

INTISARI

Waduk Wonogiri mengalami permasalahan sedimentasi yang sangat parah, sehingga menimbulkan permasalahan operasional, terutama pembukaan pintu *intake* untuk melakukan *release* air sesuai kebutuhan dan penurunan kapasitas tampungan efektif waduk. Sumber *inflow* sedimen terutama berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Kedung sebagai DAS terbesar di Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Wonogiri yang memiliki laju erosi lahan cukup tinggi. Untuk mengatasi persoalan sedimentasi telah dibangun *closure dike* yang dilengkapi dengan *overflow dike*, *connecting channel* dan *spillway* baru dengan dua pintu air untuk mengoptimalkan kinerja pemenuhan kebutuhan air dan pengendalian banjir. Setelah adanya bangunan pengendali sedimen tersebut kondisi tampungan Waduk Wonogiri terpisah menjadi tampungan utama (*Main Reservoir*/MR) dan tampungan untuk sedimen (*Sediment Storage Reservoir*/SSR). Oleh karena itu perlu dilakukan pemutakhiran pedoman operasi waduk agar fungsi pemenuhan semua kebutuhan air, pengendalian banjir dan pengendalian sedimen dapat disesuaikan dengan perubahan kondisi waduk tersebut dengan hasil yang maksimal.

Pada penelitian ini dilakukan telaah ilmiah dengan fokus evaluasi kinerja pengendalian banjir dari aspek keamanan Bendungan Wonogiri dan risiko banjir di daerah hilir bendungan. Prosedur analisis yang dilakukan adalah simulasi penelusuran banjir di waduk menggunakan aturan operasi waduk periode banjir dengan *Control Water Level* (CWL) +135,80 m dan +136,30 m (Nippon Koei. Co. Ltd., 2016), data karakteristik tampungan waduk terkini serta data teknis *closure dike*, *overflow dike* dan *spillway* baru. Selanjutnya hidrograf *outflow* waduk total untuk *inflow* banjir rancangan kala ulang 60 dan 500 tahun serta *Probable Maximum Flood* (PMF) digunakan sebagai kondisi batas hulu pada hitungan simulasi penelusuran aliran banjir *unsteady flow* pada ruas Sungai Bengawan Solo dari hilir Bendungan Wonogiri sampai dengan Pos Duga Air Jurug di Kota Surakarta menggunakan software HEC-RAS Versi 4.1.0. Hasil kedua hitungan simulasi penelusuran banjir tersebut digunakan untuk evaluasi kondisi keamanan Bendungan Wonogiri terhadap risiko terjadinya *overtopping* dan untuk identifikasi daerah yang rawan banjir di sepanjang ruas sungai yang ditinjau.

Hasil simulasi penelusuran banjir di waduk dengan durasi 96 jam dan *time step* 15 menit menunjukkan bahwa penggunaan kedua opsi CWL berisiko terjadinya *overtopping* dan debit *outflow* waduk maksimum untuk PMF melampaui batas yang direncanakan.



Kondisi kerawanan bendungan dan daerah hilir bendungan ini ditunjukkan dengan elevasi muka air waduk yang belum dapat kembali pada CWL di akhir waktu hitungan simulasi, *freeboard* tidak memenuhi ketentuan keamanan bendungan (kurang dari 1,25 m) dan elevasi muka air waduk maksimum melebihi *Extra Flood Water Level* (EFWL). Pada penelitian ini telah dilakukan simulasi penelusuran banjir dengan menggunakan usulan pemutakhiran aturan operasi waduk pada batas elevasi muka air waduk untuk mulai membuka pintu *spillway* eksisting dan pembukaan penuh (*full opening*) pintu *spillway* baru agar *recovery* muka air waduk dapat kembali pada CWL. Hitungan simulasi penelusuran aliran banjir di ruas sungai hilir Bendungan Wonogiri menggunakan *baseflow* sebagai debit *lateral inflow* karena fokus kajian pada penelitian ini adalah dampak banjir di bagian hulu waduk, sehingga diasumsikan pada wilayah hilir waduk tidak terjadi hujan ekstrim. Hasil simulasi menunjukkan bahwa untuk debit *outflow* akibat *inflow* banjir rancangan Q_{60} terjadi luapan banjir setelah titik hulu (hilir Bendungan Wonogiri pada *river station* 889) sampai dengan sebelum *inline structure* berupa Bendung Colo, sedangkan debit *outflow* akibat *inflow* banjir rancangan Q_{500} juga terjadi luapan banjir setelah titik hulu sampai dengan sebelum Bendung Colo kemudian terjadi luapan banjir lagi di *river station* 742 sampai dengan titik hilir yaitu bawah Jembatan. Jika kondisi batas hulu yang digunakan adalah debit *outflow* PMF akan terjadi luapan banjir di sepanjang hilir Waduk Wonogiri sampai dengan Pos Duga Air Jurug.

Kata kunci: *Main Reservoir*, *Sediment Storage Reservoir*, *Control Water Level*, *overtopping*, *freeboard*, keamanan bendungan

ABSTRACT

Sedimentation concern at the Wonogiri Reservoir is causing operational difficulties, most notably opening the intake gate to release water when needed and reducing the reservoir's effective storage capacity. The source of sediment inflow mainly comes from the Keduang watershed, the largest watershed in the Wonogiri Reservoir catchment area, which has a high rate of land erosion. To address the sedimentation issue, a closure dike was constructed that includes an overflow dike, a connecting canal, and a new spillway with two sluice gates to enhance water supply and flood control performance. Following the construction of the sediment control structure, the Wonogiri reservoir was divided into the main reservoirs (MR) and the sediment storage reservoir (SSR). As a result, reservoir operating rules need to be updated to make sure that the functions of supplying all water needs, controlling floods, and managing sediment can be changed in the most effective way possible when reservoir conditions change.

A scientific assessment was conducted in this study with the objective of analyzing flood control performance from the perspective of the Wonogiri Dam's safety and flood risk in the dam's downstream area. The analytical technique included a reservoir flood routing with Control Water Levels (CWL) of +135.80 m and +136.30 m (Nippon Koei Co., Ltd., 2016), reservoir storage characteristics data, and up-to-date technical data for closure dike, overflow dike, and new spillway. Additionally, the total reservoir outflow hydrographs for the 60 and 500 year design flood inflows, as well as the Probable Maximum Flood (PMF), were used as upstream boundary conditions in the simulation of channel routing with unsteady flow condition on the Bengawan Solo River reach from downstream of the Wonogiri Dam to the water level gauge station of Jurug in Surakarta City. To figure out how safe Wonogiri Dam is from overtopping risk and which parts of the river reach are likely to flood, the results of two flood routing simulations are used. The results of a simulation of reservoir flood routing over a 96-hour period with a 15-minute time step reveal that both CWL alternatives have a high risk of overtopping and that the maximum reservoir outflow discharge for PMF exceeds the intended limit. The dam's vulnerability and the downstream region's are indicated by the reservoir water level recovery, the freeboard not fulfill dam safety criteria (less than 1.25 m), and the maximum reservoir water level exceeding the Extra Flood Water (EFWL). A flood routing simulation was conducted in this study using the proposed updating of the reservoir



operating rules at the reservoir water level elevation limit to initiate partial opening of the existing spillway gate and complete opening of the new spillway gate to allow the reservoir water level to recover to CWL. Because the focus of this research is on the impact of flooding in the reservoir's upstream area, it is assumed that there is no heavy rain in the reservoir's downstream region. The simulation results indicate that flooding occurs after the upstream point (downstream of the Wonogiri Dam at river station 889) and before the inline structure of the Colo Weir for the outflow discharge caused by the flood inflow of the design Q_{60} , whereas flooding occurs after the upstream point for the outflow discharge caused by the flood inflow of the design Q_{500} before the Colo Dam, then another flood overflowed at river station 742 up to the downstream point undetermined. If PMF outflow discharge is employed as the upstream boundary condition, a flood will occur downstream of the Wonogiri Reservoir up to the Jurug water level gauge station.

Keywords: Main Reservoir, Sediment Storage Reservoir, Control Water Level, overtopping, freeboard, dam safety