



OPTIMASI OPERASI IRIGASI PADA KONDISI DARURAT PASCA BENCANA GEMPA DI DAERAH IRIGASI GUMBASA, SIGI, SULAWESI TENGAH

OPTIMIZATION OF IRRIGATION OPERATION DURING EMERGENCY SITUATION POST EARTHQUAKE EVENT IN GUMBASA IRRIGATION SYSTEM, SIGI, CENTRAL SULAWESI

Oleh:

Haryo Istianto¹⁾✉, Hanhan A. Sofiyuddin¹⁾

¹⁾Balai Litbang Irigasi, Puslitbang Sumber Daya Air, Kementerian PUPR
Jl. Cut Meutia, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

Korespondensi Penulis, email: ✉haryoistianto@gmail.com

Naskah ini diterima pada 29 Oktober 2019; revisi pada 16 Desember 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 30 Desember 2019

ABSTRACT

Earthquake incident in Sigi District, Central Sulawesi has damaging the Gumbasa Irrigation Scheme. Rehabilitation of irrigation network will be carried out gradually starting at first stage from the intake until the canal section of BGKn 8 (Sibalaya) which affected by the liquefaction. Irrigation operations need to be carried out gradually for the section which has been rehabilitated and ready to be operated so that the local community can immediately grow crops and not lose their livelihood. Nevertheless, the service area and required canal discharge will be much lower than the design so it will cause some water distribution problems. This research was conducted to formulate a pattern of irrigation operations in Gumbasa Irrigation Scheme during emergency situations where the canal discharge is significantly lower than the designed. Research was conducted by means of data collection and formulation of irrigation operation scenarios through hydraulic simulation. Simulated scenario was an operation without optimization, optimization by using existing sluice gate, and optimization using the skot beam. The results showed that irrigation operation without optimization can not be done because the elevation of water can not rise and flows to the secondary canal due to the large primary canal dimension. The use of a sluice gate optimization can only elevate water elevation generally by 1 m from the base of the canal. In addition, closing the sluice gate can result in overflow in some canal segment. In the last scenario, utilization of the skot beam for optimization is the best solution. Skot beams can elevate water at the required height. Skot beam is a quite good infrastructure for a temporary irrigation operation where the water level can be adjusted even though the discharge is relatively small.

Keywords: *optimization, irrigation system, skot beam, sluice gate, water level, DUFLOW*

ABSTRAK

Kejadian bencana gempa di Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah telah merusak Daerah Irigasi Gumbasa. Rehabilitasi jaringan irigasi akan dilaksanakan secara bertahap dimulai pada tahap I dari bendung hingga ke ruas saluran di BGKn 8 (Sibalaya) yang terdampak likuifaksi. Operasi irigasi perlu dilakukan secara bertahap pada jaringan irigasi yang telah selesai direhabilitasi dan siap diairi sehingga masyarakat sekitar dapat segera bercocok tanam dan tidak kehilangan mata pencaharian. Namun demikian, luas layanan dan debit yang diperlukan jauh lebih rendah dibandingkan desain sehingga akan mengakibatkan beberapa kendala distribusi air. Penelitian ini dilakukan untuk merumuskan pola operasi irigasi DI Gumbasa pada kondisi darurat dimana debit yang dialirkan jauh lebih kecil dibandingkan debit rencana. Penelitian dilakukan dalam bentuk pengumpulan data dan perumusan skenario operasi irigasi melalui simulasi hidraulik. Skenario yang disimulasikan adalah operasi tanpa optimasi, optimasi operasi irigasi dengan menggunakan pintu sorong eksisting, dan optimasi operasi irigasi menggunakan skot balok. Berdasarkan hasil permodelan, operasi irigasi tanpa optimasi tidak dapat dilakukan karena elevasi air tidak dapat naik dan mengalir ke saluran sekunder dikarenakan besarnya dimensi saluran primer. Optimasi penggunaan pintu sorong hanya dapat meninggikan elevasi air sekitar 1 m dari dasar saluran. Selain itu jika optimasi dilakukan dengan penutupan pintu sorong secara total dapat mengakibatkan air melimpas keluar di beberapa lokasi. Pada skenario terakhir pemanfaatan skot balok untuk optimasi merupakan solusi yang terbaik. Skot balok dapat meninggikan air pada ketinggian yang dibutuhkan. Skot balok adalah bangunan yang cukup baik untuk pengatur muka air sementara dimana ketinggian muka air dapat diatur walaupun debit yang mengalir relatif kecil.

Kata kunci: *optimasi, jaringan irigasi, skot balok, pintu sorong, elevasi muka air, DUFLOW*

I. PENDAHULUAN

Daerah Irigasi (DI) Gumbasa berada di Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah, daerah layanannya meliputi Kabupaten Sigi dan Kota Palu. Berdasarkan Permen PUPR Nomor 14/PRT/M/2015, DI Gumbasa berada dalam kewenangan pusat dengan luasan 8.180 ha. Rehabilitasi DI Gumbasa adalah salah satu dari tujuh Proyek Strategis Nasional (PSN) pembangunan irigasi dan bendung dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan nasional. Keberadaan DI Gumbasa sangat penting baik dalam hal pemenuhan kebutuhan pertanian maupun ekonomi masyarakat. Dengan adanya suplai air dari DI Gumbasa, petani dapat menanam padi rata-rata dua kali dalam setahun dan apabila air dikelola dengan baik dapat ditingkatkan hingga 3 kali (Irawan *et al.*, 2013). Suplai air irigasi yang baik di DI Gumbasa memungkinkan pendapatan petani menjadi lebih tinggi (Muzdalifah, 2014).

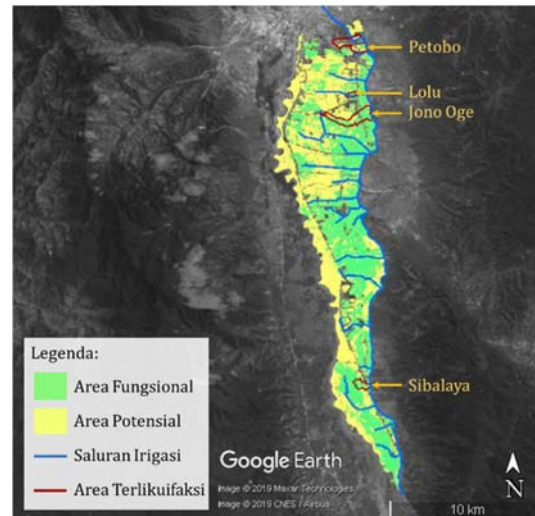
Peristiwa Gempa Bumi tanggal 28 September 2018 tepatnya pukul 18.02 WITA dengan Magnitudo 7,4 pada Kedalaman 10 km dpl di Palu-Sigi-Donggala Propinsi Sulawesi Tengah mengakibatkan kerusakan bangunan dan saluran irigasi DI Gumbasa. Kerusakan lebih parah diakibatkan oleh likuifaksi di beberapa lokasi yang menyebabkan saluran terputus dan lahan fungsional rusak. Lokasi likuifaksi terparah terdapat di Petobo, Lolu, Jono Oge, dan Sibalaya yang menyebabkan pergerakan lateral maksimal ratusan hingga ribuan meter (Bradley *et al.*, 2019; Watkinson & Hall, 2019). Peta lokasi likuifaksi dapat dilihat pada Gambar 1.

Likuifaksi merupakan salah satu dampak dari gempa dalam zona material tertentu. Idriss & Boulanger (2006) mengatakan bahwa likuifaksi adalah suatu peristiwa perubahan tanah dari fase padat menjadi fase cair akibat kenaikan tekanan air pori dalam rongga tanah. Wilayah yang umumnya terjadi likuifaksi adalah daerah dengan kondisi endapan pasir, lanau dan memiliki karakter granular jenuh air dengan kepadatan rendah, non kohesif, tekanan air pori dalam sedimen matrik, muka air tanah dangkal yang berada pada lokasi pergerakan permukaan ko-seismik melebihi nilai batas ambangnya karena adanya getaran tanah seketika akibat gempa bumi (Iwasaki, Arakawa, & Tokida, 1984).

Peristiwa likuifaksi dapat menimbulkan amblesan, keruntuhan, *tilting* pada bangunan, *ground cracking*, selongsoran, dan kerusakan sarana publik. Sebagai contoh saat gempa bumi Kobe 1995, Turki 2002, Taiwan 1999, India 2001, Maumere 1 Desember 1992, Aceh dan Nias 26 Desember 2004, Bengkulu, 2000, Yogyakarta 27

Mei 2006 yang diikuti dengan fenomena peristiwa likuifaksi.

Likuifaksi yang terjadi di DI Gumbasa ini menyebabkan terputusnya saluran primer sehingga area yang dapat diairi menurun dari 8.180 ha menjadi seluas 878 Ha. Gambaran kondisi likuifaksi yang terjadi di saluran primer (Sibalaya) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Peta Lokasi Likuifaksi di DI Gumbasa



Gambar 2 Lokasi Likuifaksi di Sibalaya

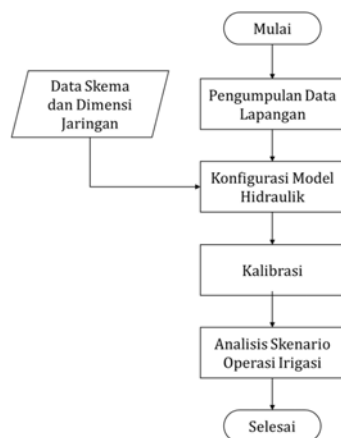
BWS Sulawesi III melaksanakan rehabilitasi jaringan irigasi secara bertahap. Tahap I dilakukan mulai dari bendung hingga ke ruas saluran di BGKn 8 (Sibalaya) yang terdampak likuifaksi. Operasi irigasi pun perlu dilakukan secara bertahap pada jaringan irigasi yang telah selesai direhabilitasi dan siap diairi sehingga masyarakat sekitar dapat segera bercocok tanam dan tidak kehilangan mata pencaharian. Namun demikian, luasan lahan yang dapat diairi pada Tahap I hanya sekitar 10% dari total luasan daerah irigasi. Hal ini dapat

berdampak terhadap kondisi hidrolis saluran dimana debit yang dialirkan jauh lebih kecil dibandingkan debit desain sehingga muka air saluran tidak akan mencapai muka air rencana. Pada kondisi ini, distribusi air ke jaringan sekunder atau tersier akan terganggu.

Penelitian ini dilakukan untuk merumuskan pola operasi irigasi DI Gumbasa pada kondisi darurat, dimana debit yang dialirkan jauh lebih kecil dibandingkan debit rencana. Penelitian dilakukan dalam bentuk pengumpulan data dan perumusan skenario operasi irigasi melalui simulasi hidraulik. Simulasi hidraulik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak DUFLOW. DUFLOW dipilih pada studi kasus ini karena kemampuannya dalam mensimulasikan kondisi hidraulik dan kemudahan penggunaan (STOWA, 2005).

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam upaya tanggap bencana gempa dan likuifaksi. Dengan demikian, metode yang dipilih mempertimbangkan ketersediaan data yang ada, kecepatan, dan kemudahan analisis. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan seperti yang tergambar pada Gambar 3. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data baik data sekunder dari BWS Sulawesi III maupun data kondisi eksisting berdasarkan survey lapangan. Data tersebut kemudian digunakan untuk mengkonfigurasi model hidraulik menggunakan perangkat lunak DUFLOW. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan akurasi model hidraulik. Selanjutnya, analisis skenario dilakukan melalui simulasi dalam model hidraulik untuk menyusun rekomendasi langkah operasi irigasi yang perlu dilakukan.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data sekunder meliputi beberapa data yang diperlukan untuk analisis, yaitu:

1. Data debit intake eksisting

Data debit yang digunakan adalah data yang sudah diaplikasikan di lapangan. Data debit yang tersedia adalah data debit di papan operasi dan hasil wawancara dengan petugas operasi dan pemeliharaan irigasi.

2. Data penampang melintang dan memanjang

Data penampang melintang dan memanjang didapatkan dari data *as built drawing* hasil kegiatan rehabilitasi/perbaikan terakhir yaitu kegiatan pada tahun 2017 oleh BWS Sulawesi III.

3. Data muka air

Data muka air yang dipakai adalah muka air normal yang sudah diaplikasikan di lapangan. Data ini didapat dengan cara melihat bekas warna tinggi muka air pada dinding saluran. Pendekatan ini dipilih karena tidak terdapat data historis dan saluran dikeringkan setelah gempa sehingga ketinggian air tidak dapat diukur secara langsung.

4. Kekasaran saluran

Kekasaran saluran direpresentasikan sebagai parameter koefisien Chezy. Besaran nilai koefisien Chezy tergantung pada karakteristik aliran dan kekasaran saluran (Sujatmiko, 2006). Koefisien kekasaran Chezy awal yang digunakan adalah sebesar 40 yaitu kondisi saluran lama yang mulai mengalami kerusakan sebagaimana tampak pada Gambar 4.

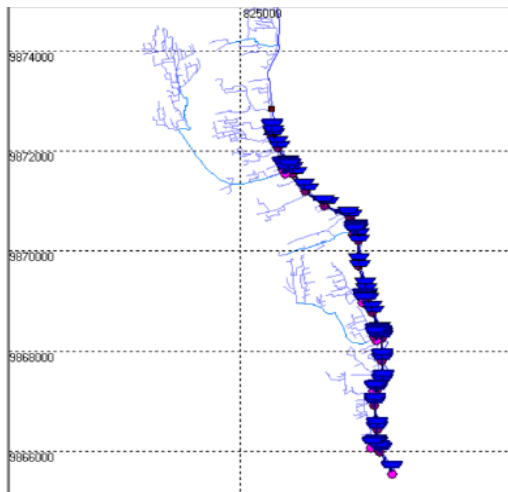


Gambar 4 Kondisi Saluran Irigasi DI Gumbasa

2.2. Konfigurasi Model Hidraulik

Saluran Primer DI Gumbasa mulai BGKn 1c - BGKn 7 merupakan saluran buatan dengan tipikal saluran trapesium. Pada kasus ini perilaku hidraulik dari saluran primer ini akan analisis dengan simulasi hidraulik sehingga kondisi aliran berupa debit, kecepatan, dan elevasi muka air dapat dianalisis. Simulasi hidraulik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak DUFLOW. Sebagai model hidraulik satu dimensi, DUFLOW memiliki kemampuan untuk mensimulasikan aliran *unsteady flow* pada saluran terbuka. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, saluran dan bangunan air dapat langsung dimodelkan, dianalisa dan dievaluasi. DUFLOW banyak digunakan dalam analisis hidraulik saluran irigasi dan pengembangan skenario operasi aliran (de Sousa, Wambua, Raude, & Mutua, 2019; Gammal & Ali, 2011; Noha, S. A. M., M. M., & Heba, K, 2017; Situngkir, 2016; Theol, Jagers, Suryadi, & Fraiture, 2019). Dalam DUFLOW, perubahan elevasi air dan debit dianalisis dengan menggunakan rumus St. Venant yaitu kontinuitas dan momentum (Clemmens, Holly, & Schuurmans, 1993).

Pada model DUFLOW, skema jaringan primer BGKn 1c – BGKn 7 yang dimodelkan tergambarkan sebagai garis dan titik tinjau yang berasal dari data seperti geometri saluran, bangunan air, pola operasi pintu. Kebutuhan debit yang digunakan adalah dengan memperhitungkan tanaman eksisting yaitu padi. Skematisasi skema jaringan primer BGKn 1c – BGKn 7 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Skematisasi Skema Jaringan Primer BGKn 1c – BGKn 7

Pada permodelan saluran primer dari BGKn 1c - BGKn 7, kondisi batas di hulu saluran induk yang digunakan adalah debit *intake* sebesar 9 m³/s untuk kondisi dengan luas layanan 8.180 ha dan

1,9 m³/s untuk kondisi dengan luas layanan 878 ha, Debit yang keluar pada saluran induk di bangunan bagi didapatkan dari data sekunder skema Jaringan irigasi DI Gumbasa. Bangunan bagi sadap pada saluran induk ini digolongkan menjadi dua yaitu bangunan bagi sadap untuk saluran sekunder (BGKn 3, BGKn 5 dan BGKn 6) dan bangunan sadap tersier (BGKn 1, BGKn 3a, BGKn 3b, BGKn 4a, BGKn 4b, BGKn 5a, BGKn 6a, dan BGKn 6b). Total debit keluar di seluruh bangunan bagi sadap adalah 1,43 m³/s.

2.3. Kalibrasi Model Hidraulik

Ada beberapa kemungkinan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan performa dari suatu model numerik. Pendekatan yang umum untuk mengatasi perbedaan dalam hasil dari suatu model dan meningkatkan akurasi dari hasil di lapangan yang dimodelkan adalah meningkatkan aspek geometri dan atau faktor di rumus perhitungan fisik. Namun, semakin tinggi kompleksitas suatu model tidak selalu dapat menghasilkan hasil yang baik karena keterbatasan data dan kesulitan dalam memprediksi parameter pada model. Pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan kalibrasi melalui konsep *black box model* (Brien & Yang, 2006).

Dalam model DUFLOW konsep *black box model* ini digunakan dengan membuat kondisi semirip mungkin dengan kondisi lapangan dengan merubah nilai kekasaran saluran sehingga hingga elevasi air pada model mendekati elevasi pada lapangan. Tinggi elevasi muka air yang dibandingkan pada penelitian ini adalah pada bangunan BGKn 3, BGKn 5 dan BGKn 6. Diantara berbagai parameter hidraulik suatu saluran, kekasaran saluran merupakan salah satu parameter yang mempunyai peran penting dalam permodelan hidraulik. Kekasaran saluran memiliki nilai yang bermacam-macam tergantung kepada jenis permukaan saluran, tanaman yang menutupi saluran, bentuk dari saluran (Ramesh R., Datta Bithin, Bhallamudi S. Murty, & Narayana A., 2000). Kekasaran saluran bukan merupakan parameter yang tetap namun bervariasi sesuai dengan kondisi saluran sepanjang jaringan irigasi. Kalibrasi nilai kekasaran tersebut banyak dilakukan melalui model hidraulik (Patro, Chatterjee, Mohanty, Singh, & Raghuwanshi, 2009; Usul & Turan, 2006; Vijay, Sargoankar, & Gupta, 2007; Wasantha Lal A. M., 1995).

2.4. Skenario Permodelan

Dalam rangka mendapatkan gambaran karakteristik hidraulik saluran primer DI Gumbasa

dari BGKn 1c - BGKn 7, empat skenario akan disimulasikan di model ini yaitu:

- Skenario 1 : Kondisi sebelum gempa dengan debit 9 m³/s (sebagai dasar kalibrasi model)
- Skenario 2 : Kondisi pasca gempa debit (1,9 m³/s) disesuaikan dengan untuk padi tanpa optimasi
- Skenario 3a : Kondisi pasca gempa debit (1,9 m³/s) dengan optimasi pintu sorong eksisting membuka/ menutup pintu untuk meninggikan muka air
- Skenario 3b : Kondisi pasca gempa debit (1,9 m³/s) dengan optimasi pintu sorong eksisting ditutup dan dilimpaskan dari atas daun pintu pintu
- Skenario 4 : Kondisi pasca gempa debit (1,9 m³/s) dengan menggunakan skot balok

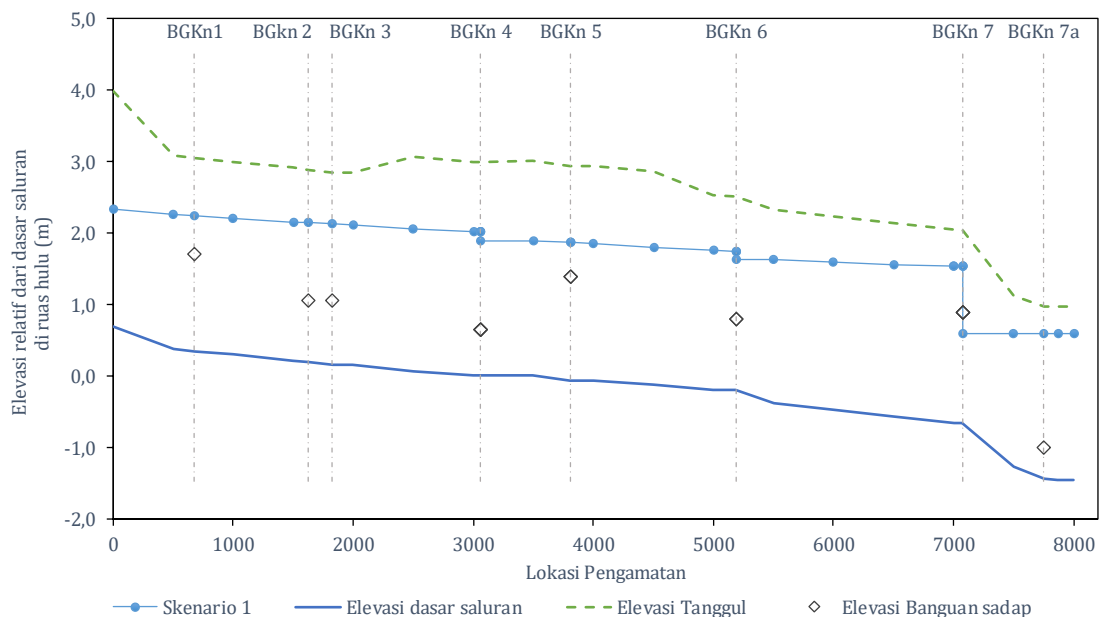
III. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemodelan pada Skenario 1 (Gambar 6), kalibrasi dilakukan sehingga elevasi muka air pada bangunan BGKn 3, BGKn 5, dan BGKn 6 pada model menunjukan kemiripan tinggi elevasi muka air di lapangan. Hasil kalibrasi dan pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 7. Dari hasil kalibrasi tersebut dapat disimpulkan bahwa input parameter pada model numerik telah dapat mewakili kondisi eksisting yang terjadi di lapangan. Elevasi muka air hasil pemodelan pada BGKn 3, BGKn 5, dan BGKn 6 berturut-turut adalah

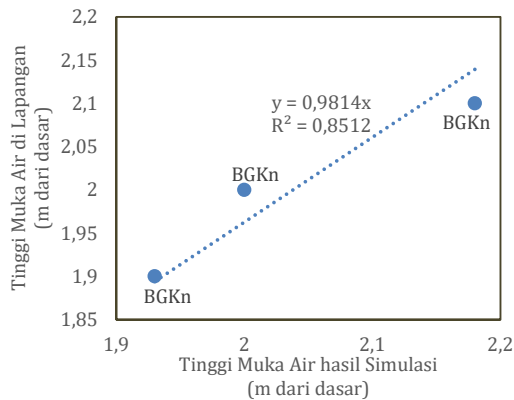
elevasi +2 m, +1,9 m dan +2,1 m dari dasar saluran. Pada skenario ini, jika dibandingkan elevasi muka air ini dengan elevasi dasar bangunan sadap maka semua bangunan sadap dapat terairi dengan baik. Parameter hidrolis pada Skenario 1 ini menjadi input acuan dalam menghasilkan hasil simulasi skenario lainnya.

Dengan terputusnya saluran primer pada lokasi BGKn 8 karena likuifaksi, debit aliran sebesar 9 m³/s ini sudah tidak sesuai lagi untuk diterapkan karena luas layanannya telah berubah. Terputusnya saluran primer di Sibalaya telah menurunkan luas layanan dari 8.180 ha menjadi 878 ha. Jika debit ini tetap dipakai maka kemungkinan besar air yang digunakan akan terbuang dan menyebabkan masalah banjir di hilir yaitu di Sibalaya (BGKn 8).

Dari hasil permodelan Skenario 2 (Gambar 8), dengan luas layanan irigasi lebih kecil yaitu 878 ha dan debit inlet sebesar 1,9 m³/s, terlihat muka air tidak dapat mencapai ketinggian yang direncanakan hal ini disebabkan karena dimensi saluran eksisting terlalu besar jika dibandingkan dengan volume air. Pada Gambar 8, terlihat muka air lebih rendah dari pada elevasi dasar semua bangunan sadap sehingga air tidak dapat mengalir sawah yaitu 0,4 m dari dasar saluran. Pada Skenario ini terlihat bahwa tanpa pengaturan bangunan pengatur debit maka air tidak dapat mengalir ke saluran sekunder. Oleh karena itu perlu dilakukan perubahan pengaturan terhadap bangunan pengatur debit tersebut.



Gambar 6 Hasil Pemodelan pada Skenario 1



Gambar 7 Hasil Kalibrasi Pemodelan

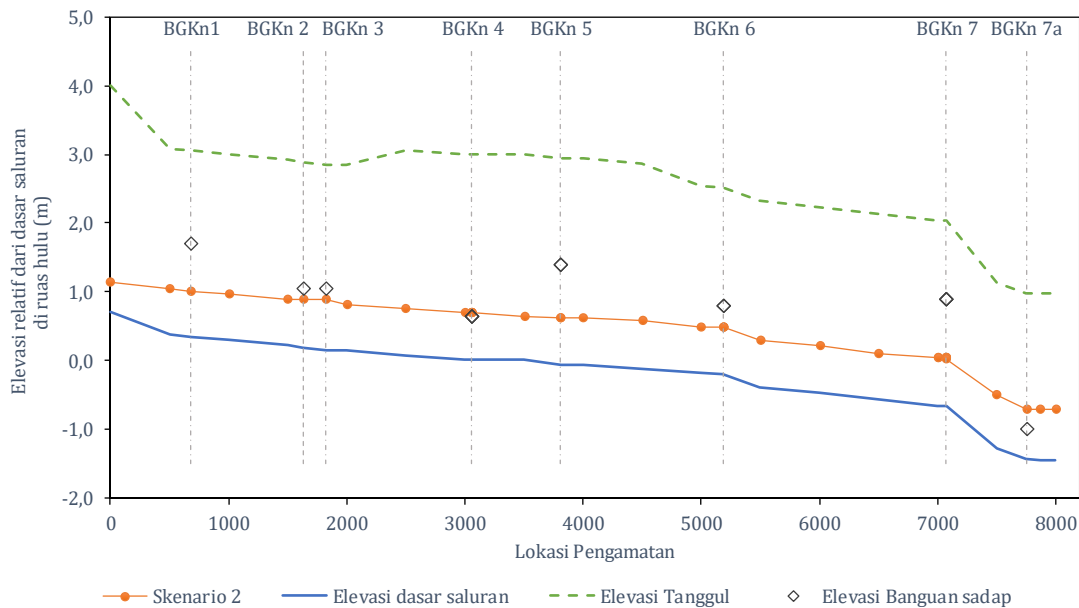
Pada Skenario 3a (Gambar 9), optimasi operasi irigasi dilakukan dengan mengatur bukaan pintu. Bukaan pintu diubah sedemikian rupa melalui metode *trial and error* hingga elevasi muka air dapat mencapai elevasi yang diinginkan. Namun demikian, hal ini tidak dapat tercapai pada bukaan pintu yang sangat kecil (10 cm). Pada Gambar 9 dapat dilihat optimasi penggunaan pintu sorong hanya dapat men ngingikan elevasi air sekitar 1 m dari dasar saluran. Skenario diatas membuktikan bahwa pintu sorong dengan tipe aliran bawah mempunyai karakteristik mengalirkan debit yang besar namun tidak dapat meninggikan muka air dengan baik.

Pada skenario 3b (Gambar 10), optimasi pintu exisiting dengan menutup pintu di tiap bangunan sadap BGKn 3, 5, 6, dan 7 sehingga air mengalir

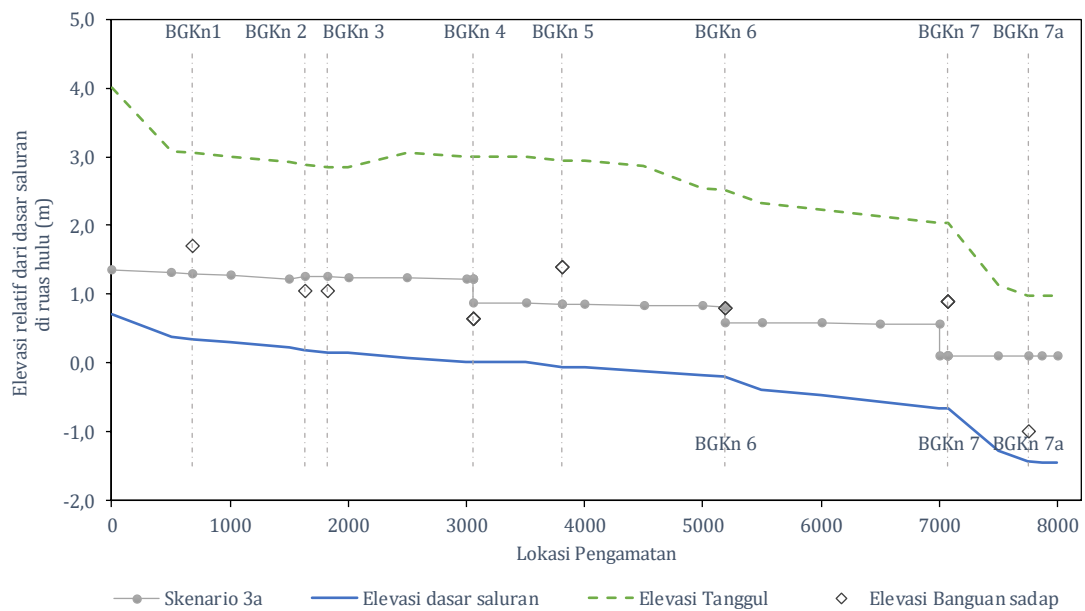
melalui bagian atas pintu. Pola operasi ini dapat meninggikan elevasi muka air melebihi ketinggian yang direncanakan. Hal ini disebabkan karena daun pintu sorong yang ada memiliki tinggi 2,5 m dan sistem pengalirannya berubah dari aliran bawah menjadi sistem melimpas dari atas. Namun demikian berdasarkan hasil simulasi, terdapat tinggi muka air yang melebihi tanggul (melimpas) di ruas dekat BGKn 5 dan 6. Kondisi seperti ini tidak disarankan walaupun dari tersimulasikan muka air lebih tinggi dari pada elevasi dasar semua bangunan sadap sehingga air dapat mengalir sawah.

Pada Skenario 4 (Gambar 11), pengaturan tinggi muka air dilakukan dengan memanfaatkan skot balok pada bangunan BGKn 3, BGKn 5, BGKn 6, dan BGKn 9. Dari hasil permodelan ketinggian Skot balok untuk meningkatkan elevasi muka air sesuai dengan elevasi rencana pada BGKn 3, BGKn 5, BGKn6 dan BGKn 7 berturut-turut adalah 1,75 m, 1,7 m, 1,7 m, dan 1,9 m dari dasar saluran. Dari hasil permodelan, terlihat muka air lebih tinggi dari pada elevasi dasar semua bangunan sadap sehingga air dapat mengalir sawah yaitu sekitar 1,5 m dari dasar saluran.

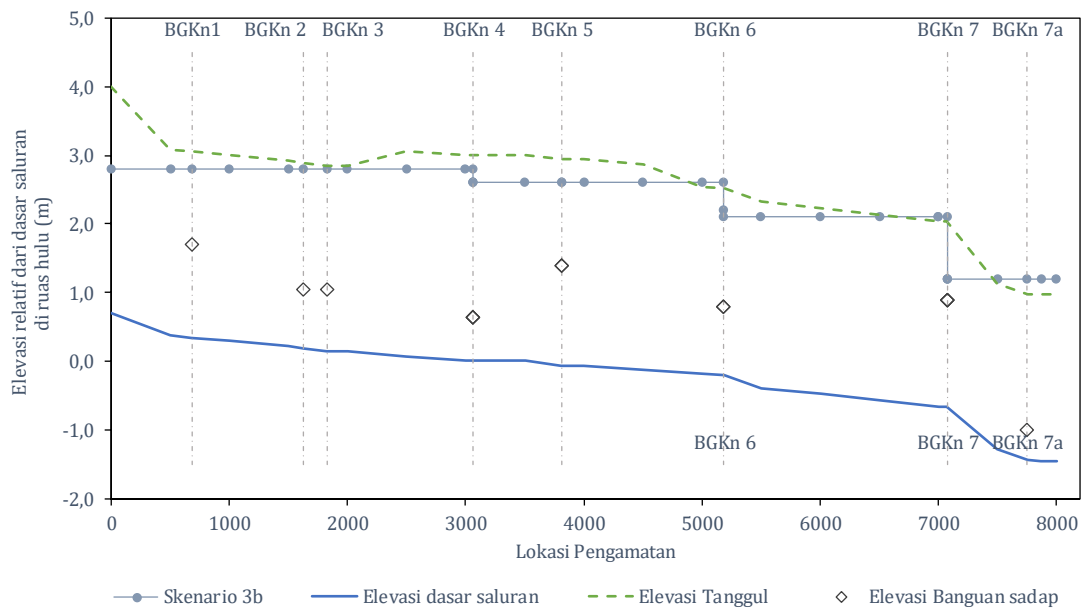
Hasil simulasi keempat skenario dapat dirangkum dalam Tabel 1. Dari keempat skenario, dapat disimpulkan bahwa optimasi operasi irigasi menggunakan skot balok pada Skenario 4 merupakan alternatif yang paling sesuai. Skot balok mudah dipasang dan dioperasikan untuk mengatur muka air pada debit yang jauh lebih kecil dibandingkan debit desain saluran.



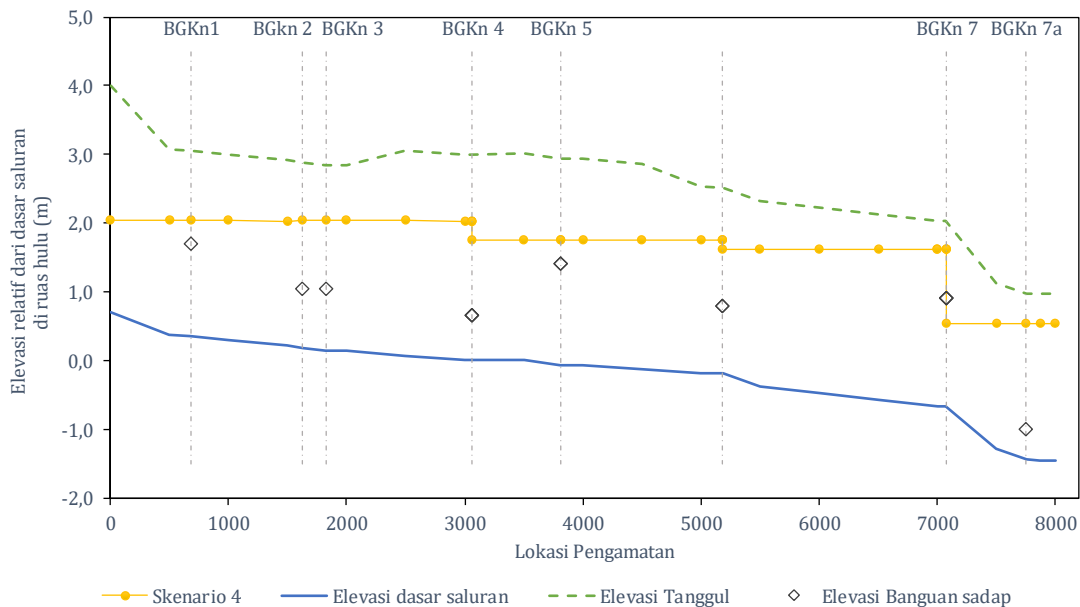
Gambar 8 Hasil Pemodelan pada Skenario 2



Gambar 9 Hasil Pemodelan pada Skenario 3a



Gambar 10 Hasil Pemodelan pada Skenario 3b



Gambar 11 Hasil Pemodelan pada Skenario 4

Tabel 1 Rangkuman Hasil pada Setiap Skenario Pemodelan

Skena-rio	Kondisi	Seluruh Bangunan Sadap Terlayani	Ketera-ngan
1	Kondisi sebelum bencana, debit 9 m ³ /s	Ya	Digunakan untuk kalibrasi
2	Kondisi pasca bencana (debit 1,9 m ³ /s) tanpa optimasi operasi irigasi	Tidak	
3a	Kondisi pasca bencana (debit 1,9 m ³ /s) dengan optimasi operasi irigasi menggunakan pintu sorong	Tidak	
3b	Kondisi pasca bencana (debit 1,9 m ³ /s) dengan optimasi operasi irigasi menggunakan pintu sorong (ditutup total)	Ya	Terjadi limpasan di BGKn 5 dan 6
4	Kondisi pasca bencana (debit 1,9 m ³ /s) dengan optimasi operasi irigasi menggunakan skot balok	Ya	

Ilustrasi penerapan Skenario 4 dapat dilihat pada Gambar 12 dimana skot balok dapat langsung diterapkan pada sponneng pintu eksisting. Penggunaan skot balok ini akan merubah pola pengaliran dimana air akan mengisi tampungan di ruas hulu sebelum dapat mengairi lahan dan mengalir ke ruas hilirnya. Pada debit sebesar 1,9 m³/s waktu yang dibutuhkan untuk mengisi seluruh tampungan adalah sekitar 24 jam. Untuk itu direkomendasikan mengalirkan debit sesuai desain saluran terlebih dahulu (9 m³/s) sehingga tampungan terisi lalu kemudian debit tersebut dikurangi sesuai kebutuhan lahan (1,9 m³/s).

Di sisi lain, aspek lain yang perlu diperhatikan pada saat menggunakan skot balok sebagai bangunan pengatur adalah sedimentasi. Penggunaan skot balok menyebabkan kondisi aliran menjadi aliran sub kritis sehingga rentan terjadi sedimentasi. Penerapan pola operais ini perlu didukung pengendalian sedimen yang baik pada bangunan penangkap pasir ataupun pengerukan secara berkala di beberapa ruas saluran.



Gambar 12 Ilustrasi Penerapan Skenario 4

IV. KESIMPULAN

Software DUFLOW dapat digunakan untuk menganalisa kondisi hidrolis dalam optimasi pengaturan bangunan pengatur pada jaringan irigasi. Pintu sorong dengan tipe aliran bawah mempunyai karakteristik mengalirkan debit yang besar namun tidak dapat meninggikan muka air dengan baik, sehingga penggunaan pintu air untuk meninggikan muka air pada debit kecil tidak disarankan. Skot balok merupakan solusi terbaik untuk optimasi pemberian air di saluran primer DI Gumbas dari BGKn 1 – BGKn 7. Ketinggian Skot balok pada BGKn 3, BGKn 5, BGKn 6 dan BGKn 7 berturut-turut adalah 1,75 m, 1,7 m, 1,7 m, dan 1,9 m dari dasar saluran.

Penggunaan skot balok dapat berimplikasi terhadap tampungan yang mudah terisi oleh sedimen khususnya BGKn 1c – BGKn 3. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan analisa sedimen, optimasi bangunan pengendali sedimen di bendung Gumbasa, atau pengerukan secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada BWS Sulawesi III yang telah menyediakan data jaringan dan membantu selama pelaksanaan survei lapangan serta kepada Kepala Puslitbang SDA dan Kepala Balai Litbang Irigasi yang telah memberikan arahan dan dorongan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradley, K., Mallick, R., Andikagumi, H., Hubbard, J., Meilianda, E., Switzer, A., ... Hill, E. M. (2019). Earthquake-triggered 2018 Palu Valley landslides enabled by wet rice cultivation. *Nature Geoscience*, 12(11), 935–939. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0444-1>
- Bruen, M., & Yang, J. (2006). Combined Hydraulic and Black-Box Models for Flood Forecasting in Urban Drainage Systems. *Journal of Hydrologic Engineering*, 11(6), 589–596. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2006\)11:6\(589\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2006)11:6(589))
- Clemmens, A. J., Holly, F. M., & Schuurmans, W. (1993). Description and Evaluation of Program: DUFLOW. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 119(4), 724–734. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1993\)119:4\(724\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1993)119:4(724))
- de Sousa, L. S., Wambua, R. M., Raude, J. M., & Mutua, B. M. (2019). Assessment of water flow and sedimentation processes in irrigation schemes for decision-support tool development: a case review for the Chókwe Irrigation Scheme, Mozambique. *AgriEngineering*, 1(1), 100–118. <https://doi.org/10.3390/agriengineering1010008>
- Gammal, H. A. A. E., & Ali, H. M. M. (2011). Commissioning of abandoned drainage water reuse systems in Egypt: A case study of upgrading the Umoum project, Nile Delta. *Irrigation and Drainage*, 60(1), 115–122. <https://doi.org/10.1002/ird.561>
- Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2006). Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction potential during earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 26(2), 115–130. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2004.11.023>
- Irawan, B., Gatoet, S. H., Purwoto, A., Supadi, Valeriana, D., Sutrisno, N., & Kartiwa, B. (2013). *Laporan Hasil Penelitian Kajian Kebijakan Akselerasi Pertumbuhan Pro duksi Padi di Luar Jawa*. Bogor, Indonesia: Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Iwasaki, T., Arakawa, T., & Tokida, K.-I. (1984). Simplified procedures for assessing soil liquefaction during earthquakes. *International Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 3(1), 49–58. [https://doi.org/10.1016/0261-7277\(84\)90027-5](https://doi.org/10.1016/0261-7277(84)90027-5)
- Muzdalifah. (2014). Pengaruh Irigasi Terhadap Produksi Usahatani Padi Sawah di Desa Sidera Kecamatan Sigi Biromaru. *Agrotekbis*, 2(1), 76–84. Diperoleh dari <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Agrotekbis/article/view/2912>
- Noha, S. D., A. M., E. S., M. M, Y., & Heba, K. A. (2017). A decision support tool to reduce pollution along Rosetta branch. *Journal of Environmental Science*, 40(2), 63–78. <https://doi.org/10.21608/jes.2017.20051>
- Patro, S., Chatterjee, C., Mohanty, S., Singh, R., & Raghuwanshi, N. S. (2009). Flood inundation modeling using MIKE FLOOD and remote sensing data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(1), 107–118. <https://doi.org/10.1007/s12524-009-0002-1>
- Ramesh R., Datta Bithin, Bhallamudi S. Murty, & Narayana A. (2000). Optimal Estimation of Roughness in Open-Channel Flows. *Journal of Hydraulic Engineering*, 126(4), 299–303. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2000\)126:4\(299\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2000)126:4(299))
- Situngkir, A. M. (2016). Evaluation and improvement of drainage performance in Gedongtataan, Lampung using DUFLOW Modeling Studio. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(2), 111–121.
- STOWA. (2005). *Duflow Modeling Studio: User's. Guide Version 3.6*. Delft, Netherlands: STOWA.
- Sujatmiko, C. (2006). *Equivalensi Nilai Koefisien Chezy pada Aliran Terhambat Batang Vertikal* (Tesis). Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

- Theol, S. A., Jagers, B., Suryadi, F. X., & Fraiture, C. de. (2019). The use of Delft3D for Irrigation Systems Simulations. *Irrigation and Drainage*, 68(2), 318–331. <https://doi.org/10.1002/ird.2311>
- Usul, N., & Turan, B. (2006). Flood forecasting and analysis within the Ulus Basin, Turkey, using geographic information systems. *Natural Hazards*, 39(2), 213–229. <https://doi.org/10.1007/s11069-006-0024-8>
- Vijay, R., Sargoankar, A., & Gupta, A. (2007). Hydrodynamic Simulation of River Yamuna for Riverbed Assessment: A Case Study of Delhi Region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 130(1), 381–387. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9405-4>
- Wasantha Lal A. M. (1995). Calibration of Riverbed Roughness. *Journal of Hydraulic Engineering*, 121(9), 664–671. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1995\)121:9\(664\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1995)121:9(664))
- Watkinson, I. M., & Hall, R. (2019). Impact of communal irrigation on the 2018 Palu earthquake-triggered landslides. *Nature Geoscience*, 12(11), 940–945. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0448-x>