

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bendungan Jragung merupakan Proyek Strategis Nasional (PSN) yang dibangun di Desa Candirejo, Kabupaten Semarang, dengan tujuan memenuhi kebutuhan air baku sebesar 1.000 l/dtk, irigasi seluas 4.528 ha, serta reduksi banjir pada area seluas 3.858 ha, dengan luas daerah tangkapan sungai 94 km<sup>2</sup>. Setelah tahap konstruksi rampung, bendungan ini harus melalui tahap pengisian awal (impounding) sebagai bagian dari prosedur wajib sebelum bendungan diizinkan beroperasi, sebagaimana diatur dalam Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 01/SE/M/2019 tentang Pedoman Pengisian Awal Waduk yang mengamanatkan bahwa pengisian awal hanya dapat dilaksanakan setelah pembangun bendungan memperoleh izin resmi dari Menteri PUPR melalui rekomendasi Komisi Keamanan Bendungan/KKB (Kementerian PUPR, 2019a). Ketentuan ini sejalan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan yang menegaskan bahwa pengisian awal waduk baru dapat dilakukan setelah pelaksanaan konstruksi bendungan selesai dan wajib dilaksanakan berdasarkan izin pengisian awal waduk, yang permohonannya diajukan oleh pembangun bendungan kepada Menteri dengan tembusan kepada Komisi Keamanan Bendungan (Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015, Pasal 62 ayat (1), (2), dan (3)).

Pedoman teknis pada Lampiran I dan II surat edaran tersebut menegaskan bahwa periode pengisian awal merupakan fase paling kritis dalam siklus hidup bendungan karena menjadi uji coba pertama terhadap kinerja struktur dalam menahan beban air sesuai desain, sehingga memerlukan rencana pengisian, jadwal pemantauan, serta prosedur pengendalian yang disusun secara cermat sebelum pelaksanaan di lapangan (Kementerian PUPR, 2019b). Hal ini juga diatur dalam Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015 yang mensyaratkan bahwa rencana pengisian awal waduk sekurang-kurangnya harus memuat rencana pelaksanaan pengisian

awal, rencana pemantauan selama pengisian awal, serta rencana pengawasan dan pengendalian (Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015, Pasal 44). Urgensi kehati-hatian ini diperkuat oleh Prayitno (2022) yang menyatakan bahwa pengisian awal merupakan momen transisi kritis dari tahap konstruksi menuju tahap operasional yang menentukan keberhasilan fungsional sebuah bendungan, sebagaimana terlihat pada studi pelaksanaan impounding Bendungan Way Sekampung yang harus memperhitungkan durasi penutupan pintu pengelak, mekanisme closure gate, serta pencegahan gejala pukulan air (water hammer) di dalam terowongan pengelak. Sejalan dengan hal tersebut, Muhiddin (2025) menyoroti bahwa manajemen risiko pada saat penyumbatan terowongan pengelak (plugging) menjadi titik penentu dimulainya pengisian waduk secara aman secara teknis, sementara Fallo (2021) menambahkan bahwa evaluasi keamanan bendungan selama proses pengisian sangat bergantung pada konsistensi pemantauan perilaku air terhadap instrumen-instrumen yang terpasang pada tubuh bendungan. Konsistensi pemantauan ini juga menjadi salah satu kewajiban yang diamanatkan dalam Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015, di mana pembangun bendungan harus melakukan pemantauan, pengawasan, dan pengendalian selama pengisian awal waduk sesuai dengan rencana yang telah disusun (Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015, Pasal 69 ayat (3)).

Praktik baik mengenai perencanaan pengisian awal yang detail dapat dilihat pada contoh pelaksanaan di Bendungan Karebbe, Sulawesi Selatan, yang menyusun jadwal pengisian dalam skala jam karena daerah tangkapan airnya luas dibandingkan kapasitas tampung waduknya, serta pada Bendungan Jatibarang yang membagi proses pengisian menjadi empat tahap untuk meminimalkan risiko kegagalan struktur sekaligus menjaga pasokan air ke daerah hilir (Kementerian PUPR, 2019b). Kedua contoh tersebut menggambarkan bahwa karakteristik hidrologi suatu daerah tangkapan air sangat memengaruhi strategi dan kecepatan pelaksanaan pengisian awal yang harus diterapkan pada masing-masing bendungan. Selain aspek teknis tersebut, Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015 juga mewajibkan pembangun bendungan untuk memberitahukan masyarakat sekitar daerah genangan waduk paling lambat 7 (tujuh) hari sebelum pelaksanaan pengisian awal dimulai, sebagai bentuk transparansi dan mitigasi risiko sosial yang

mungkin timbul akibat proses impounding (Permen PUPR No. 27/PRT/M/2015, Pasal 69 ayat (2)).

Tantangan utama yang dihadapi dalam memprediksi durasi pengisian awal suatu waduk adalah variabilitas curah hujan dan keterbatasan kuantitas data historis yang dapat memengaruhi akurasi prediksi ketersediaan air, sebagaimana ditemukan oleh Krisnayanti dkk. (2020) dalam analisis pengisian awal Bendungan Raknamo menggunakan Model Tangki, yang mengidentifikasi bahwa besaran curah hujan dan evapotranspirasi pada daerah tangkapan air merupakan variabel penentu utama durasi impounding sehingga diperlukan analisis skenario pengisian pada berbagai kondisi tahun air (kering, rendah, normal, dan cukup) guna mengantisipasi ketidakpastian hidrologis. Dari sisi hidraulika, Ismawati dan Lasminto (2017) menunjukkan bahwa simulasi profil muka air pada waduk dan bangunan pelimpah menggunakan perangkat lunak HEC-RAS mampu memberikan hasil yang mendekati perhitungan analitis, sekaligus menawarkan keunggulan berupa kecepatan simulasi apabila terdapat alternatif desain baru yang perlu dievaluasi, meskipun dengan keterbatasan pada analisis aliran satu dimensi dan kebutuhan data yang lebih lengkap dibandingkan pendekatan analitis konvensional.

Dari berbagai penjelasan di atas, dapat dipahami bahwa proses pengisian awal Bendungan Jragung bukan sekadar membuka aliran air ke waduk, melainkan tahapan yang harus direncanakan dan dihitung dengan teliti agar bendungan tetap aman dan berfungsi sebagaimana mestinya. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu mengikuti aturan keselamatan bendungan yang berlaku, memperkirakan dengan tepat seberapa banyak air yang akan masuk ke waduk meskipun data curah hujan yang tersedia terbatas, serta memahami bagaimana perilaku air di dalam waduk dan saat melewati bangunan pelimpah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan matematis berupa permodelan numerik dengan bantuan dua program, yaitu HEC-HMS untuk menghitung dan mengubah data hujan menjadi debit air yang masuk ke waduk (*inflow*), serta HEC-RAS untuk mensimulasikan pergerakan air di dalam waduk dan memodelkan tinggi muka air, baik di dalam waduk maupun pada bangunan pelimpah. Dengan menggabungkan kedua metode matematis tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan

gambaran yang lebih akurat mengenai proses pengisian awal Bendungan Jragung, sehingga dapat menjadi acuan dalam menyusun rencana pengisian yang aman dan efisien.

## 1.2 Perumusan Masalah

Secara teoretis, proses pengisian awal waduk (*impounding*) diharapkan dapat berlangsung dalam durasi yang terukur sesuai rencana operasional agar manfaat bendungan segera dirasakan oleh masyarakat. Namun, pada kenyataannya, fenomena hidrometeorologi di DAS Jragung memiliki variabilitas curah hujan yang tinggi dan kuantitas data yang terbatas, yang menimbulkan ketidakpastian terhadap ketersediaan debit masuk (*inflow*). Selain itu, terdapat risiko teknis pada fase *plugging* terowongan pengelak yang harus disinkronkan dengan simulasi kenaikan muka air agar tidak membahayakan stabilitas bendungan maupun ekosistem di hilir.

Ketidaksesuaian antara target pengisian yang presisi dengan kondisi alam yang dinamis ini menuntut adanya permodelan yang akurat sebagai dasar pengambilan keputusan teknis. Berdasarkan kesenjangan tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pemodelan *impounding* menggunakan metode matematis
2. Berapa estimasi durasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai elevasi Normal Water Level (EL. +115 m)

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui proses pengisian awal (*impounding*) Bendungan Jragung melalui pendekatan pemodelan matematis, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai durasi dan proses pengisian waduk, serta memastikan transisi dari fase konstruksi ke fase operasional dapat berjalan secara aman dan efektif. Secara lebih rinci, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan proses *impounding* Bendungan Jragung dengan metode matematis, meliputi pemodelan spasial, pemodelan hidrologi, dan pemodelan hidrolika.
2. Menganalisis durasi pengisian awal Waduk Jragung yang dibutuhkan untuk mencapai elevasi *Normal Water Level* (NWL) pada EL.+115 m, meliputi analisis hidrologi untuk memperoleh debit *inflow* yang masuk ke waduk dan analisis hidrolika untuk mensimulasikan perkembangan elevasi muka air waduk selama proses *impounding*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dan manfaat yang luas, baik dari sisi pengembangan ilmu pengetahuan maupun aplikasi praktis di lapangan. Adapun manfaat penelitian ini dikelompokkan sebagai berikut:

##### **1.4.1 Peneliti**

1. Pengembangan Kompetensi Teknis: Meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis dalam mengoperasikan perangkat lunak standar internasional seperti HEC-HMS dan HEC-RAS untuk analisis hidrologi dan hidraulika.
2. Penerapan Teori Akademis: Menjadi sarana untuk mengaplikasikan teori-teori perkuliahan, khususnya di bidang teknik sumber daya air, hidrologi, dan teknik bendungan, ke dalam studi kasus nyata pada Proyek Strategis Nasional.
3. Kemampuan Analitis: Mengasah kemampuan peneliti dalam melakukan analisis data sekunder, mengevaluasi risiko teknis, dan menyusun rekomendasi pemecahan masalah yang sistematis di bidang teknik sipil.

##### **1.4.2 Institusi pendidikan**

1. Pengembangan Literatur: Menambah perbendaharaan karya ilmiah dan referensi akademis di lingkungan politeknik mengenai studi permodelan *impounding* bendungan menggunakan metode integratif.

2. Peningkatan Kerja Sama: Memperkuat relevansi kurikulum pendidikan teknik dengan kebutuhan industri konstruksi saat ini, serta menjadi bukti nyata kontribusi akademis kampus terhadap pengawasan proyek infrastruktur nasional.
3. Basis Penelitian Lanjutan: Menjadi data referensi atau studi pendukung bagi peneliti mahasiswa lain yang ingin mengembangkan kajian di lokasi yang sama, misalnya mengenai sedimentasi waduk atau stabilitas struktur bendungan pasca pengisian.

#### **1.4.3 Masyarakat secara umum**

1. Ketahanan Air dan Pangan: Secara tidak langsung membantu percepatan realisasi manfaat Bendungan Jragung dalam menyediakan air baku 1.000 l/dtk dan mengairi lahan irigasi seluas 4.528 ha bagi warga di wilayah Semarang, Demak, dan Grobogan.
2. Mitigasi Risiko Bencana: Memberikan rasa aman bagi masyarakat di wilayah hilir melalui permodelan aliran yang menjamin bahwa proses pengisian waduk dilakukan dengan perhitungan matang tanpa menghentikan aliran air lingkungan (*base flow*).
3. Reduksi Dampak Banjir: Mendukung efektivitas fungsi reduksi banjir seluas 3.858 ha, sehingga risiko kerugian ekonomi dan sosial akibat luapan Sungai Jragung pada musim penghujan dapat diminimalisir melalui manajemen pengisian yang tepat.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Agar penelitian lebih terarah, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada proses pengisian awal (*impounding*) Bendungan Jragung, mulai dari fase *plugging* terowongan pengelak hingga elevasi muka air mencapai *Normal Water Level* (NWL) pada EL.+115 m.
2. Analisis tidak mencakup evaluasi stabilitas struktur bendungan secara geoteknik.
3. Tidak melakukan kalibrasi model karena keterbatasan data

4. Penelitian tidak membahas aspek sedimentasi waduk maupun kualitas air selama proses pengisian.
5. Penelitian ini hanya menggunakan debit andalan Q80%
6. Skenario pengisian yang digunakan mengacu pada data debit historis/rencana operasional yang tersedia, tanpa mempertimbangkan skenario perubahan iklim jangka panjang.

