

Analisis Pengambilan Keputusan Alternatif Penanganan Sedimentasi menggunakan Pendekatan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dengan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Studi Kasus: Bendungan Sutami)

M. A. Hannodio¹, N. Andika*, T.N. Handayani¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: neil.andika@ugm.ac.id

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan alternatif terbaik dalam penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami, yang mengalami penurunan kapasitas akibat akumulasi sedimen jangka panjang. Metode yang digunakan adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP), sebagai bagian dari pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), yang memungkinkan penilaian komprehensif melalui pembobotan kriteria dan perbandingan alternatif secara sistematis. Penilaian dilakukan berdasarkan empat kriteria utama, yaitu teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial, dengan total 12 subkriteria yang ditetapkan melalui studi literatur dan kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD). Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria teknis memiliki tingkat kepentingan tertinggi dengan bobot sebesar 0,44. Tiga subkriteria dengan bobot global tertinggi yang paling memengaruhi keputusan adalah kelayakan teknis (T2) sebesar 0,18, dukungan regulasi dan kebijakan (T1) sebesar 0,12, serta proyeksi permintaan dan pasokan air dalam 20 tahun mendatang (L3) sebesar 0,10. Dari lima alternatif penanganan sedimentasi yang dianalisis, pembangunan *check dam* menempati peringkat tertinggi dengan bobot 0,289. Alternatif ini dipilih karena dinilai paling efektif dalam menahan sedimen dari hulu, mudah diterapkan secara teknis, berbiaya relatif rendah, dan memiliki dampak lingkungan yang minimal. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung para pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi penanganan sedimentasi yang tepat, serta menjadi referensi nasional dalam pengelolaan sumber daya air berbasis pendekatan multi-kriteria yang terukur dan berkelanjutan.

Kata kunci: AHP, MCDM, Sedimentasi, Bendungan Sutami

1 PENDAHULUAN

Bendungan Sutami, juga dikenal sebagai Bendungan Karangates, merupakan infrastruktur vital yang terletak di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Bendungan ini dibangun pada tahun 1961 dan mulai beroperasi sejak 1972 (Fidari *et al.*, 2014). Sebagai salah satu bendungan di Jawa Timur, bendungan ini berfungsi sebagai salah satu tampungan pada aliran Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu (Winar Irianto *et al.* 2010). Dengan kapasitas tampung awal sebesar 343 juta m³, sekitar 90 juta m³ di antaranya telah dirancang sebagai ruang sedimen (Suroso *et al.*, 2007). Fungsinya sangat penting dalam mendukung berbagai sektor, seperti irigasi untuk 34.000 hektare lahan pertanian, pembangkit listrik sebesar 488 juta kWh per tahun, pengendalian banjir, perikanan, dan pariwisata (Faizah *et al.*, 2023).

Namun, dalam beberapa dekade terakhir, kapasitas efektif bendungan mengalami penurunan signifikan akibat sedimentasi, dengan laju rata-rata sebesar 2,6 juta m³ per tahun. Kondisi ini diperburuk oleh degradasi daerah tangkapan air di hulu serta pemanfaatan lahan yang tidak mengindahkan prinsip konservasi (JICA, 2024). Saat ini, kapasitas efektif hanya tersisa sekitar 55,26% dari kondisi awal. Penurunan ini tidak hanya mengancam keberlanjutan fungsi utama bendungan, tetapi juga berpotensi mengganggu aktivitas sosial dan ekonomi di wilayah hilir DAS Brantas, yang sangat bergantung pada kontinuitas pasokan air. Di sisi lain, permintaan air baku terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi di kawasan tersebut.

Sebagai bentuk mitigasi, konservasi telah dilakukan melalui penanaman 12.000 pohon pada tahun 2022, termasuk 500 pohon di sekitar area bendungan. Namun, langkah tersebut belum cukup untuk menyelesaikan kompleksitas permasalahan sedimentasi yang ada (Perum Jasa Tirta I, 2022). Permasalahan sedimentasi bukan hanya terjadi di Bendungan Sutami, tetapi juga menjadi isu nasional yang dialami oleh banyak bendungan di Indonesia. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan yang tidak hanya berbasis teknis, tetapi juga mempertimbangkan berbagai aspek

multidimensi. Salah satu pendekatan yang relevan dan banyak digunakan dalam pengambilan keputusan kompleks adalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM), khususnya metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Berbagai studi telah membuktikan efektivitas metode MCDM-AHP, dalam mendukung pengambilan keputusan kompleks di bidang sumber daya air. Kumar & Pant, (2023) serta Taherdoost & Madanchian, (2023) menunjukkan bahwa AHP mampu mengakomodasi pembobotan kriteria secara sistematis dan melibatkan pemangku kepentingan secara partisipatif. Garai & Garg, (2022) menegaskan hal tersebut dengan penerapan pendekatan AHP berbasis logika *fuzzy* dalam pengelolaan air pertanian, sementara itu Thungngern *et al.*, (2015) dalam penelitiannya mengungkapkan efektivitas AHP dalam perencanaan kebijakan pengelolaan air di Thailand. Berbeda dari studi-studi sebelumnya yang berfokus pada konteks umum atau pertanian, penelitian ini menerapkan AHP secara spesifik untuk mengevaluasi alternatif penanganan sedimentasi pada Bendungan Sutami. Penelitian ini juga melibatkan beberapa stakeholder utama, sehingga memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dan aplikatif dalam konteks infrastruktur bendungan.

Menurut Sumi & Kantoush (2011) dan Morris (2020), strategi penanganan sedimentasi secara umum terbagi menjadi empat pendekatan: pengurangan sedimen di hulu, pengalihan (*routing*), pengeluaran (*removal*), dan strategi adaptif. Pendekatan-pendekatan tersebut dapat diterapkan secara kombinatorial sesuai dengan kondisi. Jabbar & Khalil (2022) menegaskan bahwa analisis berbasis multi-kriteria merupakan metode yang andal untuk menghasilkan keputusan dengan akurasi tinggi, dan telah banyak digunakan dalam pengelolaan sumber daya air dan lingkungan. Meskipun AHP telah digunakan secara luas, kajian yang mengintegrasikan seluruh dimensi pengambilan keputusan dalam konteks bendungan dan DAS secara komprehensif masih terbatas (Vassoney *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan alternatif terbaik dalam penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami dengan pendekatan AHP. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya menjadi acuan dalam proses pengambilan keputusan di tingkat praktis, tetapi juga memberikan pemahaman mengenai kriteria paling dominan dalam pemilihan strategi penanganan sedimentasi secara umum di Indonesia.

2 METODOLOGI

2.1 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Tahap awal penelitian ini melibatkan identifikasi masalah dan tujuan penelitian. Masalah yang diidentifikasi adalah Bendungan Sutami mengalami sedimentasi dan tujuan penelitian ini adalah pengambilan keputusan alternatif penanganan sedimentasi pada bendungan sutami menggunakan pendekatan MCDM dan metode AHP.

2.2 Pengumpulan Data

Mengumpulkan data primer melalui wawancara dan kuesioner, serta data sekunder seperti alternatif penanganan sedimentasi, kriteria, dan subkriteria yang relevan melalui pendekatan penelitian terdahulu terkait permasalahan penelitian.

2.3 Validasi

Proses validasi dalam penelitian ini dilakukan melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) yang terjadi pada tahun 2025 yang dilakukan beberapakali dengan melibatkan stakeholder seperti pemerintah, pemilik bendungan, pengelola bendungan dan akademisi/pakar teknis yang nantinya juga menjadi responden dalam penelitian ini. FGD bertujuan untuk memvalidasi kriteria, subkriteria, dan alternatif penanganan sedimentasi yang telah diidentifikasi. Para ahli memberikan masukan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan mereka guna memastikan semua aspek relevan dan dapat digunakan.

2.4 Tahap *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Menurut Saaty (2008), pemodelan AHP mencakup empat tahap utama: mendefinisikan permasalahan, menyusun struktur hierarki, melakukan perbandingan berpasangan antar elemen, serta menghitung bobot prioritas untuk menentukan peringkat akhir alternatif. Berdasarkan tahapan ini, kerangka AHP dalam penelitian ini dijelaskan pada sub bab sebagai berikut.

2.4.1 Penentuan Tujuan Utama dalam Pengambilan Keputusan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan memilih alternatif terbaik penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami.

2.4.2 Identifikasi kriteria dan subkriteria yang relevan terkait tujuan penelitian

Kriteria dan subkriteria dalam penelitian ini ditetapkan melalui tinjauan literatur dari berbagai sumber ilmiah terpercaya, kemudian divalidasi melalui FGD agar sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Hasilnya menjadi dasar dalam penyusunan model AHP, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria dan subkriteria penelitian

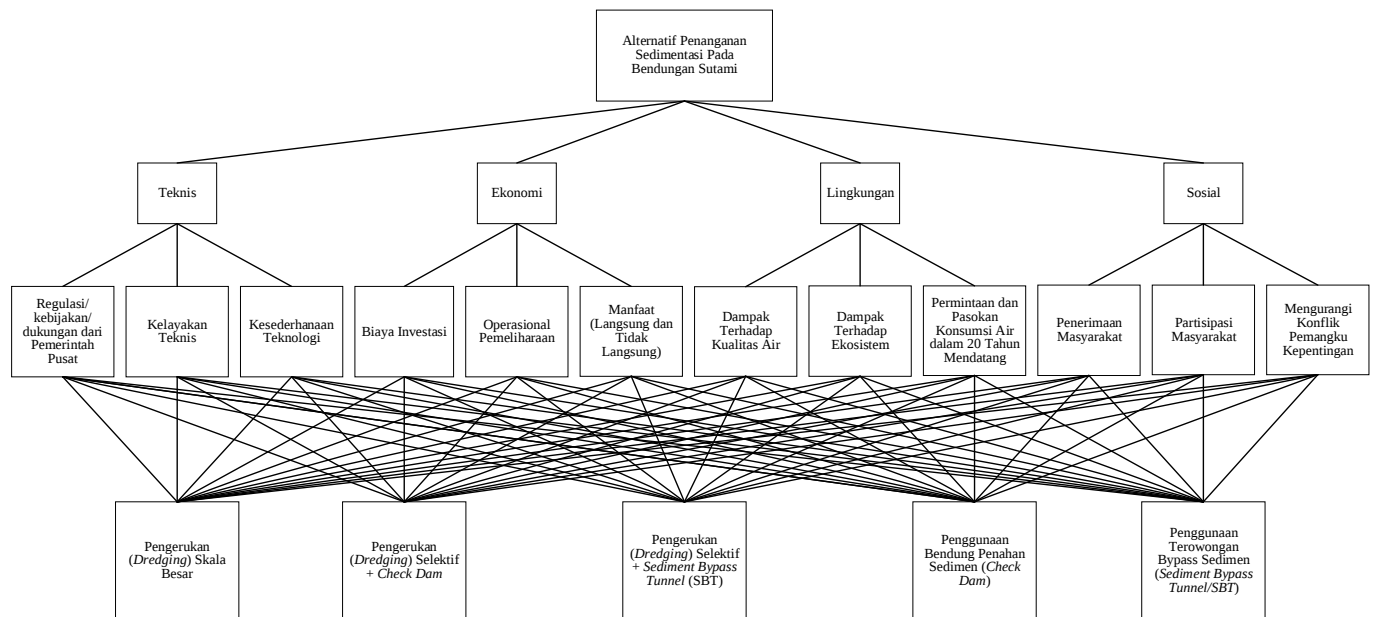
Kriteria	Subkriteria	Deskripsi	Sumber
Teknis	Regulasi/kebijakan/dukungan dari pemerintah pusat	Ketersediaan regulasi, kebijakan, dan dukungan pemerintah pusat dalam penerapan alternatif	Azarnivand et al., 2015
	Kelayakan Teknis	Kemudahan dan kepraktisan teknis dalam penerapan alternatif.	Srdjevic et al. 2002, Kim, 2016
	Kesederhanaan Teknologi	Tingkat kemudahan dan kompleksitas teknologi yang digunakan.	Azarnivand et al., 2015
Ekonomi	Biaya Investasi	Estimasi biaya yang diperlukan untuk implementasi setiap alternatif	Srdjevic et al. 2002, Azarnivand et al., 2015
	Operasi dan Pemeliharaan	Efisiensi biaya serta kemudahan operasional dan pemeliharaan.	Srdjevic et al. 2002, Azarnivand et al., 2015
	Manfaat (Langsung dan Tidak Langsung)	Manfaat jangka pendek dan panjang, baik langsung maupun tidak langsung.	Srdjevic et al., 2002, Srdjevic & Medeiros, 2008
Lingkungan	Dampak Terhadap Kualitas Air	Dampak alternatif terhadap kualitas air.	Srdjevic & Medeiros 2008, Azarnivand et al. 2015
	Dampak Terhadap Ekosistem	Dampak terhadap ekosistem sekitar bendungan.	Azarnivand et al., 2015, Otálvaro Barco et al., 2025
	Permintaan dan pasokan konsumsi air dalam 20 tahun mendatang	Efektivitas alternatif dalam menjaga keseimbangan pasokan dan kebutuhan air jangka panjang.	Azarnivand et al., 2015
Sosial	Penerimaan Masyarakat	Evaluasi tingkat penerimaan masyarakat terhadap alternatif.	Azarnivand et al., 2015, Otálvaro Barco et al., 2025
	Partisipasi Masyarakat	Tingkat partisipasi masyarakat dalam implementasi alternatif	Azarnivand et al., 2015)
	Mengurangi konflik antar pemangku kepentingan	Potensi alternatif dalam mengurangi konflik antar pemangku kepentingan.	Azarnivand et al. 2015, Srdjevic et al., 2017

2.4.3 Menentukan Alternatif Penanganan Sedimentasi

Penelitian ini mengusulkan beberapa parameter alternatif untuk menangani permasalahan sedimentasi di Bendungan Sutami. Alternatif tersebut diperoleh melalui kajian literatur dari penelitian terdahulu serta divalidasi melalui kegiatan FGD yang melibatkan sejumlah ahli di bidang pengelolaan sumber daya air dan pemangku kebijakan terkait. Alternatif yang diusulkan dalam penelitian ini antara lain: Pengerukan Skala Besar (*Dredging*), *Sediment Bypass Tunnel* (SBT), Bendung Penahan Sedimen (*Check Dam*), Pengerukan Secara Selektif + Bendung Penahan Sedimen (*Check Dam*) dan Pengerukan Secara Selektif + *Sediment Bypass Tunnel* (SBT).

2.4.4 Penyusunan struktur hierarki yang menghubungkan tujuan, kriteria, subkriteria, dan alternatif

Pembentukan hierarki AHP dalam pengambilan keputusan alternatif penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami terdiri dari empat level. Level I menetapkan tujuan utama, yaitu menentukan alternatif penanganan sedimentasi terbaik. Level II mengidentifikasi empat kriteria utama: teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial, yang diperoleh dari hasil FGD. Level III merinci subkriteria untuk masing-masing kriteria. Level IV mencakup alternatif penanganan sedimentasi yang dipilih berdasarkan diskusi FGD. Struktur hierarki lengkapnya ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur hierarki AHP

2.4.5 Pengumpulan data kuesioner perbandingan berpasangan

Setelah menyusun hierarki AHP, tahapan selanjutnya adalah proses pengumpulan data melalui pengisian kuesioner perbandingan berpasangan oleh para responden. Dalam penelitian ini, responden terdiri dari beberapa *stakeholder* yaitu pemerintah, pemilik bendungan, pengelola bendungan, dan akademisi/pakar teknis. Pengisian kuesioner dilakukan bersama dengan kegiatan FGD pada tahun 2025. Daftar responden dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar responden

Responden	Peran dalam Objek Penelitian	Pendidikan Terakhir	Pengalaman Pada Bidang Bendungan (Tahun)	Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK) Bendungan
R-1	Pemerintah	S2	11 - 20	Ada
R-2	Pemerintah	S2	0 - 5	Ada
R-3	Pemerintah	S2	6 - 10	Ada
R-4	Pemerintah	S2	11 - 20	Ada
R-5	Pemerintah	S2	11 - 20	Ada
R-7	Pemilik Bendungan	S2	0 - 5	Tidak
R-8	Pemilik Bendungan	S2	11 - 20	Ada
R-9	Pemilik Bendungan	S2	11 - 20	Ada
R-15	Pakar Teknis	S3	> 20	Ada
R-17	Pengelola Bendungan	S1	11 - 20	Ada
R-18	Pengelola Bendungan	S1	11 - 20	Tidak
R-19	Pengelola Bendungan	S2	11 - 20	Ada
R-20	Akademisi	S3	> 20	Tidak
R-21	Akademisi	S3	> 20	Tidak
R-1	Pemerintah	S2	11 - 20	Ada

Dalam penelitian ini, dari total 21 kuesioner yang disebar, sebanyak 14 kuesioner dikembalikan dalam kondisi lengkap dan memenuhi syarat konsistensi sesuai ketentuan metode AHP. Sementara itu, 7 kuesioner dinyatakan tidak valid karena hasilnya tidak konsisten berdasarkan analisis data.

2.4.6 Pelaksanaan perbandingan berpasangan pada setiap elemen di tingkat kriteria dan subkriteria

Sebelum melakukan perbandingan berpasangan, seluruh responden diberikan instruksi mengenai prosedur penilaian yang harus dilakukan. Setiap responden diminta untuk membandingkan elemen-elemen pada masing-masing tingkat hierarki secara berpasangan, berdasarkan tujuan model yang telah ditetapkan. Penilaian dilakukan menggunakan skala prioritas dari 1 hingga 9, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, yang digunakan untuk merepresentasikan tingkat kepentingan relatif antar elemen.

Tabel 3 Skala prioritas

Skala	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya	Kedua elemen setara kontribusinya.
3	Sedikit lebih penting	Salah satu elemen agak lebih dipilih.
5	Lebih penting	Salah satu elemen jelas lebih dipilih.
7	Sangat penting	Salah satu elemen jauh lebih diunggulkan
9	Mutlak lebih penting	Salah satu elemen dominan tanpa keraguan.
2, 4, 6, 8	Nilai tengah	Kompromi antara dua skala berdekatan.

2.4.7 Pengujian konsistensi terhadap hasil perbandingan

Uji konsistensi dilakukan untuk memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan yang diberikan oleh responden tidak bersifat acak atau kontradiktif. Pengujian ini menggunakan *Consistency Index (CI)* yang dapat dihitung dengan persamaan Persamaan (1) dan *Consistency Ratio (CR)* yang dapat dihitung dengan Persamaan (2). Suatu perbandingan dianggap konsisten apabila nilai $CR < 0,1$ (10%). Jika nilai CR melebihi 0,1, maka penilaian dianggap kurang konsisten dan perlu ditinjau ulang.

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (1)$$

dimana CI adalah rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*), $\lambda_{\max}$ adalah nilai *eigen maksimum*, n adalah jumlah elemen yang dibandingkan.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

dimana CR adalah *Consistency Ratio*, CI adalah *Consistency Index*, RI adalah *Random Index* nilai ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 *Random index*

Ukuran Matriks	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai RI	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Bobot Skala Prioritas Kriteria dan Subkriteria

Bobot skala prioritas mencerminkan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria dan subkriteria dalam proses pengambilan keputusan terhadap alternatif penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami. Perhitungan bobot dilakukan menggunakan metode AHP, yang menghasilkan bobot global (kontribusi terhadap keseluruhan tujuan). Hasil perhitungan bobot kriteria dan subkriteria dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Bobot skala prioritas kriteria dan subkriteria

Kriteria	Global		Subkriteria	Global	
	Bobot	Peringkat		Bobot	Peringkat
Teknis	0,44	1	Regulasi/Kebijakan/Dukungan dari Pemerintah Pusat (T1)	0,12	2
			Kelayakan Teknis (T2)	0,23	1
			Kesederhanaan Teknologi (T3)	0,09	4
Ekonomi	0,16	3	Biaya Investasi (E1)	0,04	11
			Operasional Pemeliharaan (E2)	0,06	7
			Manfaat (Langsung dan Tidak Langsung) (E3)	0,05	9
Lingkungan	0,26	2	Dampak Terhadap Kualitas Air (L1)	0,08	5
			Dampak Terhadap Ekosistem (L2)	0,07	6
			Permintaan dan Pasokan Konsumsi Air dalam 20 Tahun	0,10	3
			Mendatang (L3)		
Sosial	0,15	4	Penerimaan Masyarakat (S1)	0,06	8
			Partisipasi Masyarakat (S2)	0,05	10
			Mengurangi Konflik Pemangku Kepentingan (S3)	0,04	12

3.2 Hasil Bobot Skala Prioritas Alternatif

Bagian ini menyajikan hasil perhitungan bobot skala prioritas untuk masing-masing alternatif penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami. Perhitungan dilakukan menggunakan metode AHP, yang memungkinkan penilaian terhadap sejauh mana setiap alternatif memenuhi kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk memperoleh bobot skala prioritas global bagi setiap alternatif, langkah awal yang dilakukan adalah menghitung bobot lokal hasil perbandingan berpasangan antara alternatif terhadap masing-masing subkriteria. Sebagai contoh, pada Tabel 6 ditunjukkan bahwa subkriteria T1 memiliki bobot global sebesar 0,12. Sementara itu, hasil analisis perbandingan berpasangan antara alternatif menunjukkan bahwa alternatif Pengerukan Skala Besar (*Dredging*) memiliki bobot lokal sebesar 0,18 terhadap subkriteria T1. Dengan demikian, bobot kontribusi global alternatif tersebut terhadap tujuan melalui subkriteria T1 dihitung dengan mengalikan bobot global subkriteria dengan bobot lokal alternatif terhadap subkriteria, yaitu $0,12 \times 0,18 = 0,021$. Langkah serupa dilakukan untuk seluruh alternatif terhadap masing-masing subkriteria. Hasil perhitungan ini kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan bobot total (*global*) masing-masing alternatif terhadap tujuan utama. Detail perhitungan bobot subkriteria dan nilai preferensi alternatif dapat dilihat pada Tabel 6 dan hasil akhir bobot skala prioritas alternatif dapat pada Tabel 7.

Tabel 6 Perkalian bobot subkriteria dengan nilai preferensi alternatif

Subkriteria	Bobot	Pengerukan Skala Besar (<i>Dredging</i>)	Pengerukan selektif + <i>Check Dam</i>	Pengerukan selektif + <i>Sediment Bypass Tunnel</i>	Pembangunan <i>Check Dam</i>	<i>Sediment Bypass Tunnel</i>
T1	0,12	$0,12 \times 0,18$	$0,12 \times 0,29$	$0,12 \times 0,17$	$0,12 \times 0,21$	$0,12 \times 0,15$
T2	0,23	$0,23 \times 0,19$	$0,23 \times 0,31$	$0,23 \times 0,11$	$0,23 \times 0,29$	$0,23 \times 0,10$
T3	0,09	$0,09 \times 0,23$	$0,09 \times 0,29$	$0,09 \times 0,09$	$0,09 \times 0,31$	$0,09 \times 0,08$
E1	0,04	$0,04 \times 0,24$	$0,04 \times 0,23$	$0,04 \times 0,10$	$0,04 \times 0,34$	$0,04 \times 0,10$
E2	0,06	$0,06 \times 0,13$	$0,06 \times 0,19$	$0,06 \times 0,17$	$0,06 \times 0,25$	$0,06 \times 0,26$
E3	0,05	$0,05 \times 0,13$	$0,05 \times 0,21$	$0,05 \times 0,27$	$0,05 \times 0,17$	$0,05 \times 0,22$
L1	0,08	$0,08 \times 0,10$	$0,08 \times 0,22$	$0,08 \times 0,13$	$0,08 \times 0,36$	$0,08 \times 0,18$
L2	0,07	$0,07 \times 0,10$	$0,07 \times 0,26$	$0,07 \times 0,12$	$0,07 \times 0,39$	$0,07 \times 0,13$
L3	0,10	$0,10 \times 0,16$	$0,10 \times 0,29$	$0,10 \times 0,17$	$0,10 \times 0,24$	$0,10 \times 0,14$
S1	0,06	$0,06 \times 0,16$	$0,06 \times 0,25$	$0,06 \times 0,13$	$0,06 \times 0,34$	$0,06 \times 0,13$
S2	0,05	$0,05 \times 0,13$	$0,05 \times 0,30$	$0,05 \times 0,12$	$0,05 \times 0,33$	$0,05 \times 0,12$
S3	0,04	$0,04 \times 0,18$	$0,04 \times 0,23$	$0,04 \times 0,14$	$0,04 \times 0,29$	$0,04 \times 0,17$
Σ		0,165	0,269	0,137	0,289	0,140

Tabel 7 Bobot skala prioritas

Alternatif	Bobot	Peringkat
Pembangunan <i>Check Dam</i>	0,289	1
Pengerukan selektif + <i>Check Dam</i>	0,269	2
Pengerukan Skala Besar	0,165	3
<i>Sediment Bypass Tunnel</i>	0,140	4
Pengerukan selektif + <i>Sediment Bypass Tunnel</i>	0,137	5

3.3 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan alternatif terbaik dalam penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami dengan menggunakan pendekatan MCDM melalui metode AHP. Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 5, dari empat kriteria utama yang dianalisis, aspek teknis memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 0,44, diikuti oleh lingkungan (0,26), ekonomi (0,16) dan sosial (0,15). Hal ini menunjukkan bahwa dari sudut pandang para responden, aspek teknis merupakan faktor paling dominan dalam proses pengambilan keputusan strategi penanganan sedimentasi.

Pada tingkat subkriteria, Kelayakan Teknis (T2) menjadi faktor yang paling berpengaruh dengan bobot global sebesar 0,23, diikuti oleh Regulasi/Kebijakan/Dukungan dari Pemerintah Pusat (T1) sebesar 0,12, dan Permintaan dan Pasokan Konsumsi Air dalam 20 Tahun Mendatang (L3) sebesar 0,10. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberhasilan teknis suatu alternatif, dukungan regulatif, serta dampaknya terhadap keberlanjutan penyediaan air merupakan pertimbangan utama dalam menentukan alternatif terbaik.

Hasil evaluasi terhadap lima alternatif penanganan sedimentasi, seperti yang disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7, menunjukkan bahwa Pembangunan *Check Dam* memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,289, sehingga menempati peringkat pertama. Alternatif ini dinilai paling efektif karena memiliki kemampuan menahan sedimen dari hulu, mudah diterapkan secara teknis, berbiaya relatif rendah, serta memberikan dampak lingkungan yang minimal. Selain itu, *check dam* juga dianggap efisien dalam hal biaya operasional dan pemeliharaan.

Alternatif Pengerukan Selektif + *Check Dam* berada pada posisi kedua dengan bobot 0,269, diikuti oleh Pengerukan Skala Besar (0,165), *Sediment Bypass Tunnel* (0,140), dan Pengerukan Selektif + *Sediment Bypass Tunnel* (0,137) sebagai peringkat terbawah. Rendahnya nilai bobot pada dua alternatif terakhir disebabkan oleh tingginya kompleksitas teknis dan biaya yang dibutuhkan, serta skor rendah pada aspek sosial dan lingkungan, yang menunjukkan keterbatasan dalam hal keberterimaan masyarakat dan potensi dampak ekologis yang lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil ini mendukung pentingnya mempertimbangkan aspek teknis dan lingkungan secara seimbang dalam pengambilan keputusan, dengan tetap memperhatikan keberlanjutan dan efisiensi dari alternatif yang dipilih.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Pembangunan *Check Dam* merupakan alternatif terbaik dalam penanganan sedimentasi di Bendungan Sutami, berdasarkan hasil evaluasi komprehensif menggunakan metode AHP. Alternatif ini memperoleh skor tertinggi karena menunjukkan kinerja unggul pada aspek teknis, lingkungan, dan sosial, serta dinilai efektif dalam menjamin ketersediaan air dalam jangka panjang. Hasil penilaian menunjukkan bahwa kriteria teknis dan lingkungan merupakan pertimbangan utama dalam proses pengambilan keputusan. Sementara itu, pada tingkat subkriteria, perhatian utama difokuskan pada kelayakan teknis, dukungan regulatif dan ketersediaan air jangka panjang. Hal ini menegaskan pentingnya pendekatan yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan. Metode AHP terbukti mampu memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang kompleks dan melibatkan banyak kriteria secara sistematis dan objektif. Untuk meningkatkan validitas dan ketahanan keputusan, analisis sensitivitas disarankan sebagai tahap lanjutan dalam penelitian ini. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan strategis dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan pengelolaan sedimentasi, baik di Bendungan Sutami maupun bendungan lainnya yang menghadapi tantangan serupa.

REFERENSI

- Agency, J.I.C., 2024. *The Preparatory Survey For The Project For Upgrading Sutami DAM Under Operation In Brantas River Basin*.
- Azarnivand, A., Hashemi-Madani, F.S., dan Banihabib, M.E., 2015. Extended fuzzy analytic hierarchy process approach in water and environmental management (case study: Lake Urmia Basin, Iran). *Environmental Earth Sciences*, 73 (1), 13–26.
- Faizah, N.S., Runi Asmaranto, dan Jafan Sidqi Fidari, 2023. Pengaruh Angin Terhadap Dimensi Rip-rap Bendungan (Studi Kasus Bendungan Sutami). *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3 (2), 217–230.
- Fidari, J.S., Bisri, M., dan Suhartanto, E., 2014. Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sutami Dengan Pendekatan Sedimentasi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 4 (2), 1–13.
- Garai, T. dan Garg, H., 2022. Multi-criteria decision making of water resource management problem (in Agriculture field, Purulia district) based on possibility measures under generalized single valued non-linear bipolar neutrosophic environment. *Expert Systems with Applications*, 205 (June 2021), 117715.
- I, P.J.T., 2022. Jasa Tirta I Bersama Insan PU se-Jawa Timur Peringati Harbak PU Ke 77 & 50 Tahun Bendungan Sutami Dengan Menanam 12 Ribu Pohon [online]. Available from: <https://jasatirta1.co.id/2022/12/05/jasa-tirta-i-bersama-insan-pu-se-jawa-timur-peringati-harbak-pu-ke-77-50-tahun-bendungan-sutami-dengan-menanam-12-ribu-pohon/>.
- Jabbar, L.A. dan Khalil, I.A., 2022. Development of Multi Criteria Analysis Model for Best Sediment Management Techniques in Kuala Krai, Malaysia. *Journal of Water Resources and Geosciences*, 1 (1), 70.
- Kumar, A. dan Pant, S., 2023. Analytical hierarchy process for sustainable agriculture: An overview. *MethodsX*, 10 (December 2022), 101954.
- Morris, G.L., 2020. Classification of management alternatives to combat reservoir sedimentation. *Water (Switzerland)*, 12 (3).
- Okeola, O.G. dan Sule, B.F., 2012. Evaluation of management alternatives for urban water supply system using Multicriteria Decision Analysis. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 24 (1), 19–24.
- Otálvaro Barco, M., Vásquez Paniagua, J.A., Polanco López De Mesa, J.A., dan Botero Hernandez, B.A., 2025. Sustainability

- and Multicriteria Decision-Making in Sediment Management in Hydropower Plants: A Systematic Literature Review. *SAGE Open*, 15 (1), 1–22.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process, 1 (1).
- Srdjevic, B., Medeiros, Y., Srdjevic, Z., dan Schaer, M., 2002. Evaluating Management Strategies in Paraguacu River Basin by Analytic Hierarchy Process, 1, 42–47.
- Srdjevic, B. dan Medeiros, Y.D.P., 2008. Fuzzy AHP assessment of water management plans. *Water Resources Management*, 22 (7), 877–894.
- Srdjevic, B., Srdjevic, Z., dan Pinto Medeiros, Y.D., 2017. Multicriteria and social choice methods in assessing water management plans. *CEUR Workshop Proceedings*, 2030, 541–553.
- Suroso, Anwar, M.R., dan Rahmanto, M.C., 2007. Studi Pengaruh Sedimentasi Kali Brantas Terhadap Kapasitas Dan Usia Rencana Waduk Sutami Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1 (1), 33–42.
- T. Sumi & S.A. Kantoush, 2011. Sediment Management Strategies for Sustainable Reservoir. *Dams and Reservoirs under Changing Challenges; Schleiss, AJ, Boes, RM, Eds*, 1, 1–12.
- Taherdoost, H. dan Madanchian, M., 2023. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*, 3 (1), 77–87.
- Thungngern, J., Wijitkosum, S., Sriburi, T., dan Sukhsri, C., 2015. *A Review of the Analytical Hierarchy Process (AHP): An Approach to Water Resource Management in Thailand*. App. Envi. Res.
- Vassoney, E., Mammoliti Mochet, A., dan Comoglio, C., 2017. Use of multicriteria analysis (MCA) for sustainable hydropower planning and management. *Journal of Environmental Management*, 196, 48–55.
- Winar Irianto, E., Wahyudi Triweko, R., Yudianto, D., Madya Bidang Teknik Lingkungan SDA Pusat Litbang Sumber Daya Air, P., Ir Juanda No, J.H., dan Bandung, -, 2010. Pengembangan Kriteria Status Mutu Ekosistem Danau Sebagai Bagian Dari Indikator Pengelolaan Terpadu Wilayah Sungai. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 1 (1), 1–94.