

ANALISIS PRIORITAS PERAWATAN ASET MENGGUNAKAN METODE TOPSIS DI BMKG STASIUN KLIMATOLOGI MUARO JAMBI

Cahyo Pujo Suwoko, Benni Purnama, Effiyaldi

Magister Sistem Informasi, Universitas Dinamika Bangsa Jambi

Jl. Jendral Sudirman, Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi, Provinsi Jambi, 36138

cahyops22@gmail.com

ABSTRAK

Kinerja pengukuran cuaca sangat bergantung pada keandalan operasional instrumen di lapangan. Saat ini, proses penjadwalan pemeliharaan aset di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi masih mengandalkan estimasi visual teknis, sehingga rentan memicu bias subjektivitas dan inkonsistensi keputusan perbaikan. Penelitian ini bertujuan menguji penerapan perhitungan matematis secara objektif guna menetapkan peringkat prioritas pemeliharaan aset operasional. Analisis ini menggunakan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) yang dihitung secara manual untuk mengevaluasi sembilan alternatif instrumen berdasarkan lima kriteria teknis: tingkat kekritisannya, kondisi fisik, usia aset, frekuensi kerusakan, dan biaya perbaikan. Hasil komputasi menunjukkan bahwa Peralatan Pendukung Pengamatan GRK, *Automatic Solar Radiation Station* (ASRS), dan *Particulate Matter* 2.5 menjadi prioritas pemeliharaan tertinggi dengan nilai preferensi 1,000. Penggunaan metode TOPSIS terbukti efektif dalam mengeliminasi bias subjektif dan mampu memberikan rekomendasi perankingan yang presisi bagi manajemen untuk mengalokasikan sumber daya pemeliharaan secara terstruktur.

Kata kunci: BMKG, Perawatan, Aset, TOPSIS.

1. PENDAHULUAN

Keandalan operasional instrumen observasi cuaca sangat bergantung pada praktik manajemen aset yang optimal, terutama dalam menjadwalkan pemeliharaan untuk mencegah kegagalan fungsi layanan [1]. Sebagai lembaga penyedia data yang krusial, kelancaran operasional perangkat observasi di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menjadi prioritas utama. Manajemen aset fisik yang terstruktur sangat dibutuhkan untuk memantau, memulihkan, atau mencegah aset agar tidak kehilangan fungsionalitasnya [2], [3].

Namun, pengelolaan perangkat observasi dengan karakteristik yang beragam di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi saat ini masih menghadapi permasalahan karena mengandalkan taksiran visual. Penentuan perangkat mana yang harus mendapatkan perawatan lebih awal umumnya hanya merujuk pada estimasi dan intuisi tenaga teknis di lapangan. Pendekatan manajemen konvensional ini memunculkan kerentanan terhadap bias subjektivitas, di mana instrumen yang sesungguhnya berada pada kondisi kritis bisa saja luput dari jadwal perbaikan [4]. Hal ini berisiko mengakibatkan terputusnya aliran data observasi akibat kerusakan fatal yang tidak diantisipasi.

Sebagai rencana penyelesaian dari permasalahan tersebut, diperlukan sebuah penerapan metode analitis pendukung keputusan yang mampu memberikan rujukan prioritas secara matematis [5]. Salah satu pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang dinilai efektif memformulasikan masalah

penentuan prioritas ke dalam model hitungan terukur adalah metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) [6]. TOPSIS dipilih sebagai instrumen penyelesaian karena kemampuannya dalam melakukan komputasi lugas untuk menghasilkan skor preferensi yang absolut berdasarkan jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif [7], [8]. Penerapan sistem pendukung keputusan (DSS) telah terbukti menjadi instrumen inovatif dalam meningkatkan keamanan serta keberlanjutan berbagai aset infrastruktur melalui kerangka kerja prioritas yang berbasis pada penilaian risiko. Selain itu, integrasi metode evaluasi multikriteria sangat efektif dalam memecahkan masalah pemilihan strategi yang kompleks dengan mempertimbangkan aspek teknis maupun kemanfaatan ekonomi [9], [10].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji dan mengaplikasikan komputasi matematis metode TOPSIS secara manual dalam mengevaluasi serta merangking tingkat urgensi pemeliharaan terhadap sembilan sampel perangkat operasional. Melalui demonstrasi perhitungan ini, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah landasan evaluasi kuantitatif yang objektif guna membantu pihak manajemen dalam mengambil keputusan taktis yang akuntabel terkait penjadwalan perawatan aset [11]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode	Objek/Studi Kasus	Relevansi dengan Penelitian Ini
1	Francesca Brighenti, mattia francesco Bado, Francesco Romeo, Andrea Rebellato, Daniele Zonta (2025)	<i>Ranking bridge intervention scenarios with a risk-based predictive decision support system.</i>	Risk-based DSS (Markov Chains)	Prioritas intervensi (perawatan) jembatan.	Sangat Relevan Fokus utama pada prioritas intervensi/perawatan aset infrastruktur. Menjadi pembanding metode yang sangat baik untuk masalah yang sama.
2	Abdulrahman Alqoud, Jelena Milisavljevic-Syed, Konstantinos Salonitis (2025)	<i>Multi-criteria decision making in evaluating digital retrofitting solutions: utilising AHP and TOPSIS.</i>	AHP & TOPSIS	Evaluasi solusi retrofit digital (aset TI) untuk sistem manufaktur.	Sangat Relevan Menggunakan AHP untuk bobot kriteria dan TOPSIS untuk ranking dalam konteks evaluasi dan peningkatan aset teknologi (relevan dengan aset BMKG).
4	Fang Shi, Xiaodan Li, MIngrui Li , Bo Bai (2025)	<i>Site selection strategy for photovoltaic power plants construction on gangue hills: An integrated method based on GIS and AHP-TOPSIS</i>	GIS, AHP, TOPSIS	Pemilihan lokasi pembangunan PLTS (aset infrastruktur).	Sangat Relevan Menggunakan AHP untuk pembobotan kriteria dan TOPSIS untuk evaluasi/perangkingan lokasi aset infrastruktur.

Bagian ini berisi tabel perbandingan penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik SPK, metode AHP, dan metode TOPSIS yang telah dilakukan dalam lima tahun terakhir.

2.2. Manajemen Aset dan Perawatan

Manajemen aset adalah serangkaian disiplin dan metode untuk mengelola sumber daya guna mengoptimalkan kinerja [2]. Dalam ranah aset fisik, tahap perawatan (*maintenance*) bertujuan memantau, memulihkan, atau mencegah aset agar tidak kehilangan fungsionalitas operasionalnya secara matematis dan terukur [1].

2.3. Pengambilan Keputusan Multikriteria (MCDM)

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) adalah cabang riset operasi yang berfokus pada evaluasi sejumlah alternatif berdasarkan berbagai kriteria[12]. Analisis MCDM memformulasikan masalah kompleks menjadi struktur matematika matriks yang terukur dan dapat dihitung secara logis [11].

2.4. Metode TOPSIS

TOPSIS adalah metode MCDM untuk menyelesaikan masalah perankingan alternatif[11]. Prinsip matematis dasarnya adalah alternatif yang terpilih harus memiliki jarak geometris terpendek dari *Solusi Ideal Positif* (SIP) dan jarak terjauh dari *Solusi Ideal Negatif* (SIN) [13][8]. Keunggulan TOPSIS adalah kemampuannya melakukan komputasi matriks yang lugas untuk menghasilkan skor preferensi yang absolut [7].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini murni berfokus pada analisis data *kuantitatif* menggunakan perhitungan manual dari algoritma TOPSIS. Pengumpulan data tingkat kekritisitas dan historis kerusakan diperoleh melalui observasi serta penetapan nilai oleh teknisi ahli di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi, mengadopsi prinsip evaluasi teknis pada aset kritis [14].

Objek komputasi terdiri dari sembilan alternatif aset (A1-A9). Parameter perhitungan didasarkan pada lima kriteria berjenis benefit yang telah memiliki ketetapan bobot preferensi baku (W_j) untuk digunakan dalam perkalian matriks:

- Kritikalitas Aset (C1), bobot: 5.
- Kondisi Fisik (C2), bobot: 2.
- Usia Aset (C3), bobot: 1.
- Frekuensi Kerusakan (C4), bobot: 4.
- Biaya Perbaikan (C5), bobot: 3.

Langkah-langkah perhitungan manual matematis TOPSIS dilakukan dengan tahapan sebagai berikut [14]:

- Penyusunan Matriks Keputusan (X_{ij})
Menyusun nilai performa kesembilan aset pada tiap kriteria ke dalam baris dan kolom matriks.
- Normalisasi Matriks (R_{ij})
Menghitung pembagi kuadratik untuk menormalisasi dimensi nilai menggunakan persamaan:

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

- c. Pembentukan Matriks Ternormalisasi Terbobot (Y_{ij})

Mengalikan manual setiap elemen matriks normalisasi dengan vektor bobot kriteria (W_j):

$$Y_{ij} = W_j \times R_{ij} \quad (2)$$

- d. Penentuan Solusi Ideal Positif (A^+) dan Negatif (A^-)

Mencari nilai maksimum (A^+) dan nilai minimum (A^-) pada setiap kolom kriteria secara manual.

- e. Perhitungan Jarak Pemisah (D_i^+ dan D_i^-)

Mengkalculasi akar kuadrat dari selisih jarak *Euclidean* setiap alternatif terhadap solusi ideal:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n Y_{1j}^+ - Y_{ij}} \quad (3)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n Y_{1j}^- - Y_{ij}} \quad (4)$$

- f. Perhitungan Nilai *Preferensi* (V_i)

Membagi jarak negatif dengan total jarak untuk mendapatkan skor akhir perankingan:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (5)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data operasional, proses penentuan prioritas perawatan dilakukan melalui enam tahapan perhitungan analitis manual metode TOPSIS sebagai berikut:

4.1. Matriks Keputusan (X)

Tabel 2. Matriks Keputusan

Xij	5	5	4	5	5
	5	5	4	5	5
	5	5	4	5	5
	5	5	1	5	4
	5	5	2	4	4
	5	5	2	3	3
	5	3	2	3	4
	5	3	4	4	4
	5	4	1	2	3

Matriks keputusan pada Tabel 2 merepresentasikan penilaian awal (data mentah) dari kondisi kesembilan aset (A1 hingga A9) terhadap lima kriteria evaluasi (C1 hingga C5). Penilaian ini menggunakan skala numerik 1 hingga 5 yang diberikan oleh teknisi ahli.

4.2. Matriks Ternormalisasi (R)

Tabel 3. Matriks Ternormalisasi

Rij	0,333	0,369	0,453	0,403	0,399
	0,333	0,369	0,453	0,403	0,399
	0,333	0,369	0,453	0,403	0,399
	0,333	0,369	0,113	0,403	0,319
	0,333	0,369	0,226	0,322	0,319
	0,333	0,369	0,226	0,242	0,239
	0,333	0,221	0,226	0,242	0,319
	0,333	0,221	0,453	0,322	0,319
	0,333	0,295	0,113	0,161	0,239

Data mentah pada Tabel 2 tidak dapat langsung diproses karena memiliki dimensi atau parameter ukur yang berbeda di pikiran teknisi. Oleh karena itu, Tabel 3 menampilkan hasil normalisasi menggunakan pembagi kuadrat. Proses ini mengubah seluruh nilai atribut ke dalam skala yang seragam (antara 0 hingga 1) sehingga setiap kriteria kini dapat diperbandingkan secara matematis secara seimbang tanpa ada kriteria yang dominan hanya karena skalanya lebih besar.

4.3. Matriks Ternormalisasi Terbobot (Y)

Tabel 4. Nilai Bobot W

Nilai W_j	5	2	1	4	3
-------------	---	---	---	---	---

Tabel 4 menyajikan parameter bobot preferensi (W) untuk masing-masing kriteria evaluasi. Nilai bobot ini tidak ditentukan secara acak, melainkan divalidasi secara empiris melalui instrumen kuesioner dan proses wawancara mendalam dengan para pakar serta teknisi ahli di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi.

Tabel 4. Matriks Ternormalisasi Terbobot

Yij	1,667	0,737	0,453	1,612	1,197
	1,667	0,737	0,453	1,612	1,197
	1,667	0,737	0,453	1,612	1,197
	1,667	0,737	0,113	1,612	0,958
	1,667	0,737	0,226	1,289	0,958
	1,667	0,737	0,226	0,967	0,718
	1,667	0,442	0,226	0,967	0,958
	1,667	0,442	0,453	1,289	0,958
	1,667	0,590	0,113	0,645	0,718

Tabel 5 adalah hasil perkalian antara nilai yang sudah diseragamkan dengan tingkat kepentingannya dengan rumus yang digunakan di bawah ini.

$$Y_{ij} = W_j \times R_{ij} \quad (6)$$

Setiap sel dalam Matriks R_{ij} dikalikan dengan bobot kriteria yang sesuai W_j .

4.4. Perhitungan Jarak

Tabel 5. Perhitungan Jarak

D+	D-
0,000	1,169
0,000	1,169
0,000	1,169
0,416	1,039
0,461	0,757
0,834	0,451
0,782	0,417
0,498	0,767
1,141	0,147

Tabel 6 memperlihatkan pengukuran jarak *Euclidean* dari setiap alternatif terhadap Solusi Ideal Positif (D^+) dan Solusi Ideal Negatif (D^-). Logika dari algoritma TOPSIS adalah mencari alternatif yang

jaraknya paling dekat dengan D+ (nilai terendah/mendekati nol) dan paling jauh dari D- (nilai tertinggi). Terlihat pada tabel tersebut bahwa alternatif A1, A2, dan A3 memiliki nilai jarak D+ sebesar 0,000. Hal ini secara matematis membuktikan bahwa kondisi ketiga instrumen tersebut bersinggungan langsung dengan profil atau batas kriteria yang paling ideal untuk segera dilakukan tindakan pemeliharaan.

4.5. Nilai Preferensi (V):

Tabel 6. Nilai Preferensi

Vi	A1	1,000
	A2	1,000
	A3	1,000
	A4	0,714
	A5	0,621
	A6	0,606
	A7	0,351
	A8	0,348
	A9	0,114

Tabel 7 menyajikan hasil perhitungan nilai preferensi (Vi) untuk setiap alternatif berdasarkan metode TOPSIS. Nilai ini diperoleh dengan membandingkan jarak solusi ideal negatif terhadap total jarak solusi ideal. Semakin mendekati nilai 1,000, maka alternatif tersebut memiliki kedekatan yang lebih tinggi terhadap solusi ideal yang diharapkan.

Tabel 7. Rangking Prioritas Perawatan Aset

No	Nama Aset	Nilai
1	Peralatan Pendukung Pengamatan GRK	1,000
2	ASRS (Automatic Solar Radiation Station)	1,000
3	Particulate Matter 2.5	1,000
4	AAWS (Agroclimate Automatic Weather Station)	0,714
5	AWS (Automatic Weather Station)	0,621
6	Iklm Mikro	0,606
7	Soil Moisture	0,351
8	ARG (Automatic Rain Gauge)	0,348
9	HVAS	0,114

Tabel 8 mendemonstrasikan rekapitulasi nilai analitis dari perhitungan manual aljabar TOPSIS. Ditemukan bahwa tiga instrumen (Peralatan Pendukung Pengamatan GRK, ASRS, dan *Particulate Matter* 2.5) mendapatkan nilai preferensi bulat sebesar 1,000. Dalam logika matematika TOPSIS, perolehan nilai 1,000 berarti alternatif tersebut memiliki jarak Di+ yang bernilai nol persis. Hal ini menandakan kondisinya bersinggungan secara absolut dengan matriks Solusi Ideal Positif. Mengingat kriteria Kritikalitas Aset mendominasi porsi perhitungan dengan bobot 5, ketiga instrumen ini terbukti secara matematis sebagai prioritas mutlak yang pemeliharaannya tidak dapat ditunda.

Sebaliknya, kalkulasi manual dari aset HVAS menghasilkan rasio preferensi terendah, yakni 0,114. Jarak *Euclidean* dari HVAS terbukti lebih mendekati

himpunan Solusi Ideal Negatif, yang mengonfirmasi bahwa berdasarkan parameter hitungan, instrumen ini memiliki urgensi paling rendah untuk dirawat pada siklus saat ini.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan perhitungan manual analitis dengan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) memberikan landasan matematis yang terstruktur dan objektif dalam menentukan prioritas perawatan aset di BMKG Stasiun Klimatologi Muaro Jambi. Melalui komputasi aljabar dan jarak *Euclidean*, Peralatan Pendukung Pengamatan GRK, ASRS, dan *Particulate Matter* 2.5 diidentifikasi secara pasti sebagai prioritas penanganan tingkat tertinggi dengan skor preferensi matematis 1,000. Pendekatan perhitungan manual ini sukses mengeliminasi bias *subjektivitas* dari metode *konvensional*. Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah mengonversi alur perhitungan manual matriks TOPSIS ini ke dalam bentuk algoritma pemrograman perangkat lunak, sehingga jika jumlah alternatif aset bertambah banyak, proses komputasi tidak lagi memakan waktu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Pincirol, P. Baraldi, and E. Zio, "Maintenance optimization in industry 4. 0," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 234, no. June 2022, p. 109204, 2023, doi: 10.1016/j.res.2023.109204.
- [2] I. L. Putra, *Manajemen Aset*, Pertama. Dewa Publishing, 2024.
- [3] S. Wahyuni, *Pengantar Manajemen Aset BUMN. SOPIA TIMUR*, 2024.
- [4] L. Hernando and Y. Mardiansyah, "Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Jenis Tanaman Hias di Taman Kota," vol. VII, no. 2, pp. 219–226, 2021.
- [5] D. Mahdiania and M. S. Hasibuan, "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan dalam Memilih Supplier Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)," vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.32493/jtsi.v7i1.39286.
- [6] Firlan, "Penggunaan Logika Fuzzy dan Algoritma TOPSIS Dalam Pengukuran Modal Manusia," vol. 11, pp. 47–52, 2022.
- [7] K. Indriani *et al.*, "Penerapan Metode Topsis Dalam Evaluasi Kinerja Pada Pt . BPR Pandanaran Jaya," vol. 6, no. 2, pp. 134–141, 2023.
- [8] Rahmat, S. Dwiyoatno, M. A. Farhan, A. M. Pahmi, and G. A. Pinileh, "Menentukan rute pengiriman paket terbaik menggunakan metode topsis," vol. 8, no. 2, pp. 137–140, 2021.
- [9] F. Shi, X. Li, M. Li, and B. Bai, "Site selection strategy for photovoltaic power plants construction on gangue hills : An integrated method based on GIS and AHP-TOPSIS," *Energy Strateg. Rev.*, vol. 59, no. September 2024, p. 101722, 2025, doi:

- 10.1016/j.esr.2025.101722.
- [10] F. Brighenti, mattia francesco Bado, F. Romeo, A. Rebellato, and D. Zonta, "Rangking bridge intervention scenarios with a risk-based predictive decesion support system." 2025.
- [11] Sukanto, I. D. Id, and A. D. Jukris, "Penerapan Metode TOPSIS untuk Menentukan Kelayakan Perpustakaan Sekolah Diakreditasi," vol. 12, pp. 24–29, 2023.
- [12] M. S. Aldino and S. Sandiwarno, "Penentuan Prioritas Persediaan Barang dengan Menggunakan Hybrid Method," vol. 01, pp. 1–10, 2025.
- [13] S. R. Wicaksono, *TOPSIS Teori dan Implementasi*. CV. Seribu Bintang, 2023.
- [14] A. Alqoud, J. Milisavljevic-Syed, and K. Saloniitis, "Multi-criteria decision making in evaluating digital retrofitting solutions: utilising AHP and TOPSIS," vol. 132, pp. 184–190, 2025, doi: 10.1016/j.procir.2025.01.031.