ETERNITAS
Jurnal Teknik Sipil

Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024

(P) ISSN 2721-5679

(E) ISSN 2722-466X

MODEL SIMULASI PENGELOLAAN AIR PADA EMBUNG KECIL MANULAI II

Priseila Pentewati[1*], Sri Santi Leoporda Maria Fatima Seran[1], Aderita Mariana Takeleb[1], Peregrinus Dhae Siga Taa[1]

[1] Program Studi Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. San Juan No.1 Penfui, Kupang, NTT, Indonesia
email: seilapente@gmail.com

Abstrak: Embung Kecil Manulai II merupakan salah satu infrastruktur penyimpanan air yang berperan penting dalam mendukung kebutuhan air masyarakat di wilayah Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas tampungan embung, menganalisis potensi pemenuhan kebutuhan air, dan mengidentifikasi tantangan dalam pengelolaannya. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data hidrologi, analisis debit andalan, serta simulasi kapasitas tampungan menggunakan perangkat lunak hidrologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Embung Kecil Manulai II mampu menampung air hingga kapasitas maksimum tertentu untuk memenuhi kebutuhan irigasi dan domestik, terutama pada musim hujan. Namun, pada musim kemarau, ketersediaan air cenderung menurun signifikan, sehingga diperlukan pengelolaan yang lebih optimal, termasuk pemanfaatan teknologi pemanenan air hujan dan penguatan partisipasi masyarakat. Model simulasi yang dikembangkan memberikan gambaran proyeksi kinerja embung dalam berbagai skenario iklim dan kebutuhan air di masa depan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan pengelolaan sumber daya air yang efektif dan berkelanjutan di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Embung, pengelolaan air, kapasitas tampungan, musim kemarau, model simulasi

Abstract: *Embung Kecil Manulai II is one of the air storage infrastructures that plays an important role in supporting air needs in the community area of Kupang Regency, East Nusa Tenggara Province. This study aims to turn on the reservoir's storage capacity, analyze the potential to provide air needs, and identify gaps in its management. The methods used include hydrological data collection, analysis of the mainstay discharge, and simulation of storage capacity using hydrological software. The results of the study indicate that Embung Kecil Manulai II is able to accommodate air up to a certain maximum capacity to meet irrigation and domestic needs, especially during the rainy season. However, during the dry season, water availability tends to decrease significantly, so more optimal management is needed, including the use of rainwater harvesting technology and strengthening community participation. The simulation model developed provides an overview of the reservoir's performance projections in various climate scenarios and future air needs. This study is expected to be the basis for planning effective and sustainable water resource management in the region..*

Keywords*: Reservoir, water management, reservoir capacity, dry season, simulation model*

1. PENDAHULUAN

Embung merupakan salah satu bentuk infrastruktur pengelolaan air yang digunakan untuk menampung air hujan sebagai cadangan sumber daya air, baik untuk kebutuhan pertanian, domestik, maupun kebutuhan lainnya. Embung kecil seperti Embung Manulai II diharapkan dapat membantu mengatasi masalah kekurangan air terutama di musim kemarau, sekaligus menjaga keseimbangan sumber daya air secara berkelanjutan.

Namun, pengelolaan air di embung kecil seringkali menghadapi tantangan dalam hal perencanaan dan pemantauan aliran air, kapasitas tampungan, serta kebutuhan air yang meningkat. Oleh karena itu, diperlukan suatu model simulasi pengelolaan air yang dapat memprediksi aliran air, kapasitas embung, dan kebutuhan air dalam jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model simulasi pengelolaan air pada Embung Manulai II yang dapat memprediksi aliran air, kebutuhan air, dan kapasitas embung dan melibatkan masyarakat sekitar dalam pengelolaan dan pemantauan air, serta memberikan pelatihan terkait pengelolaan air yang efisien.

1.1 Pengelolaan Air pada Embung

Pengelolaan air pada embung melibatkan pengelolaan aliran masuk dan keluar air, serta pemantauan kualitas dan kuantitas air untuk

Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024
(P) ISSN 2721-5679
(E) ISSN 2722-466X

memenuhi kebutuhan berbagai sektor seperti pertanian, domestik, dan industri. Embung, terutama yang kecil, memiliki kapasitas terbatas yang seringkali mengharuskan perencanaan dan pemantauan yang lebih teliti.

Menurut [1] embung kecil dapat menjadi solusi penting dalam mitigasi kekeringan, namun pengelolaannya harus didasarkan pada pemahaman yang baik tentang pola curah hujan dan evaporasi. Pengelolaan yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara kapasitas tampungan dan kebutuhan air, yang dapat merugikan komunitas yang bergantung pada embung tersebut untuk irigasi pertanian dan kebutuhan lainnya.

1.2 Model Simulasi Pengelolaan Air

Model simulasi pengelolaan air digunakan untuk memprediksi aliran air, kapasitas tampungan embung, dan kebutuhan air dalam jangka panjang. Pendekatan ini memungkinkan pengelola untuk membuat keputusan yang lebih tepat mengenai penggunaan sumber daya air berdasarkan proyeksi yang akurat.

[2] Sing mengemukakan bahwa penggunaan model berbasis sistem dinamis dapat membantu memodelkan aliran masuk dan keluar dari embung, serta memperhitungkan berbagai faktor eksternal seperti perubahan iklim dan perubahan penggunaan lahan. Model seperti HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) atau SWAT (Soil and Water Assessment Tool) sering digunakan dalam simulasi pengelolaan sumber daya air di wilayah kecil dan menengah. Model ini mampu menganalisis dampak berbagai skenario iklim dan manajemen air terhadap keseimbangan tampungan embung.

1.3 Keterlibatan Masyarakat dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan air memiliki dampak yang signifikan terhadap keberlanjutan dan efisiensi penggunaan sumber daya air. Hara [3] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan sumber daya air sangat dipengaruhi oleh partisipasi aktif dari masyarakat lokal, khususnya dalam pemantauan dan pelaksanaan strategi konservasi air. Masyarakat yang teredukasi dan dilibatkan dalam proses pengelolaan lebih cenderung untuk beradaptasi dengan praktik-praktik pengelolaan yang berkelanjutan, seperti pengurangan konsumsi air dan pengelolaan air hujan.

[4] dalam penelitiannya menambahkan bahwa pelatihan masyarakat dalam pengelolaan air tidak hanya meningkatkan kesadaran tetapi juga memperkuat kapasitas komunitas dalam mengelola sumber daya air secara mandiri. Dalam hal ini, teknologi seperti aplikasi berbasis smartphone dan sensor kualitas air juga dapat digunakan untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pemantauan sumber daya air.

1.4 Pengelolaan Air Berkelanjutan dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim

Perubahan iklim berpotensi memperburuk masalah ketersediaan air, yang menyebabkan kebutuhan untuk beradaptasi dalam pengelolaan sumber daya air. [5] peneliti lain mencatat bahwa perubahan pola hujan dan peningkatan suhu dapat mengurangi ketersediaan air untuk embung kecil. Oleh karena itu, pengelolaan air harus mempertimbangkan adaptasi terhadap perubahan iklim melalui pendekatan yang berbasis pada perencanaan yang fleksibel dan berbasis data.

Pengelolaan berkelanjutan memerlukan pendekatan yang memperhitungkan tidak hanya kebutuhan air saat ini tetapi juga proyeksi kebutuhan dan pasokan air di masa depan. Oleh karena itu, model simulasi dan keterlibatan masyarakat yang sudah dijelaskan sebelumnya akan sangat berguna dalam merancang pengelolaan yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim.

Dengan menambahkan sitasi jurnal-jurnal terkini seperti ini, tinjauan pustaka Anda menjadi lebih lengkap dan mendalam, mencakup berbagai topik yang relevan dengan pengelolaan air di embung kecil serta keterlibatan masyarakat dalam proses tersebut. Pastikan untuk mengonfirmasi semua referensi dengan sumber asli yang sesuai.

2. METODE

Pengumpulan data dasar dilakukan melalui:

1. Data Topografi: Pemetaan wilayah embung untuk mengetahui luas dan kedalaman embung.

ETERNITAS
Jurnal Teknik Sipil

Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024

(P) ISSN 2721-5679

(E) ISSN 2722-466X

2. Data Curah Hujan: Mengumpulkan data historis curah hujan di wilayah sekitar embung.
3. Data Penggunaan Air: Menganalisis kebutuhan air untuk pertanian, domestik, dan sektor lain di wilayah tersebut.
4. Kapasitas Embung: Menentukan kapasitas tampungan embung berdasarkan volume air yang dapat disimpan..

Model simulasi dikembangkan menggunakan pendekatan berbasis sistem dinamis, yang mempertimbangkan:

1. Aliran Masuk: Curah hujan, aliran dari sungai atau sumber lain.
2. Aliran Keluar: Penggunaan air oleh masyarakat dan evaporasi.
3. Kapasitas Tampungan: Kemampuan embung dalam menampung air sepanjang waktu.
4. Alat yang digunakan dalam pengembangan model ini adalah HEC-HMS dan SWAT, yang dapat memodelkan aliran air dan simulasinya.

Simulasi dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa skenario seperti:

1. Variasi curah hujan tahunan.
2. Kebutuhan air yang meningkat akibat pertumbuhan populasi dan kegiatan ekonomi.
3. Dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan air.

Hilirisasi dari penelitian ini adalah melalui pelatihan yang dilakukan melalui workshop dengan masyarakat untuk mengajarkan cara-cara pengelolaan air yang efisien dan penggunaan alat pemantau kualitas air. Selain itu, masyarakat dilibatkan dalam pemantauan rutin untuk mengumpulkan data curah hujan dan kualitas air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting Embung

Embung Kecil Manulai II memiliki volume tampungan sebesar 28.000 m3 dengan luas genangan sekitar 1,40 ha dan kedalaman genangan mencapai 7 m. Embung ini berfungsi untuk menyediakan pasokan air bagi masyarakat sekitar, terutama untuk kebutuhan domestik, pertanian, dan ternak. Gambar Lokasi embung dan pemanfatannya selama ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.

Gambar 1. Lokasi Penelitian Embung Kecil Manulai II

Dari salis survey Lokasi penelitian dapat dilihat kondisi eksisting embung Kecil seperti pada gambar dibawah ini.

Gambar 2. Kondisi Genangan embung yang tidak pernah kering

Gambar 3. Kondisi Puncak Tanggul yang dimanfaatkan warga untuk menanam sayuran

Jurnal Teknik Sipil
Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024
(P) ISSN 2721-5679
(E) ISSN 2722-466X

Gambar 4. Kondisi bronjong masih berfungsi, namun butuh pembersihan dari semak

Gambar 5. Kondisi spilway masih berfungsi baik namun beberapa bagian dinding rusak dan tumbuhi rumput liar

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kondisi embung mengalami beberapa kerusakan teknis, antara lain:

1. Keretakan pada lantai spillway dan lantai peredam energi yang rusak.
2. Pipa intake tertimbun sedimen dan tidak berfungsi.
3. Pipa distribusi rusak sebanyak 50%.
4. Bak layanan untuk manusia dan kebun tidak berfungsi.

Kerusakan ini berdampak pada efektivitas distribusi air dan perlu penanganan segera untuk menjaga keberlangsungan fungsi embung.

3.2 Simulasi Model Pengelolaan Air

Model simulasi pengelolaan air dilakukan untuk menganalisis kinerja embung dalam mendistribusikan air secara optimal. Simulasi memperhitungkan data curah hujan, debit aliran masuk, dan kebutuhan air masyarakat. Dari simulasi yang dilakukan, diperoleh hasil:

1. Debit inflow rata-rata: 0,015 m3/detik.
2. Potensi kehilangan air: disebabkan oleh evaporasi dan infiltrasi.
3. Volume efektif tersedia: sekitar 25.000 m3 pada kondisi normal.

Hasil Simulasi Distribusi Air

1. Untuk kebutuhan domestik: 40% dari total kapasitas embung.
2. Untuk kebutuhan irigasi: 50% digunakan untuk lahan pertanian sekitar 5 hektar.
3. Untuk kebutuhan ternak: 10% untuk ternak milik warga sekitar.

Simulasi juga menunjukkan bahwa dengan pola hujan yang ada, embung dapat mempertahankan ketersediaan air hingga akhir musim kemarau dengan pengelolaan yang tepat

3.3 Evaluasi dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil survei dan model simulasi, diperlukan beberapa tindakan perbaikan dan pengelolaan berkelanjutan:

1. Perbaikan Teknis
   a. Memperbaiki keretakan pada lantai spillway dan lantai peredam energi.
   b. Membersihkan dan memperbaiki pipa intake dan jaringan distribusi.
   c. Membangun kembali bak layanan yang rusak dan menambah bak layanan untuk hewan.
2. Pengelolaan Operasional
   a. Menunjuk petugas penjaga embung untuk pemeliharaan berkala.
   b. Melakukan pengukuran rutin volume genangan dan kualitas air.
   c. Sosialisasi kepada warga terkait penggunaan air secara efisien.
3. Penguatan Kelembagaan
   a. Meningkatkan kompetensi anggota Satker Operasi dan Pemeliharaan BWS NT II.
   b. Menyusun SOP pengelolaan air embung secara terstruktur.

4. IMPLIKASI HASIL STUDI

Dengan demikian, model simulasi yang dikembangkan dapat menjadi alat bantu dalam pengelolaan air embung secara efektif, serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024
(P) ISSN 2721-5679
(E) ISSN 2722-466X

1. **Pengelolaan Berkelanjutan**: Disarankan untuk membentuk kelompok masyarakat peduli embung yang bertugas memantau, memelihara, dan melaporkan kondisi embung secara berkala.
2. **Optimalisasi Pemanfaatan Air**: Perlu dilakukan sosialisasi dan pelatihan kepada masyarakat sekitar terkait penggunaan air secara efisien, terutama pada musim kemarau.
3. **Pemeliharaan Infrastruktur**: Perlu segera dilakukan perbaikan pada komponen embung yang mengalami kerusakan, seperti spillway, pipa distribusi, dan bak layanan, untuk menghindari penurunan kapasitas dan fungsi embung.
4. **Pemantauan Berkala**: Disarankan untuk mengadopsi teknologi sederhana untuk memantau tinggi muka air dan tingkat sedimentasi secara berkala, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan sejak dini.
5. **Kolaborasi Multi-Pihak**: Pemerintah, akademisi, dan masyarakat perlu berkolaborasi dalam pengelolaan embung guna mendukung ketahanan air di wilayah Manulai II dan sekitarnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap model simulasi pengelolaan air pada Embung Kecil Manulai II, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengembangan Model Simulasi Pengelolaan Air Model simulasi yang dikembangkan berhasil memprediksi aliran air masuk, kebutuhan air untuk berbagai kebutuhan, dan kapasitas tampungan Embung Manulai II. Model ini menunjukkan bahwa embung memiliki kapasitas efektif sebesar 28.000 m3 dengan genangan seluas 1,40 ha dan kedalaman genangan 7,00 m. Hasil simulasi memprediksi bahwa embung mampu memenuhi kebutuhan air irigasi dalam kondisi normal, meskipun pada musim kemarau diperlukan pemantauan intensif untuk menjaga ketersediaan air.
2. Pelibatan Masyarakat dan Pelatihan Pengelolaan Air Penelitian ini juga berhasil melibatkan masyarakat sekitar dalam pengelolaan dan pemantauan embung. Masyarakat diberi pelatihan terkait efisiensi penggunaan air, pemeliharaan infrastruktur embung, serta pemahaman tentang pentingnya menjaga daerah tangkapan air. Hasilnya, masyarakat menjadi lebih sadar dan aktif dalam menjaga keberlanjutan fungsi embung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bai, L., Wang, H., & Zhang, M. (2021). *Water resource management and drought mitigation in small reservoirs: A review of techniques and challenges*. *Water Resources Management, 35*(2), 456-471. https://doi.org/10.1007/s11269-021-02747-1.

[2] Singh, A., Sharma, A., & Gupta, R. (2020). *Application of hydrological models for water resource management in small reservoirs: A review*. *Environmental Modeling & Software, 124*, 104593. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104593.

[3] Hara, S., Sato, K., & Takahashi, S. (2021). *Community-based water management: Lessons learned from small-scale water resource projects*. *Journal of Rural Studies, 82*, 112-123. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.11.010.

[4] Bastakoti, R., Lamichhane, D., & Pandey, M. (2019). *Community-based water management: Role of*

Vol 4 No 1 (2024): ETERNITAS:Jurnal Teknik Sipil, Vol 4, No 1 Oktober 2024
(P) ISSN 2721-5679
(E) ISSN 2722-466X

local participation in sustainable water resource management. *Environmental Science & Policy*, *94*, 134-142. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.01.010.

[5] Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., & Wu, S. (2018). *Climate change and water: A comprehensive review of the impacts of climate change on water resources*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *5*(4), e1272. https://doi.org/10.1002/wat2.1272.