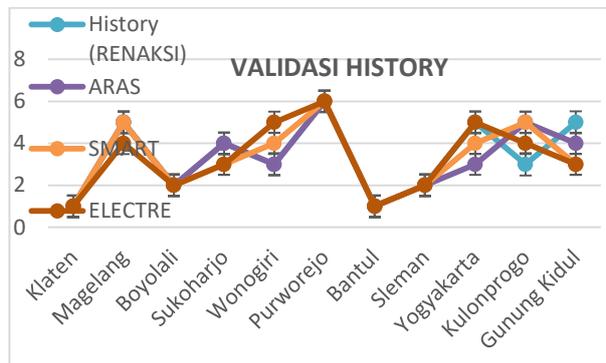
Tabel 5 Hasil metode ARAS

Kabupaten	Alt	Total Alternatif	Rank	History
Klaten	A1	0.770	1	1
Magelang	A2	0.009	5	5
Boyolali	A3	0.022	2	2
Sukoharjo	A4	0.013	4	4
Wonogiri	A5	0.015	3	3
Purworejo	A6	0.003	6	6
Bantul	A7	0.669	1	1
Sleman	A8	0.197	2	2
Yogyakarta	A9	0.162	3	5
Kulonprogo	A10	0.111	5	3
Gunung Kidul	A11	0.156	4	4

Tabel 5 merupakan hasil perangkingan dari metode ARAS dan rangking data *history* (RENAKSI). Hasil perangkingan metode ARAS dengan data *history* memiliki sedikit perbedaan. Korelasi *rank spearman* digunakan untuk mengukur tingkat korelasi rangking yang dihasilkan metode dengan data *history*. Hasil korelasi *rank spearman* untuk metode ARAS adalah 0.9636.

3.4 Validasi

Proses validasi dalam penelitian ini adalah membandingkan hasil perangkingan metode ELECTRE, SMART dan ARAS dengan data *history* atau data hasil perangkingan yang dikeluarkan oleh BNPB pada dokumen RENAKSI. Metode yang digunakan untuk proses validasi adalah korelasi *rank spearman* dan metode korelasi standar. Pada sub bab sebelumnya sudah dimunculkan hasil korelasi *rank spearman*. Ketiga metode memiliki nilai korelasi *rank spearman* yang sama yaitu sebesar 0.9636. Perbedaan proses algoritma yang signifikan pada masing-masing metode menghasilkan rangking yang berbeda-beda untuk setiap alternatif. Namun ketiga metode tersebut memiliki nilai korelasi *rank spearman* yang sama.



Gambar 1 Hasil Validasi Metode dengan data history

Gambar 1 adalah visualisasi dengan grafik hasil perangkingan masing-masing metode dan data *history*. Dalam penelitian ini juga menggunakan metode korelasi dasar untuk menguji nilai validasi sebagai pembandingan. Nilai hasil korelasi dasar untuk metode ELECTRE dan SMART adalah 0.815. Sedangkan untuk metode ARAS adalah 0.849. Metode ARAS memiliki nilai korelasi tertinggi karena hasil perangkingan metode ARAS mendekati sempurna, yaitu hanya berbeda tiga alternatif. Jadi pada kasus ini, metode SPK yang memiliki fungsi nilai optimum atau nilai *baseline* akan menghasilkan nilai korelasi dasar yang lebih baik daripada metode SPK yang tidak. Hal ini terbukti dari hasil nilai korelasi dasar yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ELECTRE, SMART dan ARAS dapat digunakan untuk menentukan prioritas daerah pada proses penanggulangan bencana dengan *dataset* kejadian bencana. Hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi *rank spearman* sebesar 0,9636 untuk ketiga metode. Selain itu, berdasarkan nilai korelasi dasar yang dihasilkan, metode SPK yang memiliki fungsi nilai optimum atau nilai *baseline* akan menghasilkan nilai korelasi dasar yang lebih baik daripada metode SPK yang tidak..

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Semarang atas sumber dana penelitian dengan nomor kontrak : 001/USM.H7.LPPM/L/2019.

Daftar Rujukan

- [1] R. K. Mavi, M. Goh, and N. Zarbakhshnia, "Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 91, no. 5–8, pp. 2401–2418, Jul. 2017.
- [2] A. Hatami-Marbini, M. Tavana, M. Moradi, and F. Kangi, "A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities," *Safety Science*, vol. 51, no. 1, pp. 414–426, Jan. 2013.
- [3] M. Sevkli, "An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection," *International Journal of Production Research*, vol. 48, no. 12, pp. 3393–3405, Jun. 2010.
- [4] S. Suryanto and M. Safrizal, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Teladan dengan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique)," *Jurnal CoreIT*, vol. 1, no. 1, pp. 25–29, 2015.
- [5] Z. Turskis and E. K. Zavadskas, "A Novel Method for Multiple Criteria Analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) Method," *INFORMATICA*, vol. 21, no. 4, pp. 597–607, 2010.
- [6] A. Hatami-Marbini and M. Tavana, "An extension of the Electre I method for group decision-making under a fuzzy environment," *Omega*, vol. 39, no. 4, pp. 373–386, Aug. 2011.
- [7] V. Keršulienė and Z. Turskis, "An Integrated Multi-criteria Group Decision Making Process: Selection of the Chief Accountant," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 110, pp. 897–904, Jan. 2014.
- [8] A. P. R. Pinem, "Implementasi Fuzzy ELECTRE Untuk Penilaian Kerusakan Akibat Bencana Alam," *J. Sistem Info. Bisnis*, vol. 7, no. 2, p. 81, Nov. 2017.
- [9] S. R. Cholil, A. P. R. Pinem, and V. Vydia, "Implementasi metode Simple Multi Attribute Rating Technique untuk penentuan prioritas rehabilitasi dan rekonstruksi pascabencana alam," *register. jurnal. ilm. teknologi. sistem. inf.*, vol. 4, no. 1, p. 1, Nov. 2018.
- [10] P3B, *Penilaian Kerusakan dan Kerugian (Damages and Losses Assessment)*. Jakarta: BAPPENAS, 2008.
- [11] BNPB, *Perka BNPB Pedoman Pengkajian Kebutuhan Pasca Bencana*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2011.
- [12] A. Mardani, A. Jusoh, and E. K. Zavadskas, "Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – Two decades review from 1994 to 2014," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 8, pp. 4126–4148, May 2015.
- [13] S. M. M. Lavasani, J. Wang, Z. Yang, and J. Finlay, "Application of MADM in a fuzzy environment for selecting the best barrier for offshore wells," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 3, pp. 2466–2478, Feb. 2012.
- [14] V. Kutut, E. K. Zavadskas, and M. Lazauskas, "Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model based on ARAS and AHP methods," *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 14, no. 2, pp. 287–294, Feb. 2014.
- [15] A. Sanjaya, D. M. Khairina, and S. Maharani, "rekomendasi pembelian grosir pada toko mainan menggunakan metode simple multi attribute rating technique (SMART) Dengan Google Maps."
- [16] L. Pérez-Domínguez, L. A. Rodríguez-Picón, A. Alvarado-Iniesta, D. Luviano Cruz, and Z. Xu, "MOORA under Pythagorean Fuzzy Set for Multiple Criteria Decision Making," *Complexity*, vol. 2018, pp. 1–10, 2018.
- [17] V. Gholami, K. W. Chau, F. Fadaee, J. Torkaman, and A. Ghaffari, "Modeling of groundwater level fluctuations using dendrochronology in alluvial aquifers," *Journal of Hydrology*, vol. 529, pp. 1060–1069, Oct. 2015.
- [18] G. A. Montazer, H. Q. Saremi, and M. Ramezani, "Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 8, pp. 10837–10847, Oct. 2009.
- [19] E. K. Zavadskas and Z. Turskis, "A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making," *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 16, no. 2, pp. 159–172, Jan. 2010.
- [20] V. Kutut, E. K. Zavadskas, and M. Lazauskas, "Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings using MCDM (ARAS)," *Procedia Engineering*, vol. 57, pp. 657–661, 2013.
- [21] B. Daneshvar Rouyendegh and S. Erol, "Selecting the Best Project Using the Fuzzy ELECTRE Method," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2012, pp. 1–12, 2012.
- [22] A. Hatami-Marbini and M. Tavana, "An extension of the Electre I method for group decision-making under a fuzzy environment," *Omega*, vol. 39, no. 4, pp. 373–386, Aug. 2011.
- [23] H. Hadipour, R. Azizmohammadi, A. Mahmoudabadi, and M. Khoshnoud, "Application of ELECTRE Method for Sub-Contractor

- Selection using Interval-Valued Fuzzy Sets - Case Study,” p. 10.
- [24] T. Kaya and C. Kahraman, “An integrated fuzzy AHP–ELECTRE methodology for environmental impact assessment,” *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 7, pp. 8553–8562, Jul. 2011.
- [25] B. Ka, “Application of fuzzy AHP and ELECTRE to China dry port location selection,” *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, vol. 27, no. 2, pp. 331–353, 2011.
- [26] R. Yunitarini, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Penyiar Radio Terbaik,” *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, 2013.
- [27] T. Magrisa, K. D. K. Wardhani, and M. R. A. Saf, “Implementasi Metode SMART pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kegiatan Ekstrakurikuler untuk Siswa SMA,” *JIM*, vol. 13, no. 1, p. 49, Feb. 2018.
- [28] H. Susanto, “Penerapan Metode Additive Ratio Assessment (Aras) Dalam Pendukung Keputusan Pemilihan Susu Gym Terbaik Untuk Menambah Masa OtoT,” vol. 12, p. 5, 2017.
- [29] S. Koçak, A. Kazaz, and S. Ulubeyli, “Subcontractor selection with additive ratio assessment method,” *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, vol. 1, no. 1, pp. 18–32, Mar. 2018.