

## Scheduling optimization of sungapan dam in waluh river using daily discharge data with particle swarm optimization (pso)

# Optimasi penjadwalan bendungan sungapan di sungai waluh menggunakan data debit harian dengan particle swarm optimization (pso)

Hasbi Ardianto Pratama<sup>1</sup>, Akhmad Fathurohman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia,

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel:

Diterima 12 Desember 2024  
Perbaikan 15 Januari 2025  
Disetujui 30 Januari 2025

#### Keywords:

Particle Swarm Optimization (PSO)  
Penjadwalan Bendungan  
Debit Harian  
Optimasi Sumber Daya Air

### ABSTRAK

Sungai Pemali di Jawa Tengah berperan penting dalam sistem irigasi dan pasokan air bersih, serta mendukung sektor pertanian dan perekonomian di kawasan tersebut. Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan bendungan adalah menentukan jadwal buka-tutup yang optimal untuk mengendalikan debit air secara efisien. Penjadwalan yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko banjir atau kekurangan air di daerah hilir. Penelitian ini menerapkan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk mengoptimalkan penjadwalan bendungan berdasarkan data debit harian. Algoritma PSO dipilih karena mampu memberikan solusi optimal dengan konvergensi yang lebih cepat dibandingkan metode optimasi tradisional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis PSO mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan bendungan, mengurangi risiko banjir, serta menjaga stabilitas pasokan air. Penerapan metode ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

### ABSTRACT

The Pemali River in Central Java plays an important role in irrigation and clean water supply systems, as well as supporting the region's agricultural sector and economy. One of the main challenges in dam management is determining the optimal opening and closing schedule to efficiently control water discharge. Improper scheduling can increase the risk of flooding or water shortage in downstream areas. This research applies the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm to optimize dam scheduling based on daily discharge data. The PSO algorithm was chosen because it is able to provide optimal solutions with faster convergence than traditional optimization methods. The results showed that the PSO-based approach was able to improve the efficiency of dam management, reduce flood risk, and maintain water supply stability. The application of this method is expected to support more adaptive and sustainable water resources management.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA.



### Penulis Korespondensi:

Hasbi Ardianto Pratama  
Program Studi Informatika, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang

---

Alamat: Gedung FT-MIPA Lt. 7, Ruang 707, Jl.Kedungmundu Raya No.18, Semarang 50273, Indonesia  
Email: rdnthasbi@gmail.com

---

## 1. PENDAHULUAN

Sungai Pemali merupakan salah satu sumber air utama di Jawa Tengah yang berfungsi sebagai sistem irigasi, pasokan air bersih, serta penunjang sektor pertanian dan ekonomi. Namun, pengelolaan bendungan di sungai ini menghadapi tantangan dalam menentukan jadwal buka-tutup yang optimal guna mengendalikan debit air secara efektif. Ketidakefisienan dalam penjadwalan dapat mengakibatkan risiko banjir atau kekurangan air bagi masyarakat di wilayah hilir.

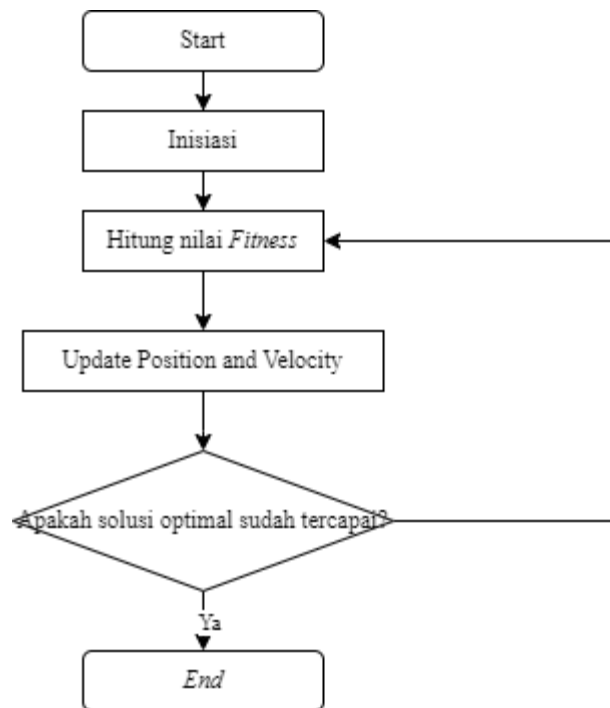
Penggunaan metode optimasi dalam sistem pengelolaan sumber daya air telah menjadi perhatian utama dalam beberapa dekade terakhir. Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) telah digunakan dalam berbagai studi untuk mengoptimalkan pengelolaan bendungan karena memiliki konvergensi yang lebih cepat dan lebih robust dibandingkan metode optimasi lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menerapkan PSO untuk menentukan jadwal buka-tutup bendungan yang optimal berdasarkan data debit harian Sungai Pemali.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode PSO, yang merupakan algoritma metaheuristik berbasis populasi yang meniru perilaku sosial kawanan burung atau ikan. Metode ini memungkinkan penyesuaian dinamis dilakukan secara real-time, dengan mempertimbangkan berbagai kondisi lingkungan dan fluktuasi permintaan air. Kemampuan beradaptasi ini sangat penting dalam mengelola kompleksitas sumber daya air, terutama di daerah yang rentan terhadap variasi musiman dan peristiwa cuaca ekstrem.

PSO bekerja dengan cara mengarahkan partikel (solusi potensial) di ruang pencarian untuk menemukan solusi optimal dengan memperbarui kecepatan dan posisi mereka berdasarkan nilai terbaik global dan lokal. Proses berulang ini meningkatkan efisiensi algoritma, memungkinkan konvergensi lebih cepat menuju solusi optimal sambil meminimalkan pemborosan sumber daya. Kemampuan beradaptasi ini meningkatkan ketahanan sistem pengelolaan air, memastikan bahwa mereka dapat merespons secara efektif terhadap tantangan yang diantisipasi dan tak terduga. Langkah-langkah PSO dalam konteks penjadwalan buka-tutup bendungan adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi: Setiap partikel merepresentasikan jadwal buka-tutup bendungan.
2. Evaluasi Fungsi Tujuan: Fungsi tujuan didefinisikan untuk meminimalkan risiko banjir dengan menjaga debit air di bawah kapasitas maksimum bendungan (misalnya 30 m<sup>3</sup>/s).
3. Pembaruan Posisi: Setiap partikel memperbarui jadwal buka-tutup berdasarkan nilai terbaik dari partikel itu sendiri dan dari kawanan secara keseluruhan.
4. Iterasi: Proses ini diulang hingga menemukan solusi optimal.



Untuk melakukan optimasi penjadwalan buka-tutup bendungan menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) berdasarkan data debit air dari Sungai Pemali, kita dapat mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Inisialisasi Partikel: Setiap partikel akan mewakili solusi berupa jadwal buka-tutup bendungan. Setiap partikel memiliki posisi (jadwal) dan kecepatan (perubahan jadwal) yang akan diupdate selama iterasi.
2. Fungsi Tujuan: Fungsi tujuan harus meminimalkan risiko banjir sekaligus memaksimalkan konservasi air. Kita dapat menetapkan batasan seperti debit maksimum yang dapat ditampung oleh bendungan ( $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Jika debit harian melebihi nilai ini, bendungan harus dibuka untuk mencegah banjir.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah penerapan algoritma PSO, hasil penjadwalan buka-tutup bendungan menunjukkan bahwa sistem berhasil mengurangi risiko banjir secara signifikan. Berdasarkan data debit harian, bendungan dibuka ketika debit mendekati atau melebihi kapasitas, dan ditutup saat debit kembali ke tingkat yang aman.

Hari	Debit Air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Jadwal Buka/Tutup
1	9.88	0
2	8.88	0
3	13.88	1
4	1.43	0
5	1.32	0

Berdasarkan hasil ini, optimasi dengan PSO dapat menurunkan risiko banjir dengan membuka bendungan pada saat yang tepat, terutama saat debit harian mendekati atau melebihi  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bendungan tetap ditutup saat debit air berada di bawah kapasitas untuk menjaga sumber daya air.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan algoritma PSO dalam penjadwalan buka-tutup bendungan Sungai Pemali dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan debit air. Hasil optimasi menunjukkan bahwa risiko banjir dapat dikurangi dengan membuka bendungan pada saat yang tepat berdasarkan data debit harian. Dengan demikian, PSO dapat menjadi alat yang efektif dalam manajemen sumber daya air.

#### REFERENSI

- [1] Chang, L.-C., Chang, F.-J., & Hsu, H.-C. (2010). *Real-Time Reservoir Operation for Flood Control Using Artificial Intelligent Techniques 1 2\* 1*. Dalam *International Journal of Nonlinear Sciences & Numerical Simulation* (Vol. 11, Nomor 11).
- [2] Liu, X., Zhu, Y., Li, L., & Chen, L. (2018). *Comparative Study of Optimization Algorithms for the Optimal Reservoir Operation*. *MATEC Web of Conferences*, 246. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824601003>
- [3] Nagesh Kumar, D., & Janga Reddy, M. (2007). *Multipurpose Reservoir Operation Using Particle Swarm Optimization*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133(3), 192–201. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9496\(2007\)133:3\(192\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9496(2007)133:3(192))
- [4] Reddy, M. J., & Kumar, D. N. (2006). *Optimal reservoir operation using multi-objective evolutionary algorithm*. *Water Resources Management*, 20(6), 861–878. <https://doi.org/10.1007/s11269-005-9011-1>
- [5] Zhang, J., Wu, Z., Cheng, C. T., & Zhang, S. Q. (2011). *Improved particle swarm optimization algorithm for multi-reservoir system operation*. *Water Science and Engineering*, 4(1), 61–74. <https://doi.org/10.3882/j.issn.1674-2370.2011.01.006>