

SISTEM MANAJEMEN OPERASI DAN PEMELIHARAAN KONSTRUKSI UNTUK MENJAGA KELESTARIAN HUTAN KOTA DI IBU KOTA NUSANTARA

Susilawati^{1*}, Bernadeta Tea²

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Semarang

e-mail: susipi@untagsmg.ac.id

² Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Kupang-NTT

e-mail: teabernadeta99@gmail.com

ABSTRAK

Hutan kota Ibu Kota Nusantara (IKN), penting dan perlu didukung keberlanjutannya. Salah satu yang dapat mendukung hutan kota IKN, adalah dipersiapkannya sistem manajemen operasi dan pemeliharaan konstruksi, khususnya Bendungan Sipaku Semoi yang sedang dibangun dan mulai diisi. Bendungan ini akan memasok 2.500 liter/detik air, dengan rincian untuk IKN 2.000 liter/detik dan Balikpapan 500 liter/detik. Masih juga ada pasokan dari intake Sepaku dan akan dibangun 19 embung. Ada dua embung tambahan ditempatkan di Bandara VVIP IKN dan di daerah Pamaluan. Ketersediaan air ini sangat mendukung konsep hutan kota IKN. Hal ini mendorong dipersiapkannya sistem manajemen operasi dan pemeliharaan (OP) konstruksi bendungan/embung/intake untuk menjaga keamanan dan keberlanjutan fungsinya, sehingga tetap terjaga kelestarian hutan kota IKN. Pengalaman dari bendungan Sadawarna dan bendungan Kuningan dalam sistem OP keadaan darurat dapat menjadi persiapan sistem OP di lokasi studi. Dokumen persiapan ini antara lain: Rencana pengelolaan bendungan; Pedoman OP bendungan beserta waduknya; Pola operasi waduk; Rencana tindak darurat; Penetapan status penggunaan dan Rencana penataan kawasan bendungan beserta waduknya, termasuk sempadan waduk. Semua ini dilengkapi dengan standar operasional dan prosedur (SOP) dari kegiatan operasi, pemeliharaan, pemantauan dan pengamanan bendungan beserta waduknya. Melalui kesiapan SOP peralatan hidromekanikal dan elektrikal, SOP instrumen pantau keamanan bendungan dan SOP pemantauan kawasan, yang didukung pula ketersediaan data dan analisis hidrologi dalam mengantisipasi segala kemungkinan yang terjadi. Dengan sistem manajemen OP bendungan/embung/intake yang telah dipersiapkan dan dilaksanakan secara konsisten, maka kelestarian hutan kota untuk IKN akan tetap ada dan berkelanjutan menjaga ekosistem dan kenyamanan IKN.

Kata kunci: hutan kota, manajemen OP bendungan, keamanan bendungan, keberlanjutan fungsi bendungan, berkelanjutan

PENDAHULUAN

Konsep hutan kota merupakan upaya pencegahan dalam mengatasi peluang kerusakan lingkungan, khususnya hutan dalam perencanaan dan pembangunan IKN. Kajian untuk konsep hutan kota dalam pembangunan IKN yang meliputi prinsip, kriteria, dan indikator telah dilakukan terkait dampak lingkungan akibat pembangunan, dengan tetap memperhatikan perkembangan konsep pembangunan kota di dunia (*benchmarking*). Kajian ini merekomendasikan, konsep kota hutan yang didominasi struktur hutan dalam bentang lanskapnya, memiliki fungsi jasa ekosistem seperti hutan dengan pendekatan lanskap yang terintegrasi untuk menciptakan kehidupan yang berdampingan dengan alam. Konsep hutan kota itu dijabarkan menjadi enam pokok yaitu: 1) konservasi sumber daya alam dan habitat satwa; 2) terhubung dengan alam; 3) pembangunan yang rendah karbon; 4) sumber daya air cukup dan memadai; 5) pembangunan yang terkendali; dan 6) pelibatan masyarakat dalam perwujudannya (Mutaqin, dkk, 2021).

Selain itu ada tiga elemen yang perlu digunakan dalam pengembangan pengelolaan air berkelanjutan di kawasan IKN yang meliputi: 1) ketahanan, yaitu sistem air dapat beradaptasi dengan iklim dan pertumbuhan pada masa depan serta mengurangi risiko dan kerentanan; 2) efisiensi, yaitu tingkat

layanan yang terpenuhi secara memadai dengan keseimbangan antara permintaan dan kapasitas serta dengan investasi secara tepat; serta 3) kualitas, yaitu kesehatan masyarakat dan lingkungan terlindungi. Sistem pengairan IKN mencakup penggunaan sistem alami, seperti hutan, dataran banjir, penghijauan dan tanah, yang dikenal sebagai infrastruktur hijau, untuk berkontribusi dalam menyediakan pasokan air minum yang andal serta memberikan perlindungan terhadap banjir dan kekeringan (Lamp II Rancangan Induk IKN).

Pembangunan di Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara terus berlanjut, mulai dari infrastruktur sampai pemukiman, termasuk pembangunan bendungan untuk sumber air baku di IKN nantinya, yaitu Bendungan Sepaku Semoi, yang dapat mendukung hutan kota IKN pula. Bendungan ini akan memasok 2.500 liter/detik air, dengan rincian untuk IKN 2.000 liter/detik dan Balikpapan 500 liter/detik, juga akan berfungsi sebagai pengendali banjir, dilengkapi pula pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terapung berkapasitas 100 megawatt (MW). Pembangkit tenaga surya ini untuk mendukung target energi baru terbarukan pemerintah (Gambar 1). Masih juga ada pasokan dari *intake* Sepaku dan akan dibangun 19 embung (Gambar 2). Ada dua embung tambahan ditempatkan di Bandara VVIP IKN dan di daerah Pamaluan. Ketersediaan air ini sangat mendukung konsep hutan kota IKN. Hal ini mendorong dipersiapkannya sistem manajemen operasi dan pemeliharaan (OP) konstruksi bendungan/embung/*intake* untuk menjaga keamanan dan keberlanjutan fungsi bendungan, sehingga tetap terjaga kelestarian hutan kota IKN (Reza Antares P, 2023).



Gambar 1. Bendungan Sepaku Semoi dan *Intake* Sungai Sepaku di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. (Dok: PUPR)



Gambar 2. *Intake* Sungai Sepaku di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur (Bloomberg-Getty Images)

Kajian pustaka

Perkembangan teori terkait operasi dan pemeliharaan bendungan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Bertolak dari Permen PUPERA No 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan, pasal 2 ayat 3 disebutkan bahwa pembangunan bendungan dan pengelolaan bendungan beserta waduknya, harus dilaksanakan berdasarkan pada konsepsi keamanan bendungan dan kaidah-kaidah keamanan bendungan yang tertuang dalam berbagai norma, standar, pedoman dan manual. Pengelolaan suatu bendungan harus ada ijin operasinya, yang dikeluarkan setelah hasil evaluasi pelaksanaan pengisian awal waduk yang disimpulkan bahwa bendungan aman dioperasikan tanpa adanya pembatasan operasi (*unrestricted operation*). Operasi bendungan ini tidak akan membahayakan keselamatan umum (*public safety*) dan bangunan pelimpah mampu beroperasi dengan baik termasuk bangunan pengeluaran darurat (*emergency rilis facility*). Hal yang penting juga bahwa pemilik bendungan yaitu kementerian PUPR yang direpresentasikan oleh Balai Wilayah Sungai setempat, telah memiliki kesiapan untuk melaksanakan pengelolaan bendungan, dengan mempersiapkan: rencana pengelolaan bendungan (panduan OP dan pola operasi waduk), organisasi OP atau unit pengelola bendungan (UPB), tenaga pelaksana OP, peralatan OP dan sebagainya. Juga perlu dilengkapi dengan dokumen persyaratan administrasi dan persyaratan teknis yang diperlukan. Ijin operasi tidak terbatas waktunya, tetapi selama masa operasi bendungan, pemilik/pengelola bendungan berkewajiban menyampaikan laporan ke Balai Bendungan yang meliputi: laporan pemantauan bendungan tengah tahunan; laporan tahunan pemantauan, operasi dan pemeliharaan; laporan pemeriksaan besar, yang didahului dengan kegiatan pemeriksaan besar beserta evaluasi keamanan bendungan secara menyeluruh (5 tahunan); laporan pemeriksaan luar biasa, bila terjadi kondisi luar biasa seperti: hujan badai, banjir besar, gempa bumi, dan sebagainya; laporan pemeriksaan khusus, bila timbul masalah yang mengancam keamanan bendungan seperti: timbulnya retakan besar, longsoran besar, amblesan besar, bocoran besar, dan sebagainya.

Konsepsi keamanan bendungan memiliki 3 pilar yaitu (Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2017):

- Keamanan struktur. Bendungan harus didesain dan dikonstruksi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, aman terhadap kegagalan struktural, aman terhadap kegagalan hidraulik dan aman terhadap kegagalan rembesan.
- Pemantauan, pemeliharaan dan operasi. Bendungan harus selalu dipantau sehingga dapat diketahui sedini mungkin setiap problem yang sedang berkembang sebelum menjadi ancaman nyata, selalu dipelihara dengan baik sehingga selalu siap dioperasikan pada segala kondisi operasi, dan dalam pengoperasiannya harus memperhatikan keamanan bendungan termasuk keamanan daerah hulu dan hilir bendungan. Pada kondisi darurat atau pada kondisi yang diperkirakan akan mengancam keamanan bendungan, operasi bendungan harus diutamakan untuk keamanan bendungan.
- Kesiapsiagaan Tindak Darurat. Pemilik/Pengelola bendungan harus memiliki kesiapsiagaan tindak darurat dan selalu siap menangani kondisi/keadaan yang memburuk sampai kondisi yang terburuk. Untuk itu pemilik/pengelola bendungan harus menyiapkan sistem penanganan keadaan darurat. Secara skematik konsepsi keamanan bendungan ini diilustrasikan seperti dalam Gambar 3, berikut ini.



Gambar 3. Bagan Konsepsi Keamanan Bendungan (Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2017)

Kesalahan desain merupakan penyebab dominan terjadinya kegagalan bendungan di dunia, karenanya peningkatan prosedur perencanaan, konstruksi dan operasi bendungan sangat direkomendasikan dimasa mendatang (Widadi Ismail, Purnomo Arie Bayu Purnomo dan William, 2019). Sumber daya manusia yang unggul dalam operasi dan pemeliharaan bendungan juga sangat penting. Hal ini menjadi peluang sekaligus tantangan dalam sistem operasi dan pemeliharaan suatu bendungan (Rinaldi Aris, Mulyono Joko dan Mudjiadi, 2019). Mengelola sumber daya manusia secara terpadu menjadi tonggak sistem operasi dan pemeliharaan bendungan yang baik (Rinaldi Aris, 2021).

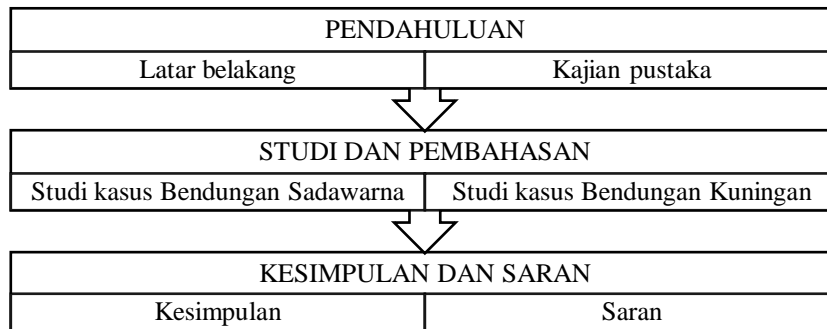
Kesinambungan potensi sumber daya air harus ditunjang pula oleh manajemen lingkungan sungai seperti penataan garis sempadan sungai, menciptakan lingkungan sungai yang bersih dan ramah (Mayasari Reni, Irawan Edi dan Nugraha Budi, 2019). Kajian garis batas sempadan dari waduk merupakan perlindungan dan pelestarian waduk (Muchlis Anang, Erryanto Sandi, Nellawaty dan Dwicahyo Indrasto, 2019). Tersedianya data lingkungan seperti cuaca merupakan hal yang penting untuk penyiapan operasi dan pemeliharaan pada bendungan (Mahardika, Sidik Ahmad dan Hermawan Fandy Dwi, 2019).

Selain unit pengelola bendungan, maka pengelolaan suatu bendungan dapat juga dilakukan oleh BUMN, sebagai pengelola air dalam melaksanakan operasi dan pemeliharaan bendungan beserta PLTA nya. Menjadi tantangan bagi BUMN ini untuk senantiasa meningkatkan kapasitasnya sebagai pengelola air dalam tantangan melaksanakan operasi dan pemeliharaan bendungan, beserta sistem PLTA nya di Indonesia (Herudjito Anom S dan Kusumaningrum Diah, 2022). Pengelola membuat rancang bangun sistem monitoring level air bendungan untuk pengendalian banjir, (Subianto, Irawan Paulus Lucky Tirma, Hanadam Shenata dan Hanadam Shienjaya, 2019) dan penilaian kondisi bendungan (Mersianty, 2015). Penerapan *robotic online monitoring* yang berbasis *website* pada pemantauan deformasi permukaan bendungan juga dapat dirancang (Prasetio Abdul Muis, 2019), seperti prototipe pemantauan level air pada bendungan yang berbasis IOT (Misnawati, Nas Mardhiyah, Fadlia, Marsing Megha Rahmawaty, 2021), atau sistem pemantauan bendungan air berbasis *Internet of Things* (Gunawan Gugun, Setiadi Ervin, Maulana Hidar, Supratno Setyo, 2022). Rancang bangun pemantauan bendungan secara otomatis berbasis *web* telah diterapkan untuk bendungan irigasi di desa G2 Dwijaya Kecamatan Tugumulyo Kabupaten Musi Rawas (Lestari Novi, 2018). Dalam skala model miniatur bendungan, sistem pemantauan ketinggian permukaan air berbasis *wireless* juga pernah diujicobakan (Adiwilaga Anugrah dan Taufiqurrahman Imam, 2021; Hassan Muh Omar, Fatahillah Muh Aldhy, Fahresi Muh Devan, Kaswar Andi Baso, 2020).

Surat edaran nomor 02/SE/D/Tahun 2023, mengatur tentang pedoman organisasi dan tata kerja unit pengelola bendungan di direktorat jenderal sumber daya air. Surat edaran ini menjadi pedoman dalam mempersiapkan sistem manajemen operasi dan pemeliharaan, bendungan Sepaku Semoi yang akan menjaga kelestarian hutan kota di IKN.

METODOLOGI STUDI

Metodologi studi ditujukan untuk menjelaskan mengenai metode dan teknis pelaksanaan studi. Metodologi ini diilustrasikan seperti dalam gambar diagram berikut ini (Gambar 4).



Gambar 4. Metodologi Studi

Dimulai dengan penjelasan yang menjadi latar belakang dilakukan studi ini, maka selanjutnya dilakukan suatu kajian pustaka yang mendasari studi. Langkah berikutnya dilakukan analisis studi kasus dari 2 buah bendungan yang telah dipersiapkan sistem manajemen operasi dan pemeliharaannya, yaitu untuk Bendungan Sadawarna dan Bendungan Kuningan. Dari dua studi kasus ini direkomendasikan sistem manajemen operasi dan pemeliharaan bendungan Sepaku Semoi yang akan menjaga kelestarian hutan kota IKN.

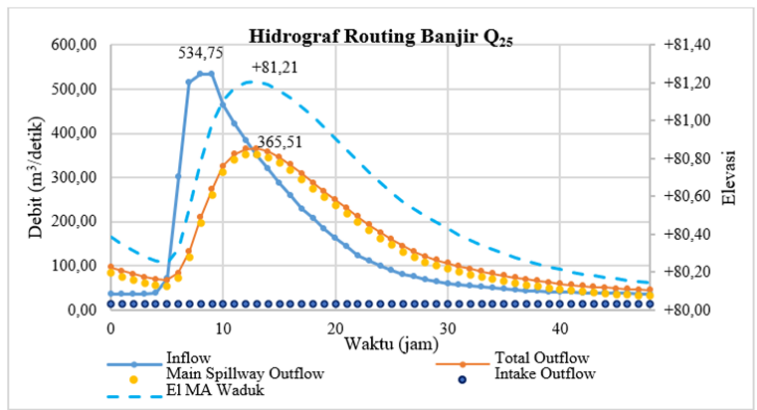
STUDI DAN PEMBAHASAN

Studi kasus yang akan menjadi acuan dalam rekomendasi sistem manajemen OP konstruksi bangunan air untuk menjaga kelestarian hutan kota IKN, yaitu: Bendungan Sadawarna dan Bendungan Kuningan.

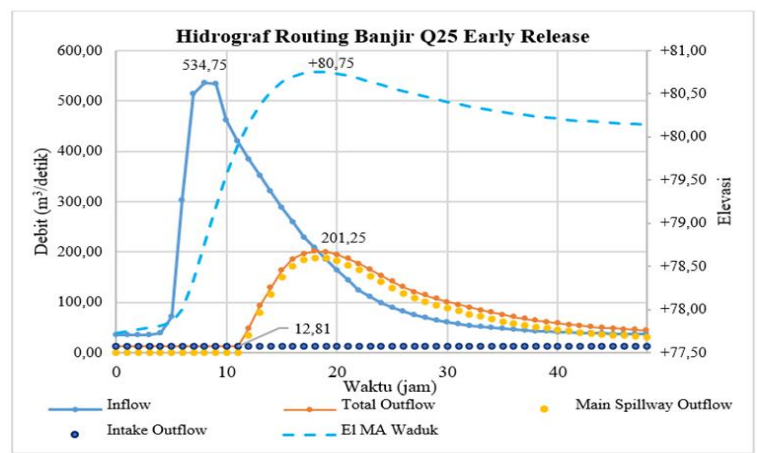
Bendungan Sadawarna

Lokasi Bendungan Sadawarna terletak di Desa Sadawarna, Kec. Cibogo, Kab. Subang dan Desa Tanjung, Kec. Surian, Kab. Sumedang. Pada musim hujan, reduksi puncak debit banjir yang dapat diandalkan dari Bendungan Sadawarna adalah: 117 m³/detik (12%) dan bila bersamaan dengan Bendungan Cipunegara, akan menjadi: 335 m³/detik (35%). Puncak banjir boleh jadi (PMF) dari analisis hidrologi untuk data hujan 1994-2017 memberikan hasil sebesar 2764, 29 m³/detik (Kementerian PUPR Dirjen SDA BBWS Citarum, 2016). Ketika diminta untuk menganalisis ulang dengan update data sampai dengan tahun 2021, maka ada perubahan debit puncak banjir boleh jadi (PMF) menjadi 3398,28 m³/detik. Sungai Cipunegara di bagian hilir Bendungan, hanya mampu menampung debit banjir 202 m³/dtk. Faktor yang berpengaruh pada efektivitas bendungan sebagai pengendali banjir antara lain: kecilnya rasio volume tampungan terhadap rata-rata *inflow*; tidak terdapat pintu pada pelimpah; belum tepatnya pola operasi waduk terutama dalam menentukan tinggi muka air maksimum saat musim hujan dan musim kemarau; serta lokasi bendungan berada pada daerah dengan curah hujan tinggi.

Menteri PUPR dan Dirjen SDA dalam bimbingan teknis memberikan arahan, terkait fungsi pengendalian banjir yang optimal pada bendungan, maka perlu diaplikasikan suatu pintu penglepasan dini. Aplikasi pintu penglepasan dini ini diletakkan pada samping konstruksi *spillway* Bendungan Sadawarna. Kajian lebih lanjut dilakukan terkait desain pintu, untuk melepaskan air dari waduk agar muka air waduk turun dan dapat menjadi tampungan bagi air banjir sehingga air yang melimpah dari *spillway* kapasitasnya tidak melebihi kapasitas sungai di hilir bendungan. Penelusuran hidrograf untuk banjir Q₂₅ ditunjukkan seperti dalam Gambar 5. Sedangkan penelusuran *hidrograf* untuk debit banjir yang sama setelah dilakukan opsi pelepasan dini dari pintu, ditunjukkan seperti dalam Gambar 6.



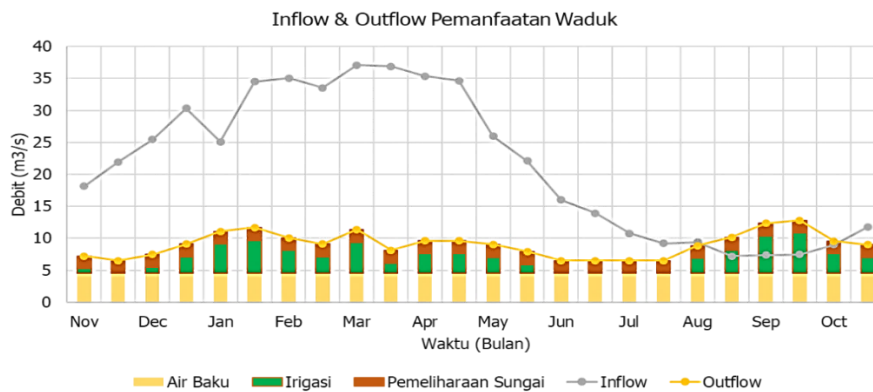
Gambar 5. Hidrograf Routing Banjir Q₂₅



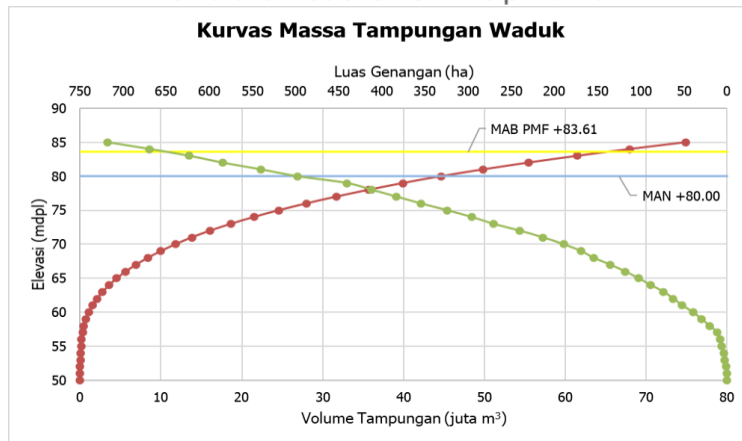
Gambar 6. Hidrograf Routing Banjir Q₂₅ dengan Pintu Pelepasan Dini

Tampak dari Gambar 5 dan Gambar 6, bahwa dengan menerapkan opsi pelepasan dini, maka dari debit banjir yang semula 365,51 m³/s menjadi 201,25 m³/s yang dapat diakomodasi oleh kapasitas sungai di hilir bendungan.

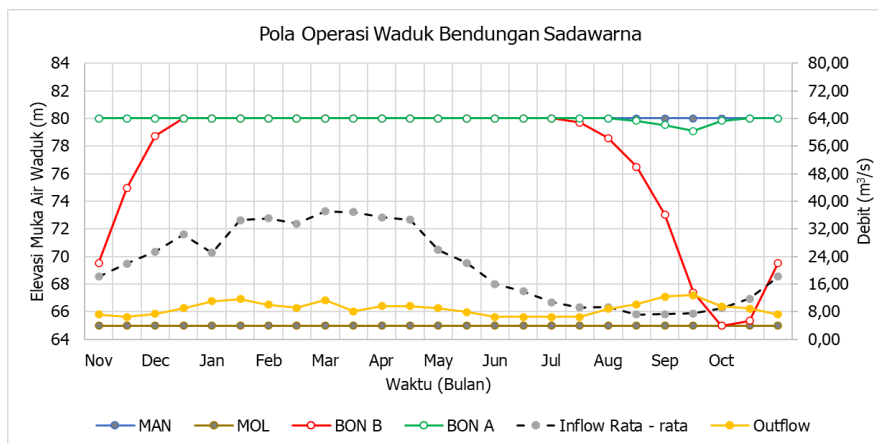
Dari hasil analisis hidrologi Bendungan Sadawarna dapat dijelaskan terkait debit masukan dan keluaran (Gambar 7), lengkung kapasitas tampungan bendungan (Gambar 8), pola operasi waduk dalam kondisi normal (Gambar 9), banjir yaitu dengan opsi pintu pelepasan dini (Gambar 10) dan darurat yang menjadi dasar standar operasi prosedur (SOP) sistem manajemen OP bendungan.



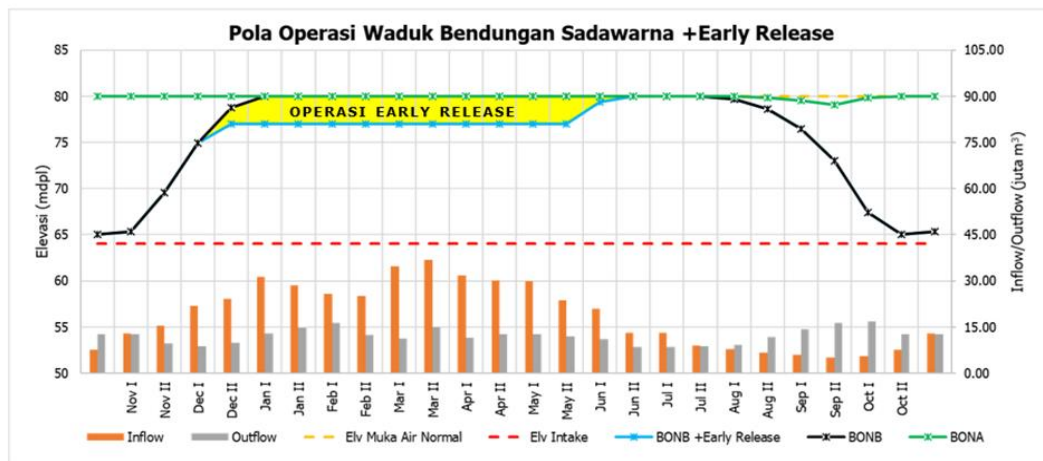
Gambar 7. Inflow-outflow yang Mempengaruhi Elevasi Tampungan Waduk



Gambar 8. Lengkung Kapasitas Tampung Waduk Sadawarna



Gambar 9. Pola Operasi Waduk Sadawarna (Operasi Normal)



Gambar 10. Pola Operasi Waduk Sadawarna (Operasi Banjir dengan Pintu Penglepasan Dini)

Penglepasan dini dilakukan setelah diterima peringatan hujan lebat dari BMKG dengan membuka penuh pintu penglepasan dini. Target penglepasan dilakukan dari elevasi +80.00 m (MAN pada musim hujan) ke +77.19 m dapat tercapai dalam 6.50 hari dan mencapai elevasi +77.16 m dalam 7 hari, pada hari ke 15 muka air waduk dengan inflow harian rata-rata 35.65 m³/s akan stabil di elevasi +77.07 m.

Langkah-langkah operasi penglepasan dini sebagai berikut:

- Informasi dari BMKG seminggu sebelumnya terjadi hujan lebat/ekstrem di area DAS Bendungan Sadawarna
- Dilakukan penurunan muka air waduk dengan target elevasi muka air normal (MAN) yaitu +80.00 m ke elevasi +77.19 m dalam waktu ≤ 7 hari melalui pintu penglepasan dini yang dibuka penuh, kemudian elevasi muka air waduk dijaga di elevasi +77.19 m, sampai berakhirnya hujan lebat/extrim.
- Pantauan hujan lebat/ekstrem tidak terjadi kenaikan debit *inflow* (indikasi debit banjir berakhir) diperoleh dari data AWLR di hulu waduk, kemudian pintu penglepasan dini ditutup hingga inflow waduk kembali ke rata-rata sebelum terjadi banjir.
- Jika debit banjir yang terjadi lebih besar dari Q_{25} atau elevasi muka air waduk mencapai +82.00, maka pintu penglepasan dini dibuka penuh untuk meningkatkan debit *outflow* yang lebih besar dari Q_{25} (misal: Q_{50} , Q_{100} atau Q_{PMF}), maka dimulai dengan prosedur rancangan tindak darurat (RTD).
- Ketika debit *inflow* sudah mulai turun dan mendekati debit rata-rata sebelum kejadian banjir. Pintu penglepasan dini tetap ditutup dan dipersiapkan untuk penglepasan dini berikutnya berdasarkan peringatan dini dari BMKG
- Selain peringatan dari BMKG, perlu dilakukan analisis hubungan antara curah hujan dengan kemungkinan puncak banjir yang akan terjadi, yaitu analisis hidrograf banjir. Hal ini mengindikasikan saat peringatan dini ditentukan, atau sistem operasi pintu penglepasan dini diaplikasikan.

Bendungan Kuningan

Bendungan Kuningan membendung Sungai Cikaro (anak Sungai Cijalengkok) yang nantinya akan menjadi sumber air bagi Daerah Irigasi Cileuweung seluas 1.000 hektar dan Daerah Irigasi Cijangkelok seluas 2.000 hektar. Disamping itu, juga memberikan manfaat sebagai pengendalian banjir, air baku dengan kapasitas 300 liter/detik dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sebesar 535,60 Kva. Bendungan Kuningan terletak pada koordinat $105^{\circ}20'$ - $108^{\circ}47'$ Bujur Timur dan $6^{\circ}45'$ - $7^{\circ}12'$ Lintang Selatan. Lokasi pembangunan Bendungan / Waduk Kuningan terletak di daerah sungai Cikaro dengan Luas DAS Cisanggarung adalah 1.325 km². Lebih lanjut bendungan ini dijelaskan seperti dalam Gambar 11 berikut ini.



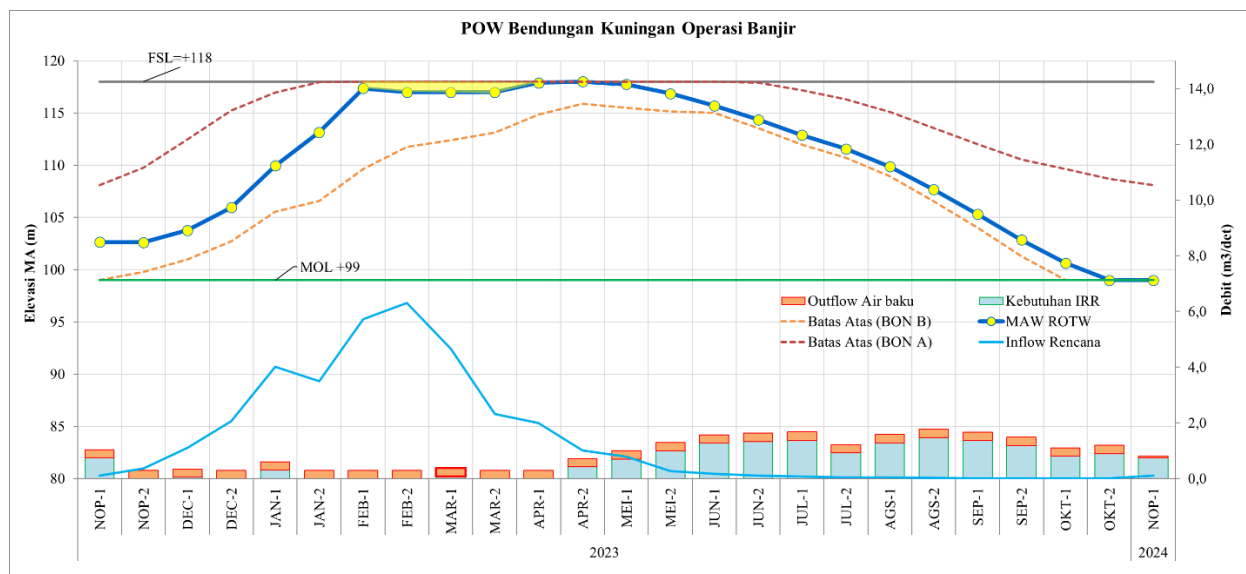
Gambar 11. Pandangan Atas Bendungan Kuningan Sebelum Terisi Air

Yang menjadi perhatian pada bendungan ini, antara lain:

Tepat di hilir bendungan utama terdapat perumahan yang belum dibebaskan sampai saat ini

Bendungan Kuningan memiliki pelimpah utama tipe Ogee tanpa pintu dengan kapasitas $Q_{1000} = 73,2 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{PMF} = 203,62 \text{ m}^3/\text{det}$, elevasi mercu +118.00 m dengan panjang 20.00 m (melengkung) dan panjang saluran peluncur 73.00 m dengan tipe peredam energi USBR Tipe II modifikasi. Juga terdapat pelimpah darurat yang terletak di samping bendungan pelana, tipe fuse plug dengan lebar 25 m, dinding fuse plug dari beton bertulang di bagian kiri dan lantai beton dengan timbunan sirtu (pasir campur batu) pada tubuh fuse plug. Elevasi puncak lantai beton +120.00 m di atas lantai beton ini diberi timbunan sirtu hingga elevasi +121.00 m. Dengan struktur timbunan sirtu ini diharapkan jika terjadi banjir sampai elevasi +121.00 m, maka timbunan sirtu pada tubuh fuse plug akan jebol sehingga overtopping melalui puncak bendungan utama (+122.00 m) dapat dihindari.

Untuk mengoptimalkan reduksi banjir, maka ketika informasi dari BMKG akan terjadi hujan lebat/ekstrim, maka muka air waduk diturunkan melalui pengeluaran intake dari elevasi mercu pelimpah utama +118.00 m menjadi +117.00 m untuk tampungan air banjir. Setelah situasi banjir berlalu, maka elevasi dijaga sesuai POW yang telah ditetapkan (Gambar 12).



Gambar 12. Pola Operasi Waduk Kuningan dengan Pengelepasan Dini

Pembahasan dan diskusi

Dari dua studi kasus yang berbeda, maka sistem manajemen OP yang terkait dengan situasi banjir maupun darurat menentukan SOP operasi, SOP pemantauan, SOP pemeliharaan dan SOP situasi banjir dan darurat yang berbeda. Bendungan Sadawarna memiliki pintu penglepasan dini untuk operasi banjir dan pengeluaran dasar (*bottom outlet*) untuk operasi darurat yang membutuhkan pengosongan air waduk. Lain halnya dengan Bendungan Kuningan yang tidak mempunyai pintu penglepasan dini, tetapi tetap dapat mengoperasikan situasi banjir dengan penglepasan dini air waduk yang diturunkan melalui pengeluaran dari intake yang dibuka penuh. Namun dalam operasi darurat untuk mengosongkan air waduk tidak dapat dilakukan karena tidak memiliki *bottom outlet*. Operasi darurat yang dilakukan melalui pelimpah darurat, sifatnya untuk menjaga agar muka air waduk tidak sampai *overtopping* di atas bendungan utama.

Surat edaran nomor 02/SE/D/Tahun 2023, yang mengatur tentang pedoman organisasi dan tata kerja unit pengelola bendungan di direktorat jenderal sumber daya air, juga perlu diperhatikan dan menjadi pedoman dalam mempersiapkan sistem manajemen operasi dan pemeliharaan, bendungan Sepaku Semoi yang akan menjaga kelestarian hutan kota di IKN. Secara rinci telah dijelaskan dalam surat



edaran tersebut terkait organisasi UPB, tata kerjanya yang juga termasuk SOP dari operasi, pemantauan dan pemeliharaan, serta situasi darurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem manajemen operasi dan pemeliharaan konstruksi Bendungan Sepaku Semoi yang memperhatikan pola operasi waduk dengan beberapa SOP nya, akan menjamin keamanan konstruksi bendungan sehingga fungsi sebagaimana ditetapkan tetap terjaga dan berkelanjutan, yang pada akhirnya mampu menjaga kelestarian hutan kota Di Ibu Kota Nusantara (IKN).

Saran

Untuk menetapkan SOP yang diperlukan maka karakteristik dari bendungan perlu diperhatikan pula, terkait pola operasi dalam situasi normal, banjir maupun darurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga Anugrah dan Taufiqurrahman Imam, 2019. Sistem Pemantauan Ketinggian Permukaan Air Berbasis Wireless pada Model Miniatur Bendungan. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*. Vol. 03, No. 01, Oktober, 2021. 53-61. ISSN: 2720-989X.
- Anonim, 2015. Permen PUPERA No 27/PRT/M/2015 Tentang Bendungan
- Anonim, 2023. SE 02/SE/D/Tahun 2023, tentang Pedoman Organisasi dan Tata Kerja Unit Pengelola Bendungan di Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Gunawan Gugun, Setiadi Ervin, Maulana Hidar, Supratno Setyo, 2022. Sistem Monitoring Bendungan Air Berbasis Internet of Things. *Prosiding NCIET Vol.3. B103-B114 (2022)*. 3rd National Conference of Industry, Engineering and Technology 2022. Semarang, Indonesia.
- Hassan Muh Omar, Fatahillah Muh Aldhy, Fahresi Muh Devan, Kaswar Andi Baso, 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Manajemen Bendungan Berbasis IOT. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, Vol. 17, No. 3, 112-116. p-ISSN:1907-1728, e-ISSN:2721-9100
- Herudjito Anom S dan Kusumaningrum Diah, 2022. Peningkatan Kapasitas BUMN Pengelola Air dalam Tantangan Melaksanakan Operasi Pemeliharaan Bendungan & PLTA di Indonesia. *Jasa Tirta II*. <https://u.pcloud.link/publink/show?code=XZtpJbVZblriVsHYvU0X28fCurt4vJx2k17X>. [diakses 20 April 2023]
- Lestari Novi, 2018. Rancang Bangun Monitoring Bendungan Otomatis Berbasis Web pada Bendungan Irigasi di Desa G2 Dwijaya Kecamatan Tugumulyo Kabupaten Musi Rawas. *Jusikom : Jurnal Sistem Komputer Musirawas Vol 3 No. 2*. 103-114.
- Mahardika, Sidik Ahmad dan Hermawan Fandy Dwi, 2019. Database Common Data Environment untuk Penyiapan Operasi dan Pemeliharaan pada Bendungan. Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, Sub Tema: Pengamatan/Pemantauan Pembacaan Instrumentasi, Pengolahan Data Bendungan dan Penyiapan Operasi Pemeliharaan.
- Mayasari Reni, Irawan Edi dan Nugraha Budi, 2019. Pengelolaan DAS Citarum Secara Holistik serta Optimasi dalam Pengoperasian Bendungan Kaskade Citarum. Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, “Tantangan Penyelesaian Pembangunan dan Pengelolaan 65 Bendungan Serta Keberlanjutan Program di Masa Mendatang”, Jakarta 3 – 5 Oktober 2019. Sub Tema: Pembangunan dan Pengelolaan Bendungan.
- Mersianty, 2015. Penilaian Kondisi Bendungan Studi Kasus Bendungan Manggar. *Jurnal Teknologi Terpadu No.1 Vol. 3*. ISSN 2338 – 6649. DOI: <https://doi.org/10.32487/jtt.v3i1.48>
- Misnawati, Nas Mardhiyah, Fadlia, Marsing Megha Rahmawaty, 2021. Prototipe Pemantauan Level Air Pada Bendungan Berbasis IOT. *Journal of Applied Smart Electrical*. Vol 1. No. 2. 63-69. ISSN Media Elektronik: 2723-5467. <http://journal.isas.or.id/index.php/JASENS>

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

- Muchlis Anang, Erryanto Sandi, Nellawaty dan Dwicahyo Indrasto, 2019. Kajian Garis Batas Sempadan Waduk sebagai Perlindungan dan Pelestarian Waduk (Studi Kasus Bendungan Lempake). Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, Sub Tema: Sempadan Waduk.
- Prasetio Abdul Muis, 2019. Penerapan Robotic Online Monitoring Berbasis Website pada Pemantauan Deformasi Permukaan Bendungan Karebbe. Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, Sub Tema: Teknologi Terbaru pada Survey dan Investigasi untuk Keberlanjutan Bendungan.
- Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2017. Modul Pengaturan dan Konsepsi Keamanan Bendungan. Kementerian PUPR-BPSDM.
- Rinaldi Aris, Mulyono Joko dan Mudjiadi, 2019. Sumber Daya Manusia Unggul: Peluang dan Tantangan dalam Operasi Dan Pemeliharaan Bendungan. Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, Sub Tema: Penyiapan Operasi dan Pemeliharaan
- Rinaldi Aris, 2021. Manajemen Sumber Daya Manusia dalam Operasi dan Pemeliharaan Bendungan di Wilayah Sungai Bengawan Solo. Karya Tulis Ilmiah - Simantu Kementerian PUPR. https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/198804282018021002/post/20210728125827__F__2107_Aris_Rinaldi_Manajemen_SDM_Bendungan.pdf [diakses 26 April 2023].
- Subianto, Irawan Paulus Lucky Tirna, Hanadam Shenata dan Hanadam Shienjaya, 2019. Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Air Bendungan Untuk Pengendalian Banjir. SMATIKA Jurnal 09 (01): 39-44. DOI: 10.32664/smatika.v9i01.247.
- Widadi Ismail, Purnomo Arie Bayu Purnomo dan William, 2019. Kajian Kegagalan Bendungan Berdasarkan Tipe Bendungan dan Skenario Kegagalan. Disampaikan dalam rangka Seminar Nasional Bendungan Besar Tahun 2019, Sub Tema: Kelalaian dan Bencana Akibat Bendungan.