Volume 10 (1) (2025) : (218- 226)
Jurnal Kewidyaiswaraan
http://jurnalpjf.lan.go.id/index.php/jurnalkewidyaiswaraan

ANALISIS PENINGKATAN KOMPETENSI PENGELOLA BENDUNGAN SEBAGAI ASET NEGARA SECARA BERKELANJUTAN

Eko Winar Irianto[1], Haeruddin C Maddi[2], Luki Karunia[3]

[1]BPSDM Kementerian PUPR, [2]Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian PUPR, [3]Politeknik STIA LAN Jakarta

Info Artikel

Received :
9 Mei 2025
Accepted
24 Juni 2025
Published
10 Juli 2025

Kata Kunci:
Eutrofikasi, penurunan fungsi waduk, aset negara, kompetensi pengelola waduk

Abstrak

Bendungan dan waduk merupakan aset penting bagi negara untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Sayangnya, banyak waduk di Indonesia mengalami penurunan fungsi akibat aktivitas manusia dan kerusakan ekosistem., karena itu, diperlukan langkah-langkah untuk menjaga keberlanjutan fungsinya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan wawancara mendalam dan analisis SWOT yang didukung oleh perangkat lunak AHP. Untuk meningkatkan kompetensi pengelola waduk, maka efektivitas tujuan dan manfaat dari penambahan pada setiap materi pembelajaran perlu dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian ekosistem waduk harus diintegrasikan dengan manajemen waduk serta peningkatan kompetensi pengelola dalam hal teknologi, lingkungan, dan regulasi. Dengan begitu, keberlanjutan fungsi bendungan dan waduknya sebagai aset negara dapat terjaga demi manfaat bagi masyarakat dan lingkungan.

Abstract

Dams and its reservoirs are essential national assets that fulfill various needs. However, many reservoirs in Indonesia are functional decline due to human activities and environmental degradation. Therefore, actions are required to ensure their sustainability. This study employs a qualitative approach, incorporating in-depth interviews and SWOT analysis supported by AHP software. To improve reservoir management skills, it is essential to assess the effectiveness of each training material's objectives and benefits. The research result findings suggest that reservoir ecosystem assessments should be integrated with reservoir management practices, along with enhancing managerial skills in technology, environmental awareness, and regulatory compliance. This approach aims to sustain the functions of dams and reservoirs as valuable assets for society and the environment.

Correspondence :
BPSDM Kementerian PUPR)
Jl. Pattimura No. 20 Jakarta Selatan
ekowinar1966@gmail.com

e-issn : 2548-9437

PENDAHULUAN

Sebagaimana dinyatakan dalam Peraturan Presiden No 3 Tahun 2016 yang diubah hingga Peraturan Presiden No 109 Tahun 2020 tentang Proyek Strategis Nasional bahwa bendungan beserta waduknya adalah aset strategis negara. Sehingga, membangun dan mengelola bendungan juga merupakan pekerjaan strategis untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, kesejahteraan masyarakat dan pembangunan di daerah beserta lingkungannya.

Peraturan Menteri PUPR Nomor 27/PRT/M/2015 menetapkan standar dan prosedur untuk pembangunan dan pengelolaan bendungan dan waduk yang berfokus pada prinsip keamanan bendungan. Aturan ini mencakup penerapan norma, standar, pedoman, dan manual untuk memastikan optimalisasi pemanfaatan sumber daya air, konservasi air, dan pengendalian daya rusak air. Selain itu, peraturan ini menekankan pentingnya sumber daya manusia yang kompeten dalam mengelolaa, memelihara, dan operasionalisasi bendungan untuk keberlanjutan fungsi bendungan beserta waduknya dalam jangka panjang.

Bendungan beserta waduknya yang tidak dikelola dengan baik berisiko mengalami degradasi ekosistem dan kegagalan fungsi. Risiko ini dipengaruhi oleh perubahan kuantitas dan kualitas air yang disebabkan oleh faktor internal, seperti sedimentasi dan polusi serta faktor eksternal, seperti aktivitas manusia dan perubahan iklim. UNEP-IETC-ILEC (2001) menegaskan bahwa pengelolaan waduk yang buruk meningkatkan risiko degradasi ekosistem dan mengancam keberlanjutan fungsi bendungan dalam jangka panjang. Masyarakat sekitar yang bergantung pada air waduk untuk kebutuhan sehari-hari, pertanian dan perikanan juga terkena dampaknya.

Menurut Machbub, dkk (2003) pelaksanaan konservasi ekosistem waduk di Indonesia terganggu akibat terjadinya proses kesuburan yang berlebihan atau eutrofikasi serta berkurangnya kapasitas tampungan waduk akibat akumulasi sedimen.

Mukerjee (2009) menyebutkan bahwa penurunan fungsi waduk akibat pencemaran lingkungan banyak terjadi di negara berkembang, termasuk Indonesia, akibat aktivitas manusia yang tidak terkendali di daerah aliran sungai (DAS). Hal ini diperkuat oleh Bukit (1995), yang mencatat bahwa tiga waduk besar di DAS Citarum: Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur mengalami pencemaran serius. Pencemaran ini berasal dari limbah penduduk, limbah industri di hulu, serta sisa pakan dari aktivitas perikanan karamba jaring apung (KJA). Kondisi ini menyebabkan kualitas air menurun dan menimbulkan tantangan bagi pengelolaan ekosistem waduk secara berkelanjutan.

Moelyo dan Moelyadi (2012) menemukan bahwa nilai *Langelier Saturation Index* (LSI) di Waduk Sermo negatif pada semua titik pengamatan, terutama di lapisan dasar waduk, menunjukkan kecenderungan korosifitas. Hal serupa disampaikan oleh Lestari (2020), yang menemukan bahwa dari sembilan waduk yang diteliti, tiga waduk menunjukkan korosifitas ringan, tiga korosifitas sedang, dan tiga lainnya korosifitas kuat. Temuan ini menegaskan bahwa korosifitas air menjadi komponen penting dalam pengawasan dan pengelolaan waduk untuk menjaga infrastruktur dan kualitas air secara berkelanjutan

Irianto et al. (2010) menjelaskan bahwa Kementerian Lingkungan Hidup telah menetapkan Kriteria Status Mutu Ekosistem Danau (SMED) sebagai standar. Oleh karena itu, diperlukan kriteria penilaian khusus untuk ekosistem waduk yang sesuai dengan kondisi ekosistemnya dan teruji dengan data empiris. Penerapan kriteria ini diharapkan dapat mengurangi dampak negatif seperti peningkatan kesuburan yang berlebihan (eutrofikasi), penurunan kapasitas tampung, dan meningkatnya korosifitas yang mengancam infrastruktur waduk di Indonesia

Penelitian ini bertujuan untuk memahami persepsi masyarakat, ahli lingkungan, dan pemangku kepentingan mengenai dampak pencemaran waduk, serta mencari solusi untuk perbaikan kualitas air. Pertanyaan penelitian mencakup: (1) Apa dampak pencemaran air waduk terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat di sekitarnya, dan (2) Apa usulan, hasil analisis dan solusi yang dapat diajukan untuk menjaga keberlangsungan fungsi waduk.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memahami persepsi pemangku kepentingan mengenai pencemaran air waduk dan mencari solusi perbaikan kualitas air. Metode penelitian yang diterapkan meliputi: (1) Studi Kasus: Mempelajari waduk yang terkena pencemaran dari berbagai sudut pandang; (2) Survei dan diskusi mendalam, yaitu berinteraksi dengan ahli lingkungan dan berbagai pemangku kepentingan untuk menggali pengalaman, persepsi, dan perspektif subjektif mengenai penyebab, dampak, serta solusi pencemaran waduk; (3) Observasi Lapangan dan

dokumentasi dengan cara melakukan pengamatan langsung di lokasi waduk untuk menilai kondisi fisik air, aktivitas manusia yang berpotensi menyebabkan pencemaran, dan hubungan masyarakat dengan area waduk yang tercemar, dan (4) Analisis Data dan Dokumen, dengan cara menganalisis data dari studi sebelumnya dengan menggunakan analisis SWOT dibantu program *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menyelesaikan masalah.

Analisis tujuan pembelajaran mencakup pemahaman konsep, analisis dan evaluasi, pengelolaan sumber daya dan lingkungan, pengembangan kebijakan dan peraturan, serta peningkatan kompetensi profesional dilakukan dalam penelitian ini. Selain itu, manfaat pembelajaran dievaluasi untuk menilai sejauh mana materi-materi yang diberikan tersebut memberikan nilai tambah bagi siswa dan membantu meningkatkan kualitas pembelajaran mereka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Terhadap Ekosistem Waduk

Bendungan beserta waduknya berpotensi rentan terhadap pencemaran dari DAS yang dapat berdampak buruk selama operasi dan pemeliharaannya, sebagaimana hal-hal sebagai berikut:

1. *Pencemaran Air Baku Waduk*

Pencemaran air waduk terjadi akibat erosi akibat proses sedimentasi dan masuknya unsur hara yang meningkatkan kesuburan air, mengurangi kualitas air baku untuk irigasi, domestik, dan industri.
o, 2019)

Pemantauan kualitas air waduk mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 dengan metode STORET. Pemantauan berkala dilakukan secara real-time untuk parameter seperti pH, daya hantar listrik, transparansi, total padatan terlarut, dan oksigen terlarut, sedangkan parameter lainnya dianalisis di laboratorium.

2. Mengurangi Kapasitas Tampung Waduk

Erosi dan sedimentasi berpotensi memperpendek masa layanan waduk akibat pendangkalan. Sedimentasi diukur berdasarkan persentase volume terisi tampungan mati waduk. Laju erosi dihitung menggunakan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*), yaitu menghitung jumlah sedimen yang terbentuk berdasarkan Persamaan 1 dan 2, sebagai berikut: (Suripin, 2002)

$$EA = \frac{SY}{SDR} \quad (1)$$

$$SY = RxKxLSxCxP \quad (2)$$

Keterangan:
EA : tanah yang tererosi (ton/ha/tahun)
SY : hasil sedimen (*sediment yield*) (ton)
SDR:*sediment delivery ratio*
R : limpasan permukaan (*run off*)
K : faktor erodibilitas tanah
LS : faktor panjang dan kemiringan lereng
C : faktor penutupan vegetasi
P : faktor pengelolahan konservasi tanah

Menurut UU Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007, kerapatan tutupan vegetasi diukur melalui intensitas kawasan hijau menggunakan indeks NDVI. Kriteria tinggi ditetapkan untuk NDVI > 90%, sedang untuk NDVI antara 50-90% dan rendah untuk NDVI < 50%, sesuai persamaan 3 berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-VIS)}{(NIR-VIS)} \quad (3)$$

Keterangan
NIR: reflektansi kanal inframerah dekat atau *near infrared* (Band 4)
VIS: reflektansi kanal cahaya tampak atau *infrared* (Band 3)

Kapasitas tampungan waduk dinilai berdasarkan perbandingan akumulasi sedimen dengan volume tampungan mati. Kriteria rendah berlaku jika akumulasi sedimen < 5%, sedang jika 5-10%, dan tinggi jika > 10%. Seperti ditunjukkan oleh persamaan 4 dan 5:

$$\text{Volume angkutan sedimen per tahun} = \frac{\text{Volume dead storage waduk}}{\text{Umur rencana waduk}} \quad (4)$$

$$\%\text{Pendangkalan waduk per tahun} = \frac{\text{Volume angkutan sedimen}}{\text{Volume dead storage}} \text{x} \frac{\text{Volume dead storage}}{\text{Umur rencana waduk}} \quad (5)$$

Terasering dan teknik vegetatif, seperti penanaman rumput pait dan alang-alang, efektif mengurangi erosi dengan meningkatkan peresapan air dan mengurangi limpasan. Pemantauan batimetri waduk secara rutin membantu pengelola waduk mengantisipasi penurunan kapasitas tampung akibat sedimentasi.

3. Menurunnya Produksi Perikanan

Penggunaan karamba jaring apung (KJA) untuk budidaya ikan menambah beban pencemaran di waduk dari sisa pakan yang mengendap dan menyebabkan kondisi anaerobik menghasilkan senyawa racun seperti amonia (NH_3) dan asam sulfida (H_2S). Siregar dan Mayasari (2010) menyatakan bahwa aliran balik dari dasar waduk dapat mengakibatkan kematian massal ikan.

Di waduk Cirata, kondisi pencemaran menyebabkan penurunan produksi perikanan sebesar 50%, disebabkan oleh gulma air serta tingginya sedimentasi dan pencemaran dari aliran sungai sekitar (Ginanjar dkk, 2015). Persamaan 6 memperlihatkan penentuan presentase luas permukaan keramba jaring apung (KJA) terhadap luas genangan pada tinggi muka air minimum dengan kategori pencemaran: tidak mencemari (0%), sedikit mencemari (<1%), dan sangat mencemari (>1%).

$$\text{Kegiatan Perikanan (Kpi)} = \frac{\sum \text{Luas Karamba Jaring Apung}}{\text{Luas Waduk minimum}} \times 100\% \qquad (6)$$

3. Estetika Perairan Waduk Terganggu

Meningkatnya pencemar hara di waduk menyebabkan kesuburan juga meningkat dan mengurangi penetrasi sinar matahari sehingga transparansi berkurang dan kadar oksigen terlarut rendah, menimbulkan bau tak sedap yang mengganggu estetika perairan. Haarcoryati, A (2008) menyatakan bahwa kehadiran eceng gondok dapat menyebabkan kehilangan air waduk sebesar 32% hingga 52% akibat evapotranspirasi.

Permen LH Nomor 28 Tahun 2009 menetapkan kriteria kategori status trofik, di mana total nitrogen dan fosfor dianalisis di laboratorium, sedangkan transparansi diukur langsung di lapangan. Indeks keanekaragaman hayati di waduk diukur menggunakan indeks Shanon-Wienner, yang berfungsi untuk mengevaluasi kondisi rantai makanan dan kondisi biologis lainnya di waduk, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 7 berikut: (Brahmana dkk,1993)

$$H' = -\sum P_i \ln(P_i) \; ; \; P_i = \left(\frac{n_i}{N}\right) \qquad (7)$$

Keterangan:
H': indeks keanekaragaman Shanon-Wiener
ni : jumlah individu jenis ke- i
N: jumlah individu seluruh jenis

4. Meningkatnya Tingkat Korosivitas

Peningkatan beban pencemar di waduk, termasuk dari KJA, mempercepat korosi infrastruktur waduk seperti turbin dan pintu pengatur, yang mengakibatkan peningkatan biaya pemeliharaan. Menurut LSI, waduk dianggap aman jika tingkat korosifitas dijaga antara -0,3 dan 0,3.

5. Potensi Akumulasi Daya Racun

Daerah Tangkapan Air dapat mengalirkan dan mengakumulasi logam berat beracun di dasar waduk akibat limbah cair dari industri besar dan industri rumah-tangga yang tidak diolah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014, analisis toksisitas logam berat dilakukan pada sedimen dasar menggunakan prosedur *Toxicity Characteristics Leaching Procedure* (TCLP).

Akibat dari dampak dan langkah pengukuran serta penanganan tersebut, koordinasi pengendalian pencemaran di sungai dan waduk sangat diperlukan, sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Koordinasi pengendalian Pencemaran sungai dan waduk (Irianto, 2019)

Penilaian Ekosistem Untuk Perlindungan dan Pelestarian Waduk

Permen PUPR tentang Bendungan, Pasal 74 ayat 1 dan 2, menetapkan tujuan pengelolaan bendungan untuk memastikan kelestarian fungsi bendungan melalui keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungan hidup. Untuk itu, indikator dan sistem penilaian ekosistem waduk perlu diintegrasikan guna menilai dampak pencemaran, baik dari kondisi internal maupun eksternal, terhadap kualitas air waduk.

1. Penilaian dan Pemantauan Ekosistem Waduk

Hasil pengujian mengidentifikasi tiga jenis penilaian ekosistem waduk: penilaian cepat, normal, dan lengkap. Penilaian cepat dilakukan setiap tiga bulan untuk mengidentifikasi awal musim kemarau, peralihan, dan penghujan, serta bila terjadi indikasi tertentu. Penilaian normal dilakukan setiap enam bulan untuk mewakili kedua musim tersebut. Sementara itu, penilaian lengkap dilakukan setiap lima tahun untuk menyelidiki kelayakan dan mengidentifikasi masalah menggunakan data primer dari penilaian normal serta parameter lainnya yang diperoleh dari pengukuran lapangan

Tabel 5. Tipe penilaian dan Kebutuhan data untuk penilaian ekosistem waduk

No	Parameter	Penilaian			Metode
		C	N	L	
A	Kondisi Badan Air				
1	Kegiatan Perikanan (Kpi)	√	√	√	Analisis luas dan perhitungan Kolam Jaring Apung
2	Pendangkalan waduk atau sedimentasi	√	√	√	% Pendangkalan waduk/tahun = (Volume angkutan sedimen) / (Volume $dead\ storage$)×($Volume\ dead\ storage/Umur\ rencana\ waduk$)
3	Penurunan air waduk pada musim kemarau	√	√	√	Penurunan muka air (pma)=Elevasi muka air (normal)−Elevasi muka air (diukur)
4	Status Trofik (ST)	√	√	√	Permen LH Nomor 28 tahun 2009
5	Gulma Air	√	√	√	Analisis luas dan perhitungan gulma air
6	Status Mutu Air (SMA)		√	√	KepMen LH No 115 tahun 2003 tentang Pedoman Status Mutu Air. berdasarkan metode Storet
7	Indek Keanekaragaman			√	Indeks keanekaragaman (Indeks Shannon-Wiener)
8	Indek Korosivitas (LSI)			√	indikator/*satuan Langelier Saturation Index* (LSI)
B	Kondisi Sempadan Waduk				
1	Sempadan waduk (Sw)	√	√	√	Keppres Nomor 32 Tahun 1990, dan berdasarkan Pasal 52 butir 2 dari PP Nomor 13 Tahun 2017..
2	Kegiatan Penduduk (KPe)	√	√	√	indikator % luas bagian sempadan yang digunakan penduduk dibagi luas sempadan waduk total
4	Sampah	√	√	√	Dilihat berdasarkan indikator timbulan sampah.(ada atau tidak ada)
5	Vegetasi		√	√	peta *land used* yang telah dikoreksi dengan peta digital atau peta satelit
C	Dampak Dari Sub DAS Waduk				
1	Rasio Tutupan Lahan oleh Vegetasi	√	√	√	index vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)
2	Rasio Debit Input (KRS)	√	√	√	koefisien regim sungai (KRS) yang diformulasikan= Qmax/Qmin. Data. minimum 3 tahun terakhir
3	Kepadatan Penduduk		√	√	Survei visual
4	Status Mutu Air Input		√	√	KepMen LH No 115 tahun 2003 tentang Pedoman Status Mutu Air. berdasarkan metode STORET
5	Rasio Laju Erosi			√	Perhitungan rasio laju erosi metode USLE (*Universal Soil Loss Equation)*
6	Akumulasi Logam di Sedimen			√	PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Uji TCLP (*Toxicity Characteristics Leaching Procedure*)

Sumber: SE Dirjen SDA Nomor: 02/SE/D/2022 dan Analisis Pembahasan; C: Cepat; N: Normal; L: Lengkap

Persamaan 9 digunakan untuk menghitung skor dan analisis total dari setiap parameter, di mana kriteria hasil analisis status mutu ekosistem waduk dievaluasi, sebagai berikut:

$$\text{Total Skor} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_{pi}}{\text{Jumlah Parameter}} \qquad (9)$$

Keterangan:

Spi : Nilai Skor pada tiap parameter

Hasil analisis dan perhitungan skor menghasilkan rekomendasi perlindungan dan pelestarian waduk dalam tiga kategori: (a) Kategori pertama: infrastruktur waduk dalam kondisi aman karena badan air waduk dalam keadaan baik; (b) Kategori kedua: waduk terganggu akibat beban pencemar dari eksternal dan internal; (c) Kategori ketiga: kekritisan infrastruktur meningkat sebelum waktu yang direncanakan, mengakibatkan penurunan fungsi waduk akibat pencemaran yang semakin meningkat.

Tabel 6. Hasil survei penelitian dan penilaian ekosistem waduk

Nama Waduk	Kategori		Lokasi
	Penyuburan	Ekosistem waduk	
Saguling	Berat (Eutrofik)	Tiga	Jabar
Cirata	Berat (Eutrofik)	Tiga	Jabar
Karangkates	Berat (Eutrofik)	Tiga	Jatim
Lahore	Sedang (Oligotrofik)	Dua	Jatim
Jatiluhur	Sedang (Oligotrofik)	Dua	Jabar
Muara Nusa Dua	Sedang (Oligotrofik)	Dua	Bali
Mrica	Sedang (Oligotrofik)	Dua	Jateng
Kedungombo	Sedang (Oligotrofik)	Dua	Jateng

Sumber: Machbub, dkk.2003

Tabel 6 menunjukkan hasil survei dan analisis waduk yang telah diteliti. Tabel tersebut menunjukkan bahwa rekomendasi untuk perlindungan dan pelestarian ekosistem waduk harus dilakukan sesuai dengan kategori dua, yang berarti mengurangi beban pencemar internal dan eksternal. Namun, untuk ekosistem waduk dalam kategori tiga, perbaikan dan penggantian infrastruktur waduk yang telah mengalami penurunan fungsi sangat diperlukan selain mengurangi beban pencemar internal dan eksternal.

2. Peningkatan Kompetensi SDM Pengelola Waduk

Peraturan Kepala Badan Kepegawaian Negara No. 13 tahun 2011 menetapkan dua kompetensi jabatan: kompetensi teknik dan standar kompetensi manajerial. Oleh karena itu, analisis SWOT diperlukan untuk menentukan tindakan apa yang harus dilakukan untuk meningkatkan kemampuan teknis dan manajemen ASN untuk menjaga keberlangsungan aset bendungan dan waduk.

Berikut ini adalah beberapa saran yang dihasilkan dari analisis SWOT dan AHP: (a) Meningkatkan kemampuan dan kapasitas karyawan serta fasilitas untuk mengelola dan menerapkan aturan yang berlaku untuk meningkatkan kualitas air; (b) Melaksanakan pengendalian pencemaran air yang efektif dan terpadu di daerah tangkapan air (DTA) dan ekosistem perairan danau dan waduk untuk menciptakan DAS yang lestari; dan (c) Menegakkan hukum dan tata ruang untuk mencegah alih fungsi sumber daya air dan mengurangi beban pencemaran; (d) Memberikan insentif kepada organisasi swasta dan masyarakat yang berkomitmen mengendalikan pencemaran badan air.

Penambahan materi pelatihan bagi pengelola waduk bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam menghadapi tantangan teknis dan lingkungan yang kompleks. Materi tentang *pengendalian eutrofikasi* memberikan peserta pemahaman yang mendalam tentang penyebab dan efek eutrofikasi, serta kemampuan untuk menganalisis dan menerapkan strategi pengendalian eutrofikasi sesuai dengan peraturan dan kebijakan yang berlaku

Di sisi lain, pelatihan *Pengendalian Korosivitas pada Infrastruktur Waduk* berkonsentrasi pada pemahaman peserta tentang jenis korosi dan cara mengevaluasi risikonya. Pelatihan juga memberikan peserta pengetahuan tentang regulasi teknis dan metode pengendalian korosi yang berbasis standar untuk memastikan keamanan dan keberlanjutan infrastruktur.

Materi *Analisis dan Perlindungan Kuantitas dan Kualitas Air Baku Waduk* meningkatkan pemahaman peserta tentang dinamika hidrologi serta teknik pengawasan, prediksi, dan mitigasi dampak perubahan iklim dan penggunaan lahan. Materi ini juga mengarahkan peserta pada penerapan kebijakan tata kelola air yang adil dan berkelanjutan untuk menjaga keberlangsungan ekosistem waduk dan sumber daya air (Tabel 7)

Tabel 7. Pembelajaran Untuk Peningkatan Kompetensi Pengelola Bendungan

Pembelajaran	Sudah dilaksanakan	Peningkatan Kompetensi	JP
Dasar Perencanaan Bendungan	√		8
Pengaturan dan Konsepsi Keamanan Bendunga:			
a. Keamanan pada bendungan	√		8
b. Keamanan dari Eutrofikasi dan korosivitas		√	4
Hidrologi Perencanaan dan Alokasi Air Bendungan:			
a. Perencanaan alokasi air	√		4
b. Perencanaan kuantitas air	√	√	4
Geologi dan Geoteknik Bendungan	√		8
Galian dan Perbaikan Fondasi Bendungan	√		6
Analisisi Stabilitas Bendungan	√		6
Mekanikal Bendungan:			
a. Desain mekanikal bendungan	√		8
b. Pemeliharaan mekanikal	√	√	4
Persiapan Operasi dan Pemeliharaan Bendungan	√		4
Rencana Tindak Darurat Bendungan	√		8
Survei, Penyelidikan dan Inspeksi Bendungan :			
a. Survei stabilitas dan keamanan bendungan	√		8
b. Survei kuantitas dan kualitas di inflow dan badan air		√	4
SMKK (Sistem Manajemen Keselamatan Kerja)	√		8

Erosi dan Sedimentasi Bendungan:			
a. Analisis erosi dan sedimentasi	√		8
b. Pengelolaan DAS dan lahan		√	4
Timbunan dan Pemadatan Tanah	√		6
Instrumentasi Bendungan:			
a. Pengukuran Stabilitas Bendungan	√		8
b. Pengenalan Pegukuran kualitas air automatis dan laboratorium		√	4
Penyusunan RAB OP:			
a. RAB OP Bendungan	√		6
b. RAB pemantauan dan analisis kualitas air		√	4
Pengelolaan dan Perlindungan Kualitas Air		√	7
Jam Pelajaran (JP)	106	34	140

Sumber: Hasil analisis data Pusbangkom SDA, 2024

Selanjutnya, *Pengelolaan Lahan dan Pengendalian Sedimentasi di Daerah Aliran Sungai (DAS)* menekankan pada pentingnya konservasi lahan, analisis penyebab erosi dan sedimentasi, serta pengembangan strategi pengurangan dampak negatif terhadap waduk. Hal ini dilengkapi dengan pemahaman kebijakan tata ruang dan lingkungan yang relevan.

Pelatihan mengenai *Survei dan Pengukuran Kuantitas dan Kualitas Air secara Otomatis dan Laboratorium* dirancang untuk meningkatkan keterampilan teknis peserta dalam pengumpulan data dan analisis kualitas air secara ilmiah. Data ini penting untuk mendukung perencanaan perlindungan lingkungan, pengendalian pencemaran, dan evaluasi program konservasi.

Akhirnya, materi Penyusunan Rencana Anggaran Biaya Pemantauan dan Analisis Kualitas Air memastikan bahwa pelaksanaan program pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara berkelanjutan dan akuntabel. Materi ini membantu peserta menyusun anggaran yang efisien dan efektif, yang mencakup identifikasi kebutuhan sumber daya, pengalokasian dana prioritas, serta penyusunan pedoman untuk analisis dan evaluasi kinerja anggaran.

PENUTUP

Simpulan

Pelatihan adalah investasi penting untuk meningkatkan kemampuan pengelola bendungan dan merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kapasitas, termasuk pengetahuan dan keterampilan tentang faktor sosial, teknologi, dan lingkungan sumber daya air untuk menjaga keberlanjutan operasi dan pemeliharaan bendungan beserta waduknya.

Keuntungan utama yang dapat dihasilkan dari penambahan materi untuk pengelola bendungan adalah sebagai berikut: (1) meningkatkan kesadaran dan pengetahuan peserta tentang pentingnya pelestarian sumber daya air dan tanah; (2) meningkatkan upaya pelestarian sumber daya air melalui penggunaan sistem pengelolaan berbasis data dan mitigasi risiko secara sistematis; (3) mendorong inovasi dan pemanfaatan teknologi untuk pemantauan dan pengendalian sumber daya air; dan (4) meningkatkan efisiensi ekonomi dengan mengurangi risiko kerusakan, optimalisasi penggunaan sumber daya air, dan penguatan tata kelola anggaran.

Dengan memasukkan penilaian ekosistem ke dalam proses manajemen waduk, pengelola bendungan dapat membuat keputusan yang lebih baik untuk menjaga keseimbangan antara kelestarian lingkungan sumber daya air dengan kebutuhan manusia.

Saran

Materi yang dikembangkan untuk pengelola bendungan mencakup isu-isu utama seperti pengendalian eutrofikasi, korosivitas infrastruktur, pengelolaan kuantitas dan kualitas air baku, konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS), serta teknologi pemantauan air dan penyusunan anggaran pengelolaan kualitas air

DAFTAR PUSTAKA

Adi Ginanjar M., Wisnu Wage dan Hedi Ardhia. 2015. *Ini Penyebab Produksi Ikan di Waduk Cirata Anjlok 50%"*., 30-31 https://ekonomi.bisnis.com/read/20150724/99/456163/ini-penyebab-produksi-ikan-di-waduk-cirata-anjlok-50-

Brahmana, S. Suyatna, U. Bahri, S dan Fanshury, R., 2002. *Pencemaran Air dan Eutrofikasi Waduk Karangkates dan Upaya Penanggulangannya*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Perairan, 16 (49), 73-81 Bogor.

Bukit, N.T., 1995. *Water Quality Conservation for The Citarum River in West Java*. Water Science Technology Vol.31(9), 1-10. Pergamon, London.

Haarcoryati, A. 2008. H*ubungan Rasio N/P Dengan Kecenderungan Dominasi Komunitas Mikroalga Pada Waduk-waduk di DAS Citarum*. Buletin Keairan. Vol.1(1), 42-45, Puslitbang SDA, Bandung

Irianto dan Triweko. 2019. *Eutrofikasi Waduk dan Danau: Permasalahan, Pemodelan dan*

Upaya Pengendalian. ISBN: 978-623-7165-26-2. 122-123, ITB Press. Bandung.

Irianto EW, Triweko R.W dan Yudianto D. 2010 *Pengembangan Kriteria Status Mutu Ekosistem Danau Sebagai Bagian Dari Indikator Pengelolaan Terpadu Wilayah Sungai*, Jurnal Teknik Hidraulik, 1(1), 27, Puslitbang SDA, Bandung. (ISSN: 2087-3677; Akreditasi LIPI No: 228/AU1/P2MBI/08/2009).

Machbub, B., Fulazzaky, M.A., Brahmana, S. dan.Yusuf, I.A. 2003. *Eutrophication of Lakes and Reservoir and Its Restoration in Indonesia*. Jurnal Litbang Pengairan, 17(50), 42-51, Puslitbang Pengairan, Bandung.

Mukerjee, A, 2009. *Lake watershed management in developing countries through community participation: a model*

Proseding Konferensi Danau Berkelanjutan, 13-15 Agustus. Bali. Indonesia.

Safriani Safriani, Dewi Sri Jayanti dan Syahrul Syahrul. 2017. *Pengendalian Erosi secara Vegetatif Menggunakan Rumput Pait (Axonopus compressus) dan Rumput Alang-alang (Imperata cylindrica) pada Tanah Ordo Ultisols*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 2(2). 23-25

Pusdiklat_SDA_dan_Konstruksi. 2017. Modul 8: *Modul Operasi Waduk Untuk Pelatihan Alokasi Air*. 4-67, https://simantu.pu.go.id/epel/edok/903c8_MDL_Operasi_Waduk.pdf.

Siregar dan Mayasari. 2010. Pengelolaan Dan Pemanfaatan Waduk Ir. H. Djuanda Untuk Perikanan Budidaya KJA". Round Table Discussion on Cascade Citarum Reservoir, 4 Februari 2010, 5-7, Puslit Limnologi, Bogor..

Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Air Dan Tanah. 195-199. Yogyakarta

UNEP-IETC-ILEC, 2001. Lakes and Reservoir Water Quality: *The Impact of Eutrophication, Shiga-Japan*. Vol.3, 17-118, ISBN: 4-906356-31-1.