

Implementasi *TOPSIS* (*Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*) Untuk Penentuan Tempat Pembuangan Akhir

Rachmat A. Pambudi¹, Agung B. Prasetyo² dan Yudi E. Windarto³

^{1,2,3}Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

E-mail: rachmatagung@students.undip.ac.id¹, agungprasetyo@ce.undip.ac.id², yudi@live.undip.ac.id³

Abstract—Human population produces a fairly high waste every year. In Pemalang District there is only one final disposal site which is at Pegongsoran Village. A decision support system is needed that is expected to provide alternative options for determining the best landfill location other than such a site. In selecting the location of the Final Disposal Site, a method that can process data from each available alternative is needed. (*TOPSIS*) *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution* is one of the various Decision Support System methods. *TOPSIS* is a multi-criteria method for identifying limited alternative sets based on minimizing the distance of the farthest ideal point and maximizing the distance of the lowest ideal point. Based on the calculation using the *TOPSIS* method, the available data is fourteen districts as an alternative location choice and seven parameters have been found that Warungpring District has the highest rank and Pulosari District has the lowest rank. Then the results of these calculations will be visualized using *Carto Map* on an information system.

Abstrak—Populasi penduduk menghasilkan sampah yang cukup tinggi setiap tahunnya. Di Kabupaten Pemalang hanya terdapat satu Tempat Pembuangan Akhir yang ada di desa Pegongsoran. Sebuah sistem pendukung keputusan diperlukan dan diharapkan dapat memberikan pilihan alternatif untuk menentukan lokasi TPA terbaik. Dalam memilih lokasi Tempat Pembuangan Akhir diperlukan metode yang dapat memproses data dari setiap alternatif yang tersedia. (*TOPSIS*) *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution* adalah salah satu dari berbagai metode sistem dukungan keputusan. *TOPSIS* adalah metode multi-kriteria untuk mengidentifikasi alternatif terbatas berdasarkan meminimalkan jarak titik ideal terjauh dan memaksimalkan jarak titik ideal terendah. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *TOPSIS* dan dari data yang tersedia yaitu empat belas kecamatan sebagai pilihan lokasi alternatif dan tujuh parameter, telah ditemukan bahwa Kecamatan Warungpring memiliki peringkat tertinggi dan Kecamatan Pulosari memiliki peringkat terendah. Kemudian hasil dari perhitungan ini akan divisualisasikan menggunakan *Carto map* pada sebuah sistem informasi.

Kata Kunci—Sistem Informasi, Sistem Pendukung Keputusan, *TOPSIS*, TPA.

I. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk setiap tahun semakin meningkat, hal ini juga menimbulkan tingginya produksi sampah. Kabupaten Pemalang memiliki produksi sampah yang cukup tinggi yaitu 650 ton/hari pada tahun 2018. Jumlah penduduk Pemalang terdapat 1,3 juta dan setiap jiwa memproduksi 0,5 kilogram sampah. Dari jumlah produktivitas tersebut menurut Kepala Bidang Pengendalian dan Konservasi, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pemalang, Rahardjo, yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) sebanyak 187.645 kg, diambil pemulung 58.658 kg dan 403.697 kg lainnya belum tertangani. Sampah yang belum dapat ditangani tersebut ada yang dibuang ke sungai, laut, dibakar ataupun ditanam[1]. Hal ini juga diperburuk dengan terbatasnya sarana Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) dimana untuk satu wilayah kabupaten hanya ada satu TPA yaitu di Pesalakan Desa Pegongsoran Kecamatan Pemalang.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk sistem pendukung keputusan penentuan TPA adalah *TOPSIS* (*Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*). Implementasi metode *TOPSIS* dalam bentuk Sistem Pendukung Keputusan ini diharapkan dapat menjadikan pengolahan data ini semakin efektif dan efisien serta dapat dijadikan sebagai gambaran pemetaan pada sebuah daerah untuk menentukan Tempat Pembuangan Akhir terbaik.

Penelitian ini dilakukan dengan pemanfaatan data dari penelitian Dosen Departemen Geodesi Universitas Diponegoro yaitu menggunakan tujuh parameter yang kurang lebih mengacu pada SNI TPA 03-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA Sampah[7] dan menggunakan 14 alternatif lokasi pemilihan. Dari data penelitian tersebut tujuh parameter yang digunakan meliputi Kelerengan, Penggunaan Lahan, Rawan Bencana Longsor, Curah Hujan, Hidrogeologi, Jenis Tanah dan Rawan Bencana Banjir. Sedangkan alternatifnya terdapat 14 Kecamatan meliputi Kecamatan Pemalang, Kecamatan Taman, Kecamatan Petarukan, Kecamatan Comal, Kecamatan Ulujami, Kecamatan Bodeh, Kecamatan Ampelgading, Kecamatan Bantarbolang, Kecamatan Randudongkal, Kecamatan Warungpring, Kecamatan Moga, Kecamatan Pulosari, Kecamatan Watukumpul, dan Kecamatan Belik.

II. METODE PENELITIAN

Metode *TOPSIS* pertama kali diperkenalkan oleh Hwang dan Yoon. *TOPSIS* merupakan metode multikriteria untuk mengidentifikasi dari himpunan alternatif terbatas berdasarkan meminimalkan jarak titik ideal terjauh dan memaksimalkan jarak titik ideal terendah^[3]. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan *Multi Attribute Decision Making* (MADM).

Dan metode ini juga memiliki beberapa keunggulan antara lain konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasi yang efisien, dan memiliki perhitungan matematis yang cukup sederhana^[2]. Langkah-langkah metode TOPSIS sebagai berikut :

Langkah-langkah metode *TOPSIS* sebagai berikut:

a. Menentukan matriks keputusan yang ternormalisasi

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,m) \quad (1)$$

keterangan:

x_{ij} adalah rating kinerja alternatif ke- i terhadap atribut ke- j

r_{ij} adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi

Dimana i adalah data kecamatan dan j adalah data parameter

b. Menentukan matriks keputusan yang terbobot

$$y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{i1} & y_{i2} & \dots & y_{ij} \end{bmatrix} \text{ untuk } y_{ij} = w_j r_{ij} \quad (2)$$

keterangan:

w_j adalah bobot dari kriteria ke- j

y_{ij} adalah elemen dari matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot

Dimana i adalah data kecamatan dan j adalah data parameter

c. Menentukan matriks solusi ideal positif (A^+) dan matriks solusi ideal negatif (A^-)

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_j^+) \quad A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_j^-) \quad (3)$$

dengan

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij}, & \text{jika } j = \text{keuntungan} \\ \min_i y_{ij}, & \text{jika } j = \text{biaya} \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \max_i y_{ij}, & \text{jika } j = \text{biaya} \\ \min_i y_{ij}, & \text{jika } j = \text{keuntungan} \end{cases}$$

Dimana dinyatakan keuntungan jika pada suatu parameter semakin tinggi nilai klasifikasinya semakin baik keterangannya, dan dinyatakan biaya(*cost*) jika pada suatu parameter semakin tinggi nilai klasifikasinya semakin buruk keterangannya.

d. Menentukan jarak nilai alternatif dari matriks solusi ideal positif (d_i^+) dan matriks solusi ideal negatif (d_i^-).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (4)$$

keterangan:

v_j^+ adalah elemen dari matriks solusi ideal positif

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

(5)

keterangan:

v_j^- adalah elemen dari matriks solusi ideal negatif

Dimana i adalah data kecamatan dan j adalah data parameter

e. Menentukan nilai preferensi (C_i) untuk setiap alternatif.

Nilai preferensi merupakan kedekatan suatu alternatif terhadap solusi ideal

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (6)$$

keterangan:

nilai C_i yang lebih besar menunjukkan prioritas alternatif^[4].

Dimana nilai C_i merupakan nilai akhir yang menentukan peringkat dari setiap data alternatif (data kecamatan).

Setelah mendapatkan nilai preferensi (C_i) dari masing-masing data alternatif. Hasil rekapitulasi data tersebut merupakan hasil akhir dari metode *TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution)* yang dapat dibuat peringkat dari nilai tertinggi ke nilai terendah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan ini dilakukan menggunakan aplikasi Microsoft Excel untuk melakukan proses pengecekan terhadap tahap-tahap dari Metode TOPSIS yang diterapkan pada sistem. Berikut adalah tahap-tahap penggunaan metode *TOPSIS*[5] :

1. Penentuan Nilai Klasifikasi Tiap Parameter

Pertama dibutuhkan data parameter dan data alternatif beserta nilai klasifikasinya yang sudah ditentukan dari data penelitian Dosen Departemen Geodesi Universitas Diponegoro, dalam hal ini data alternatif berupa data kecamatan yang ada di Kabupaten Pemalang. Data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Table 4. 1 Tabel data nilai klasifikasi tiap parameter.

District	Parameter						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ampelgading	4	4	2	2	0	3	0
Bantarbolang	3	0	1	1	2	1	1
Belik	3	0	0	1	2	2	1
Bodeh	3	4	0	2	2	0	0
Comal	4	3	2	2	0	3	0

Moga	3	1	0	0	0	2	1
Pemalang	4	1	2	2	0	3	0
Petarukan	4	3	2	2	0	3	1
Pulosari	1	3	0	1	0	0	1
Randudongkal	2	0	0	1	0	1	1
Taman	4	4	2	2	2	3	1
Ulujami	4	2	2	2	0	3	0
Warungpring	3	1	2	1	2	2	1
Watukumpul	0	0	0	0	2	2	1

Keterangan:

Table 4.2 Tabel keterangan nilai klasifikasi tiap parameter.

Parameter	Nilai				
	0	1	2	3	4
Kelerengan (P1)	>40%	25-40%	15-25%	8-15%	0-8%
Penggunaan Lahan (P2)	Hutan	Pemukiman	Sawah /Ladang /Tambak	Kebun /Lapangan	Industri
Rawan Bencana Longsor (P3)	Tinggi	Sedang	Rendah	-	-
Curah Hujan (P4)	>4000	2750-4000	1500-2750	-	-
Hidrogeologi (P5)	Akuifer Produktif	-	Air Tanah Langka	-	-
Jenis Tanah (P6)	Gromosol	Latosol	Regosol	Alluvial	-
Rawan Bencana Banjir (P7)	Rawan Banjir	Tidak Rawan Banjir	-	-	-

2. Penentuan Bobot Parameter

Tahap selanjutnya adalah penentuan nilai bobot dari setiap parameter, nilai bobot parameter ini juga sudah ditentukan dari penelitian Departemen Geodesi Universitas Diponegoro. Berikut adalah data bobot parameter yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Table 4.3 Parameter Weight Table

Parameter	Bobot Parameter	Keterangan
Kelerengan (P1)	10	<i>Benefit</i>
Penggunaan Lahan (P2)	20	<i>Cost</i>
Rawan Bencana Longsor (P3)	15	<i>Benefit</i>
Curah Hujan (P4)	15	<i>Benefit</i>
Hidrogeologi (P5)	20	<i>Benefit</i>
Jenis Tanah (P6)	10	<i>Benefit</i>
Rawan Bencana Banjir (P7)	10	<i>Benefit</i>

3. Penentuan Nilai Pembagi

Tahap selanjutnya adalah menentukan nilai pembagi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$y = \sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}$$

Keterangan:

- y : Nilai Pembagi
- x_{ij} : Rating kinerja alternatif ke- i terhadap parameter ke- j

Sampel penentuan nilai pembagi dari parameter kelerengan dapat didapatkan dengan rumus nilai pembagi yaitu:

$$y = \sqrt{4^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 1^2 + 2^2 + 4^2 + 4^2 + 3^2 + 0^2} = 5.8309$$

Hasil pengolahan nilai pembagi ditunjukkan pada tabel 4. 4.

Table 4.4 Tabel Nilai Pembagi

Parameter	Nilai Pembagi
Kelerengan (P1)	12,083
Penggunaan Lahan (P2)	9,0553
Rawan Bencana Longsor (P3)	5,3851
Curah Hujan (P4)	5,916
Hidrogeologi (P5)	4,8989
Jenis Tanah (P6)	8,4852
Rawan Bencana Banjir (P7)	3

4. Penentuan Nilai Normalisasi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan menggunakan rumus normalisasi:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{y}$$

Description:

- r_{ij} : Nilai elemen ternormalisasi
- x_{ij} : Rating kinerja alternatif ke- i terhadap parameter ke- j
- y : Nilai pembagi

Sampel pengolahan normalisasi dari parameter kelerengan kecamatan Ampelgading dapat didapatkan dengan rumus normalisasi yaitu:

$$r_{ij} = \frac{4}{12.083} = 0.2482$$

Hasil pengolahan normalisasi ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Table 4.5 Tabel Normalisasi

Daerah	Parameter						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ampelgading	0,331	0,4417	0,3713	0,338	0	0,3535	0
Bantarbolang	0,2482	0	0,1856	0,169	0,4082	0,1178	0,3333
Belik	0,2482	0	0	0,169	0,4082	0,2357	0,3333
Bodeh	0,2482	0,4417	0	0,338	0,4082	0	0
Comal	0,331	0,3312	0,3713	0,338	0	0,3535	0
Moga	0,2482	0,1104	0	0	0	0,2357	0,3333
Pemalang	0,331	0,1104	0,3713	0,338	0	0,3535	0
Petarukan	0,331	0,3312	0,3713	0,338	0	0,3535	0,3333
Pulosari	0,0827	0,3312	0	0,169	0	0	0,3333
Randudongkal	0,1655	0	0	0,169	0	0,1178	0,3333
Taman	0,331	0,4417	0,3713	0,338	0,4082	0,3535	0,3333
Ulujami	0,331	0,2208	0,3713	0,338	0	0,3535	0
Warungpring	0,2482	0,1104	0,3713	0,169	0,4082	0,2357	0,3333
Watukumpul	0	0	0	0	0,4082	0,2357	0,3333

5. Penentuan Normalisasi Terbobot

Pada tahap ini dilakukan perkalian antara nilai normalisasi dan nilai bobot parameter. Sampel perhitungan pada tahap ini ditunjukkan seperti berikut.

Daerah Ampelgading dengan parameter kelerengan mempunyai nilai normalisasi 0,331 berdasarkan tabel 4.5. Dengan nilai bobot parameter kelerengan adalah 10 berdasarkan tabel 4.3. Maka, dihasilkan nilai normalisasi terbobot pada daerah Ampelgading dengan parameter kelerengan adalah 3,310. Hasil pengolahan data normalisasi terbobot ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tabel normalisasi terbobot

Daerah	Parameter						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ampelgading	3.3104	8.8345	5.5709	5.2223	0	3.5355	0
Bantarbolang	2.4828	0	2.7854	2.6112	8.165	1.1785	3.3333
Belik	2.4828	0	0	2.6112	8.165	2.357	3.3333
Bodeh	2.4828	8.8345	0	5.2223	8.165	0	0
Comal	3.3104	6.6259	5.5709	5.2223	0	3.5355	0
Moga	2.4828	2.2086	0	0	0	2.357	3.3333
Pemalang	3.3104	2.2086	5.5709	5.2223	0	3.5355	0
Petarukan	3.3104	6.6259	5.5709	5.2223	0	3.5355	3.3333
Pulosari	0.8276	6.6259	0	2.6112	0	0	3.3333
Randudongkal	1.6552	0	0	2.6112	0	1.1785	3.3333
Taman	3.3104	8.8345	5.5709	5.2223	8.165	3.5355	3.3333
Ulujami	3.3104	4.4173	5.5709	5.2223	0	3.5355	0
Warungpring	2.4828	2.2086	5.5709	2.6112	8.165	2.357	3.3333
Watukumpul	0	0	0	0	8.165	2.357	3.3333

6. Penentuan Nilai Solusi Ideal

Pada tahap ini terdapat dua jenis nilai solusi ideal, yaitu solusi ideal positif(+) dan solusi ideal negatif(-), dilakukan pengolahan data menggunakan rumus solusi ideal yaitu:

$$y_j^+ = \begin{cases} \max v_{ij}, \text{if } j = \text{benefit} \\ \min v_{ij}, \text{if } j = \text{cost} \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \max v_{ij}, \text{if } j = \text{cost} \\ \min v_{ij}, \text{if } j = \text{benefit} \end{cases}$$

Keterangan:

- y_j^+ : Nilai elemen solusi ideal positif
- y_j^- : Nilai elemen solusi ideal negatif

Sampel pengolahan nilai solusi ideal dengan parameter kelerengan yang merupakan benefit dengan melihat tabel 4.3 dan 4.6 didapatkan dengan rumus yaitu:

$$y_j^+ = 3.3104$$

$$y_j^- = 0$$

Hasil pengolahan data nilai solusi ideal dapat ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Table 4. 7 Tabel nilai solusi ideal

Nilai Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
y^+	3,3104	0	5,5708	5,0709	8,1649	3,5355	3,3333
y^-	0	8,8345	0	0	0	0	0

7. Penentuan Jarak Nilai Alternatif

Pada tahap ini terdapat dua jenis jarak nilai alternatif, yaitu jarak nilai alternatif positif (d_i^+) dan jarak nilai alternatif negatif (d_i^-), dilakukan pengolahan data menggunakan rumus jarak nilai alternatif yaitu:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Keterangan:

- v_j^+ : Elemen dari matriks solusi ideal positif
- v_j^- : Elemen dari matriks solusi ideal negatif
- d_i^+ : Nilai jarak alternatif positif
- d_i^- : Nilai jarak alternatif negatif

Sampel pengolahan jarak nilai alternatif dengan alternatif Kecamatan Ampelgading didapatkan dengan rumus jarak nilai alternatif yaitu:

$$d_i^+ = \sqrt{(3.3104 - 3.3104)^2 + (8.8345 - 0)^2 + (5.5708 - 5.5708)^2 + (5.0709 - 5.0709)^2 + (0 - 8.1649)^2 + (3.5353 - 3.5353)^2 + (0 - 3.3333)^2} = 12.483$$

$$d_i^- = \sqrt{(3.3104 - 0)^2 + (8.8345 - 8.8345)^2 + (5.5708 - 0)^2 + (5.0709 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (3.5353 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 8.9558$$

Hasil pengolahan jarak nilai alternatif ditunjukkan pada Tabel 4.8

Table 4. 8 Alternate Value Distance Table

Kecamatan	D ⁺	D ⁻
Ampelgading	12.483	8.9558
Bantarbolang	4.5196	13.3254
Belik	6.2878	13.1899
Bodeh	11.5489	9.927
Comal	11.0308	9.2241
Moga	11.4178	8.169
Pemalang	9.0915	11.1404
Petarukan	10.5151	9.8079
Pulosari	12.9111	4.8065
Randudongkal	10.603	9.9858
Taman	8.8345	12.5692
Ulujami	9.8635	9.9859
Warungpring	3.6579	13.0714
Watukumpul	8.3124	12.7036

8. Penentuan Peringkat

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari metode TOPSIS dengan melakukan perhitungan dengan rumus:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

Keterangan:

- c_i : Nilai akhir
- d_i^+ : Nilai jarak alternatif positif
- d_i^- : Nilai jarak alternatif negatif

Sampel pengolahan peringkat dengan alternatif Kecamatan Ampelgading dengan melihat tabel 4.8 didapatkan dengan rumus hasil akhir yaitu:

$$c_i = \frac{8.9558}{8.9558 + 12.483} = 0.4177$$

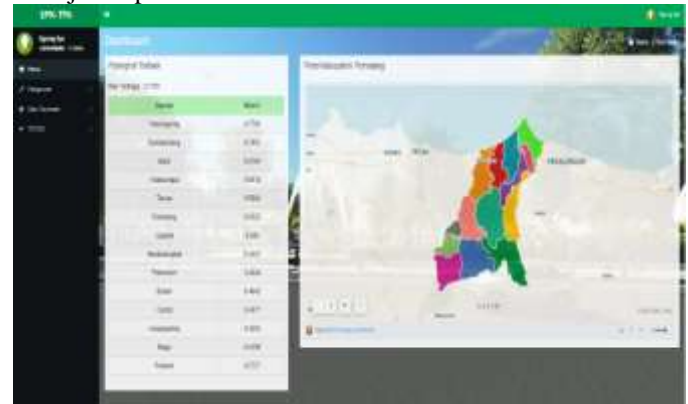
Hasil akhir metode Topsis ini ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Table 4. 15 Tabel Peringkat

Peringkat	Kecamatan	Hasil
1	Warungpring	0.7813
2	Bantarbolang	0.7467
3	Belik	0.6771
4	Watukumpul	0.6044
5	Taman	0.5872
6	Pemalang	0.5506
7	Ulujami	0.5030
8	Randudongkal	0.4850
9	Petarukan	0.4826
10	Bodeh	0.4622
11	Comal	0.4554
12	Ampelgading	0.4177
13	Moga	0.4170
14	Pulosari	0.2712

9. Halaman Home

Bagian isi utama halaman ini terdapat data peringkat kecamatan yang berasal dari proses perhitungan metode TOPSIS dan juga tampilan peta Kabupaten Pemalang dari proses embed Carto Map. Halaman Home ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Halaman Home

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pengujian Sistem Informasi dari Implementasi TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution) untuk penentuan Tempat Pembuangan Akhir, dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Berdasarkan pengujian fungsional yang dilakukan terhadap sistem, semua fungsi yang tersedia berjalan dengan baik.
- 2) Berdasarkan pengujian sistem dengan metode *blackbox*, semua fungsi pada masing-masing halaman berjalan dengan semestinya.
- 3) Berdasarkan pengujian menggunakan aplikasi *microsoft excel* dan sistem yang dibuat didapatkan perbedaan pembulatan nilai tapi tidak mempengaruhi peringkat akhir.
- 4) Parameter yang sangat berpengaruh pada penentuan tempat pembuangan akhir ini adalah penggunaan lahan dan hidrogeologi dikarenakan memiliki nilai bobot parameter tertinggi yaitu 20.
- 5) Dengan memanfaatkan visualisasi peta dari *Carto Maps*, sistem ini menjadi lebih interaktif karena memberikan visualisasi yang sederhana, menarik dan mudah dipahami.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G.P. Yal , H. Akgun, "Landfill site selection and landfill liner design for Ankara, Turkey." *Enviromental Earth Sciences*, 2013, vol 70, pp. 2729-2752.
- [2] M. Sharifi, M. Hadidi, E. Vessa, P. Mosstafakhani, K. Taheri, S. Shahoie, "Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS based hazardous waste landfill siting in Kurdistan Province, Western Iran." *Waste Manag (Oxford)*, 2009, vol 29, pp. 2740–2758.
- [3] Suara Merdeka (28 Agustus 2018), *Swasta Diminta Tangani Sampah*, <https://www.suaramerdeka.com/news/baca/119104/s>

wasta-diminta-ikut-tangani-sampah (Diakses 28 Maret 2019)

- [4] Badan Standardisasi Nasional (BSN). SNI No. 03-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah, Jakarta, 1994.
- [5] Y. O. Ouma, J. Opudo, and S. Nyambenya, "Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS for Road Pavement Maintenance Prioritization: Methodological Exposition and Case Study," *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2015, 2015.
- [6] R. F. F. de Airesa, and L. Ferreira, "A new approach to avoid rank reversal cases in the TOPSIS method," *Computers & Industrial Engineering*, 2019, vol. 132, pp. 84–97.
- [7] R. A. Krohling, and A. G.C. Pacheco, "A-TOPSIS – An Approach Based on TOPSIS for Ranking Evolutionary Algorithms," *Procedia Computer Science*, 2015, vol. 55, pp. 308-317.
- [8] J. T. Informasi *et al.*, "NAIVE BAYES UNTUK ANALISIS SENTIMEN," vol. 11, no. April, pp. 78–89, 2015.
- [9] A. Tri, J. Harjanta, and F. M. Dewanto, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penghitungan Pajak Penghasilan (PPh) Pegawai UPGRIS Berbasis Web," pp. 170–176.