

STUDI KASUS OPTIMASI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR DI KAWASAN PERKANTORAN PEMERINTAH PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Novitasari Novitasari^{1*}, Holdani Kurdi¹, Ratri Handayanti¹, Muhammad Hafizh Azhari¹,
Muhammad Azhar¹, Elfrida Widyanti¹

¹ Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani KM 36, Banjarbaru, Indonesia

*Corresponding author: novitasari@ulm.ac.id

Abstrak. Pengelolaan sumberdaya air yang salah satunya adalah dengan dibangunnya Embung Kampung Banjar. Pada pengelolaan embung perlu dilakukan optimasi untuk pemanfaatan secara berkelanjutan di wilayah layanan di lingkungan perkantoran. Optimasi Embung Kampung Banjar berdasarkan ketersediaan air di hulu embung dan kapasitas embung untuk memenuhi kebutuhan air di wilayah layanan. Hasil analisa optimasi dengan program linier menunjukkan bahwa optimasi kebutuhan air terbesar terjadi pada bulan Desember sebesar 479.805,55 m³ dengan total kebutuhan air (kebutuhan maksimum) sebesar 4.039.630,33 m. Kebutuhan air rencana perbulannya sebesar 225.910 m³/orang/bulan dapat dipenuhi. Berdasarkan hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Embung Kampung Banjar akan memberikan kinerja yang baik untuk pemenuhan kebutuhan air di wilayah layanan.

Kata kunci: Kebutuhan Air, Ketersediaan Air, Optimasi, Persamaan Linier, Pengembangan Sumberdaya air, Embung Kampung Banjar

1. PENDAHULUAN

Perpindahan ibu kota Provinsi Kalimantan Selatan dari Kota Banjarmasin ke Kota Banjarbaru [1] merupakan salah satu permasalahan yang paling krusial dilihat dari segi pengelolaan sumberdaya air. Pengelolaan sumberdaya air merupakan permasalahan yang sangat berdampak, terutama dengan dibangunnya wilayah unit perkantoran di lingkungan Provinsi Kalimantan Selatan di Kota Banjarbaru dengan luas lahan seluas 500 hektar. Salah satu pengembangan sumberdaya air yang dilaksanakan di kompleks perkantoran di lingkungan Provinsi Kalimantan Selatan adalah dengan dibangunnya Embung Kampung Banjar [2]. Pada beberapa wilayah penelitian lain, penerapan embung untuk memenuhi kebutuhan air menenpati tempat yang cukup krusial misalnya di Kota Balikpapan [3].

Sumber daya air diprediksi akan mengalami ancaman krisis pada tahun 2025 di kota Banjarbaru, seiring dengan berkembangnya pariwisata dan pertumbuhan penduduk sebesar 1,9% setiap tahunnya yang dapat dipercepat oleh aktifitas industri. Aktifitas industri besar dan pariwisata akan sangat mempercepat habisnya penyediaan air dan meningkatkan kebutuhan air, berdasarkan hasil perhitungan perusahaan skala besar akan mempercepat habisnya penyediaan air sampai 10 tahun yang akan datang [4]. Pemerintah provinsi Kalimantan Selatan melakukan pembangunan Embung Kampung Banjar dalam mengatasi masalah ancaman sumber daya air. Embung Kampung Banjar yang dibangun dalam kawasan perkantoran pemerintah provinsi, selain berfungsi sebagai resapan juga berfungsi untuk kawasan wisata air dan juga dipergunakan untuk penyiraman tanaman [2]. Embung Kampung Banjar juga diharapkan dapat berfungsi sebagai kawasan konservasi dan pengawetan air, serta dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku dan berbagai keperluan di dalam kawasan perkantoran. Penelitian ini adalah merupakan suatu kajian terhadap optimasi kinerja Embung Kampung Banjar yang dimanfaatkan sebagai sumber daya air perkotaan pada daerah layanan Embung Kampung Banjar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Embung

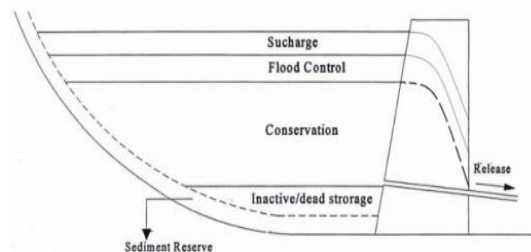
Saat ini di Indonesia telah dibangun lebih dari dua ratus bendungan besar dan kecil atau embung. Sebagian besar embung tersebut dibangun untuk menampung air guna memenuhi kebutuhan air irigasi, air rumah tangga, air industri, pembangkit listrik tenaga air, dan lain-lain[5]. Embung adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengendalikan banjir, dengan cara menampung air dan melepaskan kembali setelah puncak banjir lewat.



Desain fisik embung memiliki batasan tinggi maksimum 15 m dan kapasitas tampungan kurang dari 500.000 m³ [6].

Air embung dibagi sesuai dengan kapasitas tampungan yang direncanakan untuk kebutuhan air. Kapasitas tampungan dibagi dalam beberapa zona yaitu [7]:

1. *Inactive pool*, merupakan tampungan yang tidak aktif (*dead storage*).
2. *Conservation pool*, merupakan tampungan konservasi untuk mensuplai kebutuhan air dan menyimpan air saat debit tinggi.
3. *Flood control pool*, merupakan tampungan pengendali banjir.
4. *Surcharge pool*, merupakan tampungan yang berguna untuk menampung air bila terjadi banjir yang sangat besar dan sudah tidak tertampung pada zona *flood control pool*.



Gambar 1. Zona Tampungan Embung

2.2 Teknik Optimasi

Teknik optimasi merupakan proses sistematis untuk menghasilkan keputusan yang optimal. Model optimasi dibentuk dengan cara kombinasi fungsi kendala (*constraint*) dan fungsi tujuan. Model optimasi disusun dalam bentuk model matematis menjadi tiga komponen yaitu [8] :

1. Fungsi tujuan (*objective function*)
2. Variabel keputusan (*decision variable*)
3. Fungsi kendala (*constraint function*)

Fungsi tujuan merupakan tujuan yang diharapkan mencapai hasil optimal dengan pemodelan. Fungsi kendala merupakan batasan-batasan dari kapasitas yang tersedia, yang dialokasikan secara optimum untuk berbagai aktifitas [9].

2.3 Program Linier

Program linier (*Linier Programming/LP*) merupakan teknik perencanaan yang analisisnya menggunakan model matematis, dengan tujuan menemukan penyelesaian alternatif pemecahan optimum terhadap persoalan [8] [10]. Persamaan umum dari Program Linier dinyatakan dalam persamaan berikut [11]:

a) Fungsi tujuan (*objective function*) :

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

b) Fungsi kendala (*constraints function*)

$$A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n \geq \text{atau} \leq B_m \text{ Syarat non negative: } X_j \geq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dimana:

C_j = Koefisien fungsi tujuan variabel ke-j

A_{ij} = Koefisien fungsi kendala ke-i variabel ke-j

B_m = Nilai ruas kanan dari persamaan kendala ke-m yang menunjukkan nilai syarat kendala tersebut

X_j = Variabel keputusan ke-j

Z = Fungsi Tujuan

i = 1, 2, ..., m (indeks untuk jumlah variabel kendala)

j = 1, 2, ..., n (indeks untuk jumlah variabel putusan)



Setelah data-data terkumpul, kemudian dilakukan proses analisa data. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode optimasi. Metode optimasi yang digunakan adalah program linier untuk memaksimalkan kebutuhan air yang dapat dilayani oleh Embung Kampung Banjar.

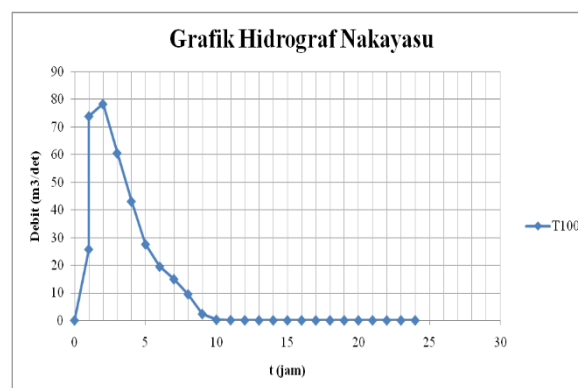
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Survei Data Primer

Hasil analisis data primer dilakukan dengan melakukan survey lapangan terhadap petugas pemelihara embung. Pemanfaatan embung yang direncanakan sampai saat ini adalah sebagai ketersediaan air saat-saat mendesak, misalnya pada saat terjadi kebakaran dan keadaan lain yang membutuhkan banyak air, karena sampai saat ini kebutuhan air bersih masih bisa dipenuhi oleh PDAM Karang Intan. Setelah dibangun Embung Kampung Banjar masih dalam proses pengisian air dari wilayah hulu dan dari air hujan yang tertampung di tubuh embung. Pengamatan pada bulan April 2021 sampai dengan November 2022, terlihat tampungan embung belum terisi penuh. Air yang masuk ke dalam embung adalah dari air hujan dan sungai Paring (sebagai sungai utama) yang airnya masuk ke dalam embung melalui inlet embung. Berdasarkan analisis di lapangan yang memperlihatkan bahwa dikarenakan air dalam tampungan embung belum terisi sempurna maka dilakukan perhitungan debit rencana dengan Analisis Frekuensi dari data hujan.

4.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Analisis frekuensi data hujan dilakukan terhadap data hujan dari Stasiun Klimatologi Banjarbaru Kelas II [13] selama 28 tahun data dari tahun 1993 sampai dengan tahun 2020. Setelah dilakukan Analisis Frekuensi didapatkan bahwa probabilitas terbaik adalah pada distribusi Gumbel dengan nilai hujan rancangan untuk kala ulang 100 tahun adalah sebesar 242,085 mm. Dengan menggunakan metode Nakayasu didapatkan debit rancangan kala ulang 100 tahun sebesar 78,314 m³/det ini adalah debit yang bisa ditampung oleh embung untuk kala ulang 100 tahun. Sedangkan kapasitas embung yang direncanakan adalah sebesar 349.948,05 m³ (DED Embung Kampung Banjar).

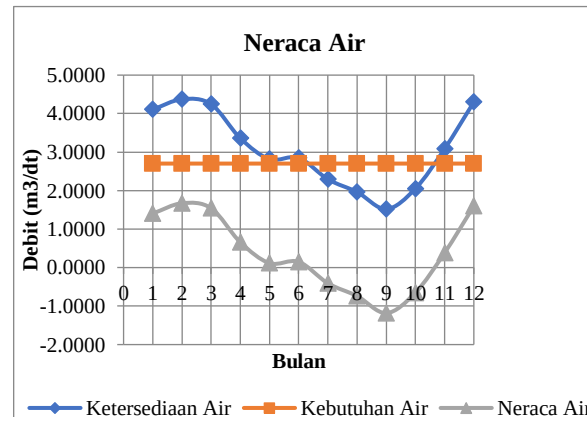


Gambar 4. Grafik Inflow Hidrograf Satuan Nakayasu Kala Ulang 100 Tahun

4.2 Neraca Air

Perhitungan neraca air dibutuhkan untuk menentukan air yang tersedia di hulu embung dan air yang dapat digunakan pada wilayah layanan embung.

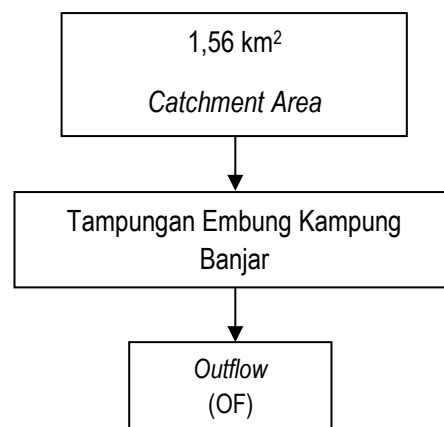
Ketersediaan air rerata tahunan rata-rata berkisar 0.06 m³/detik sampai dengan 0.18 m³/detik. Kebutuhan air di wilayah layanan berkisar 336.635,86 m³/bulan untuk layanan embung yang terdiri dari kecamatan Banjarbaru Selatan dengan jumlah penduduk tahun 2020 sebesar 178.599 jiwa. Data kebutuhan air mencakup kebutuhan air non domestik dan kebutuhan air rumah tangga dan perkotaan. Data kebutuhan air didapatkan dari data sekunder [14].



Gambar 5. Analisis Neraca Air

4.3 Analisis Optimasi

Pada penelitian ini analisis optimasi dilakukan dengan program linier. Skema sistem embung seperti pada gambar berikut ini.



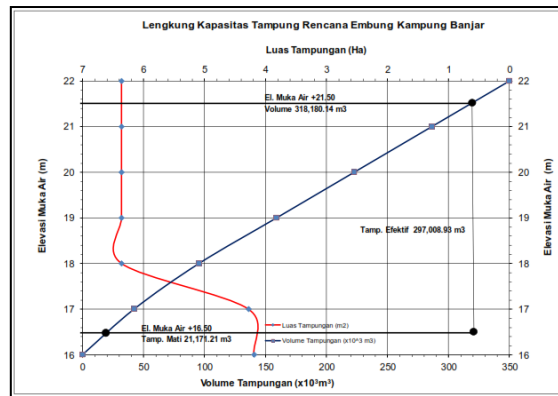
Gambar 6. Skema Aliran Embung Kampung Banjar

dengan:

IN : Jumlah air yang masuk (*inflow*) ke dalam embung

S : Volume tampungan embung

OF : *Outflow* embung yang melewati *spillway*



Gambar 7. Lengkung Kapasitas Tampung Embung Kampung Banjar [2]

Langkah untuk melakukan analisis optimasi dimulai dengan membuat data masukan (input) dan membuat formulasi model. Formulasi model matematik meliputi variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala Pola Operasi Embung.

Pada penelitian ini analisis optimasi dilakukan dengan program linier. Analisis optimasi dimulai dengan membuat data masukan (input) dan membuat formulasi model. Formulasi model matematik meliputi variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala. Optimasi dilakukan dengan Excel Solver.

Fungsi Tujuan

Optimasi dilakukan dengan fungsi tujuan memaksimalkan kebutuhan air bulanan yang dapat disuplai embung. Fungsi tujuan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Max } Z = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + \dots + X_{12}$$

Dimana:

$X_{1,2,3,\dots,12}$ = kebutuhan air bulan ke- i (m^3)

$1,2,3,\dots,12$ = indeks periode waktu bulanan dalam satu tahun

Fungsi Kendala

Fungsi kendala berisis tentang batasan-batasan dalam melakukan optimalisasi. Fungsi kendala dari Embung Kampung Banjar dirumuskan berdasarkan variabel-variabel berikut:

- Kebutuhan air terpenuhi (X_i) adalah kurang dari sama dengan ketersediaan air setiap bulannya (K_i)
- Kebutuhan air terpenuhi adalah lebih dari sama dengan nol
- Kebutuhan air terpenuhi (X_i) adalah kurang dari atau sama dengan *inflow* (K_i) ditambah tampungan embung (S_i)
- Jumlah dari kebutuhan air terpenuhi per bulan ($\sum X_i$) adalah kurang dari atau sama dengan jumlah kapasitas tampungan embung (S_i) dalam satu tahun

Dari hasil perhitungan optimasi, kebutuhan air optimum Embung Kampung Banjar perbulannya dapat dilihat pada tabel 14, dimana kebutuhan air bulanan terbesar terjadi pada bulan Desember sebesar $479.805,55 \text{ m}^3$, dengan kebutuhan air maksimum terpenuhi Embung Kampung Banjar adalah $4.039.630,33 \text{ m}^3$. Kondisi rencana volume embung sangat cukup untuk memenuhi kebutuhan di wilayah layanan, sehingga dapat difokuskan ke manfaat embung sebagai penyimpanan air tanah dan area rekreasi.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari studi kasus optimasi terhadap neraca air di hulu embung dengan koapasitas tampungan embung terhadap kebutuhan air di wilayah layanan dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air optimum bulanan Embung Kampung Banjar yang terbesar terjadi pada bulan Desember sebesar $479.805,55 \text{ m}^3$ dengan total kebutuhan (kebutuhan maksimum) sebesar $4.039.630,33 \text{ m}^3$, sedangkan kebutuhan air rencana

perbulannya sebesar 225.910 m³/orang/bulan, dapat diartikan kinerja Embung Kampung Banjar dalam memenuhi kebutuhan air di sekitarnya bekerja dengan baik.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian yang didanai dari Universitas Lambung Mangkurat melalui Program Dosen Wajib Meneliti (PDWM) tahun 2022 dengan no kontrak 024.64/UN8.2/PL/2022 dan bantuan fasilitas dari Laboratorium Hidraulika FT ULM.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin. *Prinsip-prinsip riset operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Anonim. 2016. BMKG, "Data Hujan Online," 2012. [Daring]. Tersedia pada: <http://dataonline.bmkg.go.id>. [Diakses: 30-Jan-2016].
- Arsyad, K.M. (2017). "Modul 3. Modul Konsepsi Kebijakan Embung," Bandung, Indonesia
- Gunawan, H. (2018). "Laporan Ringkasan DED Embung Kampung Banjar. Banjarbaru
- Jarwanto. (2022). "Neraca Suberdaya Air Kota Banjarbaru - Kalimantan Selatan
- Kustamar. (2018). *Pengendalian Banjir Berbasis Konservasi Sumber Daya Air (Bagian II) Optimasi Desain Tubuh Embung Pengendali Banjir*, no. Juli. Malang, Indonesia: CV. Dream Litera Buana
- Miller, H.R. (1999). *Optimization: Foundations and Applications*. FTP Site
- Novitasari, N., et al. (2022). "A Simple Method of Water Balance Analysis to Predict the Performance of Water Resource Management in the Unit of South Kalimantan Province Offices," *Timor-Leste J. Eng. Sci.*
- Prastika, D., Sundari, Y. S. dan Dea, J. (2010). "Studi Optimasi Embung Aji Raden Sebagai Sumber Air Baku Untuk Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Balikpapan Timur,"
- Sudjarwadi, M. P. S dan Asriningtyas, V. ((2011). *Pengembangan Sumberdaya Air*. Yogyakarta, Indonesia: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM Yogyakarta
- Tarigan, A. 2001. "Optimasi Pemanfaatan Air Waduk Kedung Ombo Dengan Program Linier.
- Undang-Undang RI, *Undang Undang No 8 Tahun 2022 tentang Provinsi Kalimantan Selatan*, no. 8. Jakarta, Indonesia, 2022, hal. 17.
- Wurbs, R.A. (1996). *Modelling and Analysis of Reservoir System Operations*.

