

PEMILIHAN LOKASI SUMBER MATA AIR UNTUK PEMBANGUNAN JARINGAN AIR BERSIH PEDESAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS

Nofi Aditya

Konsentrasi Manajemen Proyek Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil
Pascasarjana Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Merdeka No.30 Bandung 40117 Telp 022 4202351
email : nofi.aditya24@gmail.com

Abstrak

Dalam rangka melaksanakan program Millenium Development Goals (MDG's), Pemerintah Kabupaten Majalengka mempunyai rencana membangun sistem jaringan air bersih untuk daerah-daerah yang kesulitan mendapatkan pasokan air bersih, baik di daerah perkotaan maupun khususnya di daerah pedesaan. Pemilihan sumber mata air adalah bagian terpenting dalam perencanaan pembangunan jaringan air bersih untuk daerah pedesaan. Secara umum terdapat beberapa kriteria terpenting dalam pemilihan sumber mata air diantaranya debit air (kuantitas), kontinuitas ketersediaan air dan kualitas air. Namun beberapa kriteria pertimbangan dapat ditambahkan sebagai rekomendasi yang jelas untuk syarat pemilihan. Berdasarkan kriteria dan bobot dari masing-masing alternatif lokasi sumber mata air yang tersedia dapat dilakukan penerapan metode untuk mengkaji suatu pemilihan terbaik. Dalam penelitian ini, dipergunakan metode Techique For Order Preference By Similarty To Ideal Solution (TOPSIS). Metode ini mampu memecahkan masalah multi dimensi yang terdapat dalam proses pemilihan sumber mata air yang melibatkan banyak kriteria dan alternatif pilihan. Penentuan kriteria dan besarnya bobot sangat mempengaruhi hasil analisis, oleh karena itu penentuan kriteria dan bobotnya sebaiknya disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif yang terpilih merupakan alternatif yang memiliki kriteria terbaik diantara alternatif yang lain. Penelitian ini hanya bertujuan untuk memberikan saran dan solusi terbaik dalam pemilihan lokasi sumber mata air sedangkan keputusan akhir tetap diputuskan oleh para pengambil keputusan yang berwenang dalam kegiatan tersebut.

Kata kunci : jaringan air bersih; kriteria; mata air; TOPSIS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam rangka melaksanakan program *Millenium Development Goals (MDG's)*, Pemerintah Kabupaten Majalengka mempunyai rencana membangun sistem jaringan air bersih untuk daerah-daerah yang kesulitan mendapatkan pasokan air bersih, baik daerah perkotaan maupun pedesaan. Hal ini senada dengan rencana Pemerintah Pusat dalam melaksanakan program *MDG's* dimana target pelayanan air minum melalui sumber yang terlindungi (akses aman) pada Tahun 2015 adalah sebesar 68,87% dari penduduk secara nasional, yaitu 78,19% penduduk perkotaan dan 61,60% penduduk pedesaan. Dari target tersebut, 41,03% akan dilayani melalui sistem perpipaan, yaitu 68,31% penduduk perkotaan dan 19,76% penduduk pedesaan.

Untuk memenuhi target 19,76% penduduk pedesaan yang akan terlayani air bersih melalui sistem perpipaan perlu dibangun suatu sistem jaringan penyediaan air bersih, yang mana ketersediaan sumber air bersih pada saat sekarang ini dari waktu ke waktu cenderung menurun karena kondisi lingkungan yang mulai tercemar dan tidak terjaganya kelestarian alam dengan baik. Di lain pihak, perkembangan kebutuhan air bersih dari waktu ke waktu justru terus meningkat sejalan dengan tingkat kebutuhan dan perkembangan penduduk. Salah satu sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan ketersediaan airnya untuk pembangunan jaringan air bersih yang terdapat di daerah pedesaan adalah sumber mata air. Sumber mata air banyak terdapat di daerah pegunungan dan perbukitan yang memiliki kesuburan tumbuhan tanaman keras seperti pepohonan kayu dan sebagainya. Mata air cenderung memiliki kualitas air yang lebih bagus dibandingkan dengan sumber air permukaan yang lain seperti danau, waduk atau sungai.

Wilayah Kabupaten Majalengka memiliki kondisi geografis berupa perbukitan dan memiliki banyak sumber mata air yang potensial. Sebagian besar sumber mata air tersebut sudah banyak dimanfaatkan oleh penduduk sekitar namun pengelolaannya masih sederhana dan belum optimal. Apabila sumber mata air tersebut dapat dikelola secara terstruktur dan tersistem, maka pemanfaatan airnya dapat untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang lebih banyak lagi.

Oleh karena besarnya dana yang dibutuhkan untuk membangun sistem jaringan air bersih dan terbatasnya anggaran dana pemerintah yang dialokasikan, maka perlu dilakukan pemilihan prioritas terhadap beberapa desa yang dianggap paling mendesak dalam pemenuhan kebutuhan air bersih. Untuk itu dibutuhkan cara dan metode pemilihan lokasi yang efektif dan logis yang hasilnya benar-benar dapat dipertanggungjawabkan dan tepat sasaran.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang diangkat pada makalah ini adalah bagaimana melakukan pemilihan prioritas dari beberapa sumber mata air yang potensial untuk dibangun sistem jaringan air bersih daerah pedesaan. Pengambilan keputusan yang tepat dalam memilih beberapa alternatif untuk suatu tujuan tertentu memerlukan metode dan teknik yang efektif dan logis supaya hasil keputusan dapat dipertanggungjawabkan dan tepat sasaran. Penerapan metode yang tepat dapat memberikan informasi dan rekomendasi pilihan yang terbaik, sehingga dapat membantu pihak perencana proyek atau para pengambil keputusan untuk menentukan pilihan yang cocok sesuai dengan kebutuhan dengan mempertimbangkan berbagai faktor dan kriteria yang ditentukan.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah menerapkan salah satu metode dari teknik pengambilan keputusan yaitu metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) untuk menentukan alternatif pilihan terbaik dalam pemilihan sumber mata air untuk pembangunan jaringan air bersih pedesaan. Hasil dari analisa metode TOPSIS ini diharapkan dapat dijadikan sebagai informasi atau rekomendasi untuk membantu para perencana proyek atau para pengambil keputusan dalam menentukan pilihan atau keputusannya.

Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian dan penulisan makalah ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

- 1) Sampel data sumber mata air diambil dari beberapa sumber mata air yang berada di wilayah Kabupaten Majalengka, Propinsi Jawa Barat.
- 2) Data sumber mata air merupakan data sekunder yang didapat dari instansi pemerintah setempat.
- 3) Dasar pertimbangan atau kriteria pemilihan lokasi sumber mata air sangat banyak, oleh karena itu perlu dibatasi sebagai masukan untuk perhitungan TOPSIS.

LANDASAN TEORI

Multi Criteria Decision Making (MCDM)

Zimmermann (Kusumadewi dkk,2006:69) mengemukakan bahwa *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Kriteria biasanya berupa ukuran-ukuran, aturan-aturan atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Berdasarkan tujuannya, MCDM dapat dibagi dua model: *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multi Objective Decision Making* (MODM). MADM biasanya digunakan untuk melakukan penilaian atau seleksi terhadap beberapa alternatif dalam jumlah yang terbatas. Sedangkan MODM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pada ruang kontinyu. Secara umum dapat dikatakan bahwa, MADM menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif sedangkan MODM merancang alternatif terbaik.

Ada beberapa metode pada MADM untuk membantu menentukan pilihan diantaranya adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP), *Simple Additive Weighting Method* (SAW), TOPSIS. AHP memiliki kelebihan struktur yang berbentuk hirarki sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai pada subkriteria yang paling dalam. SAW memiliki kelebihan penilaian akan lebih tepat karena didasarkan pada nilai kriteria dari bobot preferensi yang sudah ditentukan. Topsis memiliki kelebihan konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana. Adapun kekurangan metode Topsis yaitu harus adanya bobot yang ditetapkan dan dihitung terlebih dahulu.

Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang tahun 1981 untuk digunakan sebagai salah satu metode dalam memecahkan masalah multikriteria. TOPSIS didasarkan pada konsep, dimana alternatif terpilih yang baik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari

solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana.

Prinsip metode TOPSIS adalah sederhana, dimana alternatif yang dipilih selain memiliki kedekatan dengan solusi ideal positif dan jauh dari solusi ideal negatif. Solusi ideal terbentuk jika sebagai komposit dari nilai kinerja terbaik ditampilkan oleh setiap alternatif untuk setiap atribut. Jarak ke masing-masing kutub kinerja diukur dalam pengertian Euclidean, dengan bobot opsional dari setiap atribut. Konsep ini banyak digunakan pada beberapa model MADM untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan karena konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana.

TOPSIS mengasumsikan bahwa setiap kriteria akan dimaksimalkan ataupun diminimalkan. Maka dari itu nilai solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dari setiap kriteria ditentukan, dan setiap alternatif dipertimbangkan dari informasi tersebut. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi ideal negatif terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut. Namun, solusi ideal positif jarang dicapai ketika menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata. Maka asumsi dasar dari TOPSIS adalah ketika solusi ideal positif tidak dapat dicapai, pembuat keputusan akan mencari solusi yang sedekat mungkin dengan solusi ideal positif. TOPSIS memberikan solusi ideal positif yang relatif dan bukan solusi ideal positif yang absolut. Dalam metode TOPSIS klasik, nilai bobot dari setiap kriteria telah diketahui dengan jelas. Setiap bobot kriteria ditentukan berdasarkan tingkat kepentingannya menurut pengambil keputusan.

Secara umum, prosedur dari metode TOPSIS mengikuti langkah-langkah sebagai berikut (Kusumadewi dkk, 2006) :

- a) Menentukan matriks keputusan yang sudah dinormalisasi.

Topsis membutuhkan rating dari setiap penilaian pada masing-masing air baku pada setiap kriteria atau subkriteria yang ternormalisasi. Matriks ternormalisasi terbentuk dari persamaan (1).

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

- b) Menghitung matriks keputusan yang ternormalisasi secara terbobot.

Persamaan (3) digunakan untuk menghitung matriks ternormalisasi terbobot, maka harus ditentukan terlebih dahulu nilai bobot yang merepresentasikan preferensi absolute dari pengambil keputusan. Nilai bobot preferensi menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria atau subkriteria pada persamaan (2).

$$W = w_1, w_2, w_3, \dots, w_n, \quad (2)$$

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

- c) Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

Solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dapat ditentukan berdasarkan rating bobot ternormalisasi. Perlu diperhatikan syarat pada persamaan (4) dan (5) agar dapat menghitung nilai solusi ideal dengan terlebih dahulu menentukan apakah bersifat menguntungkan (*benefit criteria*) atau bersifat merugikan (*cost criteria*).

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (4)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (5)$$

Dimana,

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah } \textit{benefit criteria} \\ \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah } \textit{cost criteria} \end{cases} \quad y_j^- = \begin{cases} \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah } \textit{benefit criteria} \\ \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah } \textit{cost criteria} \end{cases}$$

- d) Menghitung jarak (*separate measures*) antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

Jarak antara alternatif A dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (6)$$

Jarak antara alternatif A dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

- e) Menghitung Nilai preferensi ("kedekatan relatif" ke solusi ideal) untuk setiap alternatif. Nilai preferensi (C_i) untuk setiap alternatif pada persamaan (8).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (8)$$

- f) Memperingkatkan alternatif berdasarkan skor. Peringkatkan nilai C_i , nilai C_i yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif yang lebih dipilih.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian untuk mendapatkan data dan informasi, maka metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data dilakukan sebagai berikut :

- Metode Observasi, melihat serta mempelajari permasalahan yang ada di lapangan yang erat kaitannya dengan objek yang diteliti, yaitu informasi mengenai pemilihan lokasi sumber mata air untuk proyek pembangunan jaringan air bersih pedesaan.
- Metode Kajian Literatur, mencari bahan yang mendukung dalam pendefinisian masalah melalui buku-buku, makalah, *internet*, yang erat kaitannya dengan objek permasalahan.

2. Metode Analisis Data

Metode yang akan digunakan untuk menghitung dan menganalisis data untuk menentukan pilihan lokasi adalah dengan menggunakan metode TOPSIS.

Bahan Penelitian

Dalam pemilihan suatu alternatif terbaik, diperlukan kriteria-kriteria pemilihan sebagai acuan untuk memperoleh hasil yang dibutuhkan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam penelitian ini dipilih dan dibatasi sebanyak 5 (lima) kriteria berikut dengan besarnya bobot masing-masing kriteria sebagai bahan masukan untuk perhitungan TOPSIS. Penentuan kriteria dan bobotnya merupakan opsional pengambil keputusan berdasarkan kepada tujuan yang ingin dicapai. Penentuan kriteria beserta bobotnya dapat pula ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan lain seperti misalnya rencana anggaran biaya proyek yang akan dilaksanakan atau metode pelaksanaan yang akan dipakai. Perhitungan bobot kriteria dapat dilakukan dengan cara teknik MCDM menggunakan metode AHP atau dengan cara perhitungan sederhana. Kriteria dan bobotnya yang dipakai dalam penelitian ini adalah seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kriteria dan Bobotnya

No	Kriteria	Bobot (w)
1	Debit air	0,30
2	Kontinuitas ketersediaan air	0,20
3	Kualitas air	0,20
4	Sistem pengaliran air	0,15
5	Jarak mata air ke layanan	0,15
	Jumlah	1,00

Sumber mata air yang berada di wilayah Kabupaten Majalengka menurut data yang diperoleh dari instansi terkait tercatat sebanyak lebih dari 120 lokasi. Oleh karena itu, sebagai bahan masukan atau simulasi dalam perhitungan Topsis ini diambil sebanyak 5 (lima) sampel lokasi. Kelima sampel lokasi tersebut merupakan lokasi sumber mata air potensial yang berada di dekat pedesaan yang mana desa tersebut sangat membutuhkan air bersih. Berikut Tabel 2 di bawah ini adalah data kondisi lokasi sumber mata air.

Tabel 2. Data Kondisi Sumber Mata Air

Alt.	Nama Mata Air	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan Air	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
I	M.A. Cipanas Desa Cibeureum	5,0 lt/dt	Sepanjang tahun, tdk pernah terjadi fluktuasi signifikan	Perlu pengolahan sederhana	Semi Gravitasi	5 Km
II	M.A. Bungwari Desa Kondangmekar	5,0 lt/dt	Sepanjang tahun, tapi berkurang bila kemarau	Memenuhi standar air minum	Gravitasi	8 Km
III	M.A. Pangkalan Desa Cipeundeuy	6,0 lt/dt	Sepanjang tahun, tapi berkurang bila kemarau	Memenuhi standar air minum	Gravitasi	6 Km
IV	M.A. Citamba Desa Sindanghurip	6,0 lt/dt	Sepanjang tahun, tapi berkurang bila kemarau	Perlu pengolahan sederhana	Semi Gravitasi	3 km
V	M.A. Cilimus Kaler Desa Cimanggu	4,0 lt/dt	Kadang-kadang surut bila kemarau panjang	Perlu pengolahan khusus	Semi Gravitasi	3 km

Sebelum melakukan perhitungan dengan metode TOPSIS, kriteria yang memiliki data secara kualitatif (*linguistic*) perlu dirubah menjadi data angka (kuantitatif). Dengan rating skor antara 1 sampai dengan 3, ditentukan parameter penilaian dan nilai skor tiap-tiap parameter tersebut. Penilaian kuantitatif untuk kriteria tersebut seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Parameter Penilaian Kriteria

No	Kriteria	Parameter	Nilai
1	Kontinuitas ketersediaan air	a. Mengalir sepanjang tahun, tidak pernah terjadi fluktuasi yang signifikan dan tidak dipengaruhi oleh musim.	3
		b. Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan.	2
		c. Kadang-kadang surut dan tidak mengalir bila musim kemarau, sangat dipengaruhi curah hujan.	1
2	Kualitas air	a. Tanpa pengolahan, kualitas air sudah memenuhi standar baku mutu air minum.	3
		b. Pengolahan sederhana, merupakan usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk memenuhi baku mutu air minum seperti penambahan zat kimia tertentu atau pengolahan bakterilogis.	2
		c. Pengolahan khusus, kualitas air baku yang mengandung unsur-unsur parameter kimia yang perlu perlakuan khusus untuk mencapai standar baku mutu air minum.	1
3	Sistem Pengaliran air	a. Full gravitasi, sistem yang keseluruhan mulai dari intake, transmisi reservoir, distribusi sampai ke pelayanan total gravitasi.	3
		b. Semi gravitasi, sistem yang mulai dari intake transmisi, sampai reservoir dengan memanfaatkan beda tinggi selanjutnya dari reservoir dipompakan ke distribusi dan pelayanan.	2
		c. Harus di Pompa, sistem yang mulai dari intake sampai ke pelayanan dengan menggunakan tenaga pompa.	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Sumber Mata Air yang telah dikonversi berdasarkan penilaian secara kuantitatif menjadi seperti pada Tabel 4 di bawah ini dan siap untuk dihitung dengan menggunakan metode TOPSIS.

Tabel 4. Data Sumber Mata Air yang telah dikonversikan secara kuantitatif

Alternatif Mata Air	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
	w = 0.3	w = 0.2	w = 0.2	w = 0.15	w = 0.15
I	5.00	3.00	2.00	2.00	5.00
II	5.00	2.00	3.00	3.00	8.00
III	6.00	2.00	3.00	3.00	6.00
IV	6.00	2.00	2.00	2.00	3.00
V	4.00	1.00	1.00	2.00	3.00

Untuk menentukan pilihan alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang ada, maka langkah-langkah yang dilakukan dalam metode TOPSIS adalah :

1. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi, dengan rumus :

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Berdasarkan data Tabel 4 di atas, matriks keputusan ternormalisasi diperoleh dari perhitungan :
Untuk kriteria (1) Debit Air :

$$\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} = \sqrt{5^2 + 5^2 + 6^2 + 6^2 + 4^2} = 11,7473$$

$$r_{11} = \frac{5}{11,7473} = 0,4256$$

$$r_{21} = \frac{5}{11,7473} = 0,4256$$

$$r_{31} = \frac{6}{11,7473} = 0,5108$$

$$r_{41} = \frac{6}{11,7473} = 0,5108$$

$$r_{51} = \frac{4}{11,7473} = 0,3405$$

Dengan cara yang sama untuk kriteria (2), kriteria (3), kriteria (4) dan kriteria (5), maka diperoleh matriks keputusan ternormalisasi seperti pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Matriks Keputusan Ternormalisasi

Alternatif Mata Air	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
	w = 0.3	w = 0.2	w = 0.2	w = 0.15	w = 0.15
I	0.4256	0.6396	0.3849	0.3651	0.4181
II	0.4256	0.4264	0.5774	0.5477	0.6690
III	0.5108	0.4264	0.5774	0.5477	0.5017
IV	0.5108	0.4264	0.3849	0.3651	0.2509
V	0.3405	0.2132	0.1925	0.3651	0.2509

2. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot, dengan rumus :

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Perhitungan matriks keputusan ternormalisasi terbobot adalah sebagai berikut :

Untuk kriteria (1) Debit Air, diperoleh :

$$v_{11} = w_1 * r_{11} = 0,3 * 0,4256 = 0,1277$$

$$v_{21} = w_1 * r_{21} = 0,3 * 0,4256 = 0,1277$$

$$v_{31} = w_1 * r_{31} = 0,3 * 0,5108 = 0,1532$$

$$v_{41} = w_1 * r_{41} = 0,3 * 0,5108 = 0,1532$$

$$v_{51} = w_1 * r_{51} = 0,3 * 0,3405 = 0,1022$$

Dengan cara yang sama untuk kriteria (2), kriteria (3), kriteria (4) dan kriteria (5), maka diperoleh matriks keputusan ternormalisasi terbobot seperti pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

Alternatif Mata Air	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15
I	0.1277	0.1279	0.0770	0.0548	0.0627
II	0.1277	0.0853	0.1155	0.0822	0.1003
III	0.1532	0.0853	0.1155	0.0822	0.0753
IV	0.1532	0.0853	0.0770	0.0548	0.0376
V	0.1022	0.0426	0.0385	0.0548	0.0376

3. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif, dengan rumus :

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

A^+ : Solusi ideal positif A^- : Solusi ideal negatif

Berdasarkan pada Tabel 6, ditentukan nilai solusi ideal (maksimum atau minimum) pada masing-masing kriteria dengan terlebih dahulu menentukan apakah kriteria tersebut bersifat menguntungkan (*benefit criteria*) atau bersifat merugikan (*cost criteria*). Lihat Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Solusi Ideal pada masing-masing kriteria

	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15
A+ (nilai)	max	max	max	max	min
A- (nilai)	min	min	min	min	max

Sehingga berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7, Matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif seperti pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Matriks Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif

	Debit Air	Kontinuitas Ketersediaan	Kualitas Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke Layanan
	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15
A+	0.1532	0.1279	0.1155	0.0822	0.0376
A-	0.1022	0.0426	0.0385	0.0548	0.1003

4. Menghitung jarak (*separate measure*) antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.

Jarak antara alternatif I dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai:

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

$$S_1 = \sqrt{(0,1277-0,1532)^2 + (0,1279-0,1279)^2 + (0,077-0,1155)^2 + (0,0548-0,0822)^2 + (0,0627-0,0376)^2}$$

$$= 0,0593$$

Jarak antara alternatif I dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai:

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

$$S_1 = \sqrt{(0,1277-0,1022)^2 + (0,1279-0,0426)^2 + (0,077-0,0385)^2 + (0,0548-0,0548)^2 + (0,0627-0,1003)^2}$$

$$= 0,1040$$

Dengan cara yang sama untuk Alternatif II, III, IV dan V maka diperoleh jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif adalah seperti pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Jarak S^+ dan S^- setiap Alternatif

Alternatif	S+	S-
I	0.0593	0.1040
II	0.0800	0.0956
III	0.0569	0.1083
IV	0.0636	0.0992
V	0.1287	0.0627

5. Menghitung Nilai Preferensi ("kedekatan relatif" terhadap solusi ideal) untuk setiap alternatif, dengan rumus :

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Dari hasil perhitungan, Nilai Preferensi (C^*) yang diperoleh seperti terlihat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Nilai Preferensi (Kedekatan Relatif) setiap Alternatif

Alternatif Mata Air	Nilai Preferensi	Ranking
I	0.6370	2
II	0.5444	4
III	0.6557	1
IV	0.6092	3
V	0.3277	5

Dari hasil perhitungan Nilai Preferensi setiap alternatif pada Tabel 10, terlihat bahwa Alternatif III memiliki nilai paling besar yaitu 0,6557, maka dapat disimpulkan bahwa Alternatif Sumber Mata Air III, Mata Air Pangkalan, Desa Cipeundeuy, yang akan dipilih.

Alternatif Sumber Mata Air III ini memiliki jarak terhadap solusi ideal positif paling pendek atau paling mendekati yaitu sebesar 0,0569 dan jarak terhadap solusi ideal negatif paling jauh yaitu sebesar 0,1083. Dilihat dari data-data di lapangan, Alternatif III memang memiliki kriteria-kriteria yang paling baik dibanding dengan alternatif-alternatif yang lain.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode TOPSIS sangat membantu dalam penyelesaian permasalahan multi-dimensi seperti pada pemilihan sumber mata air untuk pembangunan jaringan air bersih pedesaan di Kabupaten Majalengka, dengan beberapa faktor seperti debit air, kontinuitas ketersediaan, kualitas air, sistem pengaliran air dan jarak sumber air ke layanan sebagai komponen kriteria penilaian untuk setiap alternatif.
2. Hasil analisis sangat dipengaruhi oleh besarnya bobot masing-masing kriteria, sedangkan pembobotan kriteria merupakan opsional para pengambil keputusan. Oleh karena itu pembobotan kriteria sebaiknya disesuaikan dengan harapan dan tujuan yang ingin dicapai.

3. Penelitian ini hanya bertujuan untuk memberikan saran dan solusi terbaik dalam pemilihan lokasi sumber mata air sedangkan keputusan akhir tetap diputuskan oleh para pengambil keputusan yang berwenang atau terlibat dalam kegiatan tersebut.

SARAN

Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih maksimal, penentuan kriteria pemilihan dapat diberikan sebanyak yang diperlukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah P., Diah. “Analisa dan Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kendaraan Menggunakan Metode TOPSIS”, *Jurnal Teknologi Informasi Vol. 5 No. 1*, Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia, Malang.
- BBWS Cimanuk-Cisanggarung, Kementerian Pekerjaan Umum (2012), *Laporan Akhir Studi Identifikasi dan Desain Penyediaan Air Baku Kab. Majalengka*, Cirebon.
- Hidayat, Luthfi Nur. “Metode TOPSIS Untuk Membantu Pemilihan Jurusan Pada Sekolah Menengah Atas”, Tugas Akhir, Program Studi Informatika, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- Kahraman, C. (2008). *Fuzzy Multi Criteria Decision Making*, Springer, New York.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi Atribut Decision Making (FUZZY MADM)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Natsir, Mochammad (2012). “Pengelolaan Sumberdaya Investasi Bagi Penyelenggaraan Infrastruktur”, makalah, Badan Pembinaan Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Wibowo, A. (2014). “Bahan Kuliah Teknik Pengambilan Keputusan Multi Kriteria”, Program Pascasarjana Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.