

Optimasi Sistem Tata Air pada Daerah Irigasi Rawa (*Food Estate*) Dadahup Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah

Optimization of the Water Management System in the Swamp Irrigation Area (Food Estate) of Dadahup, Kapuas Regency, Central Kalimantan Province

Rawiyana Galih Anfasa, Elma Yulius*, Sri Nuryati, Eko Darma, Anita Setyowati Srie Gunarti, Fajar Prihesnanto

Program Studi Teknik Sipil; Universitas Islam 45; Jl. Cut Meutia No. 83, Kota Bekasi, Indonesia; e-mail: galihanfasa98@gmail.com; elmayulius@gmail.com; srinuryati45ft@gmail.com; ekodarma91@gmail.com; anitassgunarti@gmail.com; prihesnantofajar@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: elmayulius@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33558/bentang.v11i1.5680>

ABSTRAK

Daerah Irigasi Rawa (DIR) Kecamatan Dadahup merupakan bekas Pengembangan Lahan Gambut (PLG) dengan luas sekitar 21.226 Ha. Sistem tata air pada DIR Dadahup memanfaatkan perubahan pasang surut air laut sebagai sumber air ke lahan dan drainase untuk mengalirkan air agar keluar dari lahan. Namun dalam pelaksanaannya, DIR Dadahup mengalami beberapa masalah seperti banjir ketika musim hujan dan mengalami kekeringan di musim kemarau. Kondisi tersebut menunjukkan perlu adanya penataan lahan dan sistem tata air untuk mengatasi permasalahan yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi sistem tata air pada irigasi dengan mengoptimalkan fungsi dan manfaat pada lahan rawa di Dadahup, Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Optimasi sistem tata air dilakukan dengan pemodelan menggunakan program HEC-RAS. Pemodelan aliran dengan HEC-RAS pada saluran irigasi dapat disimulasikan menjadi dua skenario yaitu skenario menggunakan pintu dan skenario pintu dan pompa untuk musim hujan dan musim kemarau. Berdasarkan hasil analisa pemodelan yang telah dilakukan, elevasi muka pada musim kemarau berada pada rentang antara +0,06 m s/d + 0,77 m, berada di bawah elevasi lahan rata-rata (+0,8 m MSL), disimpulkan bahwa lahan mengalami kekeringan karena air pada saluran tidak dapat mengairi lahan. Elevasi muka air pada musim hujan berada pada rentang +0,82 m s/d +1,53 m, berada di atas elevasi lahan rata-rata, disimpulkan bahwa saluran irigasi tidak dapat menampung limpahan air yang terjadi pada debit rencana sehingga lahan mengalami banjir. Model skenario yang sesuai dengan tata guna lahan DIR Dadahup yaitu dengan skenario pintu dan pompa, elevasi muka air untuk musim kemarau dan musim hujan dapat mencapai target yaitu +1,0 m, kemudian elevasi muka air untuk musim hujan juga dapat mencapai target +0,7 m.

Kata kunci: elevasi muka air; irigasi; HEC-RAS

ABSTRACT

The Swamp Irrigation Area (DIR) of Dadahup District is a former Peat Land Development (PLG) with an area of around 21,226 Ha. The water management system at DIR Dadahup utilizes changes in sea tides as a source of water to the land and drainage to drain water out of the land. However, in its implementation, DIR Dadahup experienced several problems such as flooding during the rainy season and experiencing drought during the dry season. These conditions indicate the need for land

Received: November, 16, 2022 ; Revised: November, 21, 2022; Accepted: November, 21, 2022; Available Online: January, 11, 2023

management and water management systems to overcome existing problems. The purpose of this study was to optimize the water management system for irrigation by optimizing the functions and benefits of swamp land in Dadahup, Kapuas Regency, Central Kalimantan Province. Optimization of the water system is carried out by modeling using the HEC-RAS program. Flow modeling with HEC-RAS in irrigation canals can be simulated into two scenarios, namely scenarios using gates and scenarios with doors and pumps for the rainy and dry seasons. Based on the results of the modeling analysis that has been carried out, the surface elevation during the dry season is in the range of $+0.06 \text{ m/d} + 0.77 \text{ m}$, which is below the average land elevation ($+0.8 \text{ m MSL}$). experience drought because the water in the canals cannot irrigate the land. The water level during the rainy season is in the range of $+0.82 \text{ m/d} + 1.53 \text{ m}$, which is above the average land elevation. It can be concluded that irrigation canals cannot accommodate the overflow of water that occurs at the planned discharge so that the land is flooded. The scenario model is suitable for the Dadahup DIR land use, namely with the door and pump scenario, the water level elevation for the dry season and the rainy season can reach the target of $+1.0 \text{ m}$, then the water level elevation for the rainy season can also reach the target of $+0, 7\text{m}$.

Keywords: irrigation; water level; HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

Daerah Irigasi Rawa (DIR) Kecamatan Dadahup merupakan lahan pertanian bekas Pengembangan Lahan Gambut (PLG) dengan luas lahan sekitar 21.226 Ha. Lahan DIR Dadahup ditanami oleh dua jenis komoditas tanaman yaitu padi dan palawija. Sistem tata air pada DIR Dadahup memanfaatkan perubahan pasang surut air laut sebagai sumber air ke lahan dan drainase untuk mengalirkan air keluar dari lahan. Namun dalam pelaksanaannya, DIR Dadahup mengalami beberapa masalah seperti banjir ketika musim hujan dan mengalami kekeringan di musim kemarau sehingga berpengaruh pada indeks penanamannya, yang awalnya dua kali dalam setahun, menjadi hanya satu kali dalam setahun. Kondisi tersebut menunjukkan perlu adanya penataan lahan dan sistem tata air untuk mengatasi permasalahan yang ada, maka dari itu optimasi sistem tata air pada irigasi di lokasi tersebut perlu dilakukan untuk mengoptimalkan fungsi dan manfaat pada lahan rawa tersebut. Adapun langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan fungsi dan manfaat lahan rawa yaitu dengan merehabilitasi dan meningkatkan sistem tata air dan bangunan air pada lahan rawa tersebut, sehingga lahan dapat berfungsi secara optimal dan permasalahan-permasalahan yang ada pada lahan rawa tersebut dapat diatasi.

Beberapa penelitian mengenai optimasi sistem tata air pada daerah irigasi telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Pakpahan pada 2015 melakukan kajian optimalisasi sistem irigasi rawa (studi kasus daerah rawa Semangga Kabupaten Merauke Propinsi Papua) (Pakpahan et al., 2015). Sudariyanto pada 2022 melakukan studi Optimasi Pola Tanam Daerah Irigasi Dadahup Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah (Sudariyanto, 2022). Suhardjono pada 2018 melakukan evaluasi dan pengembangan jaringan irigasi rawa pasang surut terhadap pola operasi pintu air DIR Pematang Limau Kabupaten Seruyan (Suhardjono & Prayogo, 2018). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian tersebut, didapatkan bahwa kondisi ketersediaan air pada DIR Dadahup dalam keadaan berlimpah, sehingga dapat diterapkan pola tanam padi – padi – palawija. Pola tanam paling optimal untuk diterapkan pada DIR Dadahup berupa padi padi – palawija dengan awal masa tanam pada bulan Januari periode I, total kebutuhan air yang diperlukan yaitu sebesar 59800 l/detik. Dengan adanya penerapan pola tanam optimal maka luas lahan pertanian yang dapat digunakan meningkat dari kondisi eksisting. Peningkatan lahan ini juga turut meningkatkan produktivitas sebesar 4960 Kg/Ha dan produksi panen menjadi sebesar 31936,5ton. Ismawati pada 2017 membuat pemodelan menggunakan metode yang pertama menunjukkan ketinggian elevasi muka air waduk pada Q1000 tahun adalah +256,07, sedangkan metode kedua menghasilkan +255.99 dari satuan tinggi (Ismawati, 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil antara perhitungan analitik dan pemodelan aliran HEC-RAS tidak jauh berbeda. Penelitian relevan juga diteliti oleh Utaminingsih pada 2020 (Utaminingsih & Ginting, 2020), Yulianri pada 2014 (Yulianri et al., 2014), Kharisma pada 2015 (Kharisma, 2015), Ar-

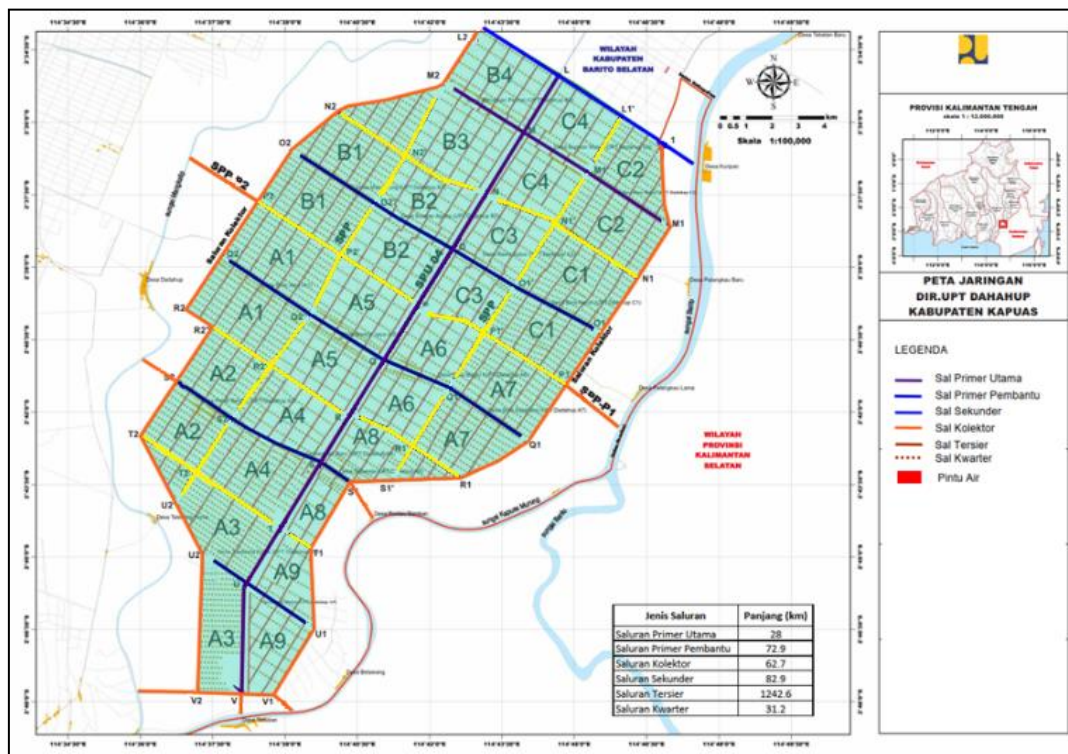
Riza pada 2008 (Ar-Riza, 2008), Triadi pada 2017 (Triadi et al., 2017), dan Nadjamuddin pada 2014 (Nadjamuddin et al., 2014).

Dari beberapa kajian penelitian terdahulu, maka penelitian ini difokuskan pada Optimasi Sistem Tata Air pada Daerah Irigasi Rawa (Food Estate) di lokasi Kecamatan Dadahup Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Optimasi lahan dilakukan dengan pemodelan menggunakan program HEC-RAS 5.0.3. Optimasi lahan dilakukan dengan dua skenario yaitu dengan skenario pintu saja dan dengan skenario pintu dan pompa. Luas lahan DIR Dadahup yaitu sebesar 21.226 Ha, namun pada penelitian ini difokuskan hanya pada blok A5 saja dengan luas lahan sebesar 1650 Ha.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi eksisting lahan DIR Daerah Irigasi Rawa) Dadahup pada saat musim hujan dan saat musim kemarau dan membuat model sistem tata air yang sesuai dengan kebutuhan tata guna lahan DIR (Daerah Irigasi Rawa) Dadahup.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dari menghitung kebutuhan air irigasi, menghitung distribusi curah hujan, pembuatan model dengan menggunakan program HEC- RAS 5.0.3, simulasi model dan terakhir dilakukan optimasi dengan skenario pintu dan pompa pada saluran lahan DIR Dadahup. Lokasi penelitian di Daerah Irigasi Rawa (DIR) Dadahup, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.



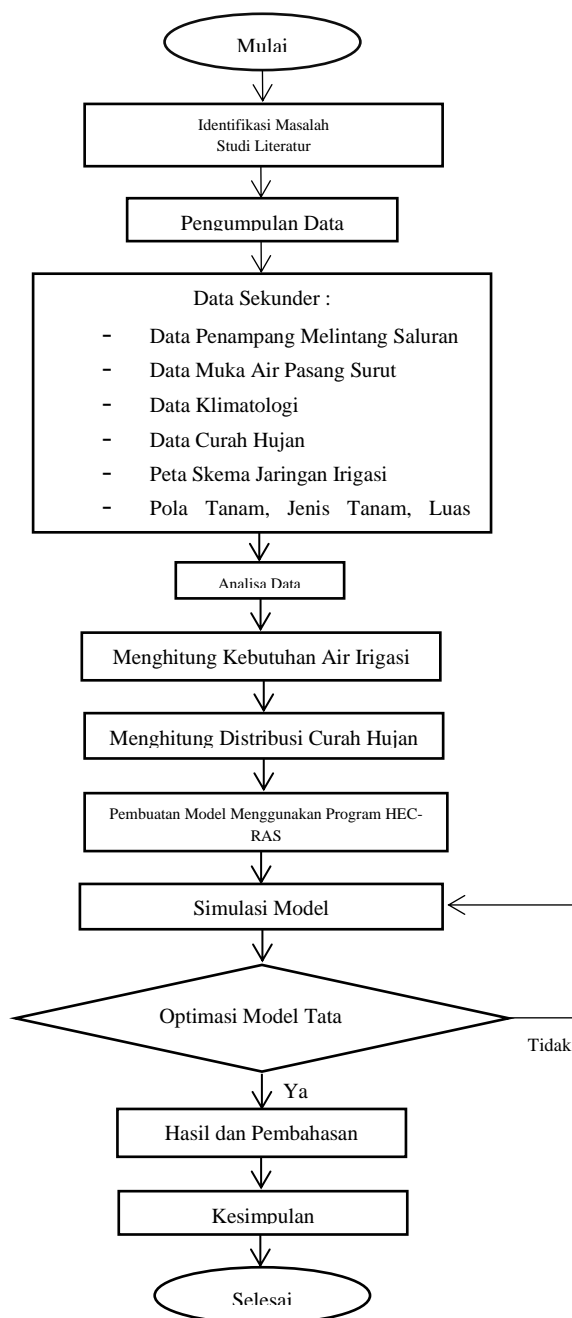
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), 2021

Gambar 1. Peta Skema Jaringan Irigasi

Luas lahan DIR Dadahup sebesar 21.226 Ha. Penelitian ini difokuskan hanya pada blok A5 dengan luas lahan sebesar 1650 Ha. Data-data didapat dari hasil pengukuran konsultan (data sekunder) berupa data curah hujan dan klimatologi, peta skema jaringan irigasi, data penampang melintang (*cross section*), data muka air pasang surut, dan pola tanam, luas tanam dan jenis tanam

Tahapan penelitian yaitu yang pertama melakukan persiapan data sebagai input dari model disesuaikan dengan menggunakan format permodelan, data yang dipersiapkan antara lain data muka air data penampang melintang dan memanjang, data curah hujan dan data evapotranspirasi. Selanjutnya menghitung kebutuhan air irigasi untuk mengetahui jumlah volume air irigasi yang

diperlukan pada lahan DIR Dadahup untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman. Pola musim tanam untuk perhitungan kebutuhan air irigasi ini yaitu Padi-Padi-Palawija. Tahap berikutnya yaitu menghitung debit banjir rencana untuk mengetahui pola distribusi hujan di daerah lahan DIR Dadahup. Metode untuk menganalisa pola distribusi curah hujan di antaranya Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, dan Distribusi Log-Pearson III. Selanjutnya untuk mengetahui pola distribusi yang sesuai dianalisa menggunakan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorof. Tahap berikutnya adalah pembuatan model. Model dibuat mengikuti user manual dan kaidah-kaidah pemodelan serta dikonsultasikan kepada narasumber terkait.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Untuk membuat model numerik digunakan program HEC-RAS. Pemodelan saluran irigasi dilakukan dengan cara memodelkan geometri saluran lahan layaknya sebuah alur sungai dengan menambahkan sejumlah river station yang kemudian dihubungkan menjadi jaringan sistem irigasi, kemudian pada river station tersebut dimasukkan data cross section (potongan melintang) saluran. Tahap akhir adalah optimasi model tata air. Hasil pemodelan kemudian dioptimasi dengan menambahkan bangunan air dan pompa agar bisa mengatasi permasalahan yang ada sehingga sistem tata air DIR Dadahup dapat berjalan dengan optimal. Optimasi saluran direncanakan untuk musim hujan dan musim kemarau dengan dua skenario, yaitu 'optimasi pintu' dan 'optimasi pintu dan pompa'. Optimasi pintu yaitu dengan menambahkan pintu pada batas hulu dan hilir saluran sekunder, sedangkan optimasi pintu dan pompa yaitu dengan mengkombinasikan kinerja pintu dan pompa pada saluran. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

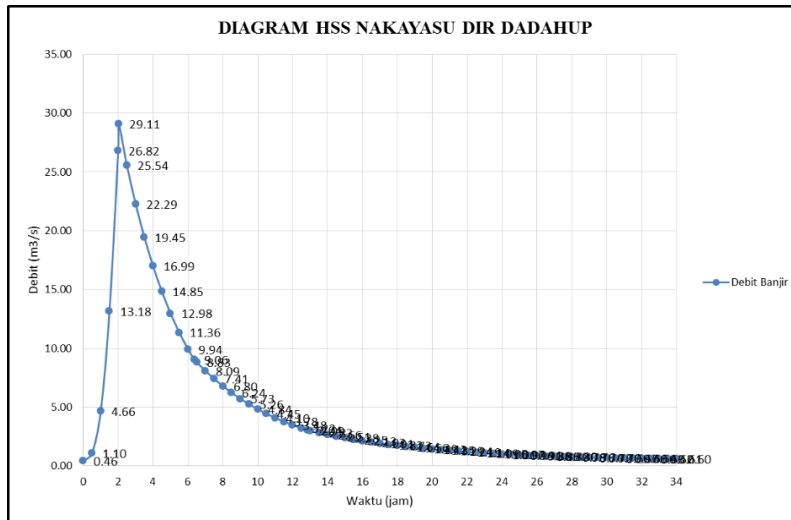
Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi ditentukan oleh berbagai faktor seperti curah hujan efektif, kebutuhan air untuk penyiapan lahan, kebutuhan air untuk tanaman, perkolasi dan rembesan, dan pergantian lapisan air. Kebutuhan Air Irigasi untuk DIR (Daerah Irigasi Rawa) Dadahup adalah periode harian tengah bulanan. Daerah Irigasi Rawa Dadahup direncanakan menggunakan pola tanam padi-padi-palawija. Kebutuhan air tanaman padi jauh lebih besar dibanding palawija. Kebutuhan air tertinggi tanaman padi jatuh pada musim tanam dua bulan Maret periode II yaitu sebesar $4,48 \text{ m}^3/\text{s}$, hal ini disebabkan karena pada waktu tersebut sedang berlangsungnya pertumbuhan vegetatif pada tanaman padi yang mana pada masa tersebut padi memerlukan jumlah air yang banyak agar pertumbuhan padi dapat berjalan baik. Kebutuhan air terendah jatuh pada musim tanam I bulan Februari periode I yaitu sebesar $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$, hal ini disebabkan karena pada waktu tersebut tanaman padi sudah masuk pada masa pematangan yang mana pada masa tersebut padi tidak memerlukan banyak air. Pola tanam ini sesuai dengan hasil penelitian Sudariyanto pada 2022. Palawija membutuhkan air lebih sedikit dari padi, kebutuhan air terbesar terjadi pada masa pertumbuhan generatif yaitu pada bulan September periode I dengan nilai kebutuhan air sebesar $1,98 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan kebutuhan terendah terjadi pada masa vegetatif tanaman yaitu pada bulan Juli periode I dengan nilai kebutuhan air sebesar $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$.

Analisa Debit Banjir Rencana

Dalam perencanaan irigasi perlu memperkirakan debit terbesar aliran sungai atau saluran yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu yang yang disebut debit rencana. Kala ulang yang diperhitungkan dalam analisis debit banjir rencana ini adalah untuk periode 5 tahun. Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana yaitu metode HSS Nakayasu.

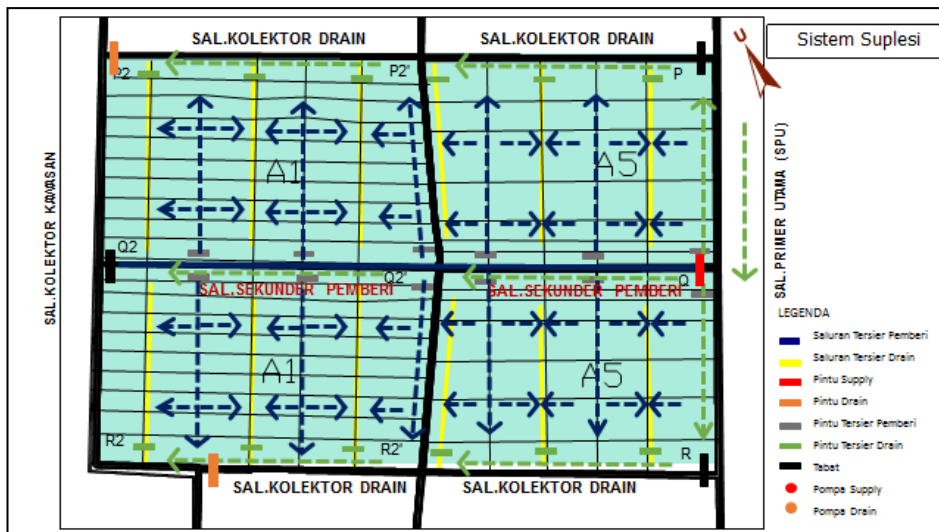
Pada perhitungan ini, parameter luas DAS diwakili oleh luas DIR dan panjang sungai diwakili oleh panjang saluran primer dikarenakan pada lokasi tersebut tidak adanya Sub DAS melainkan hanya DAS Barito yang menjadi DAS utama, jika menggunakan luas DAS utama maka hasil perhitungan akan terlalu besar untuk perencanaan banjir pada DIR Dadahup. Gambar 3 menunjukkan hidrograf banjir metode Nakayasu untuk saluran sekunder pada DIR (Daerah Irigasi Rawa) Dadahup.



Gambar 3. Hidrograf Banjir Kala Ulang 5 Tahun

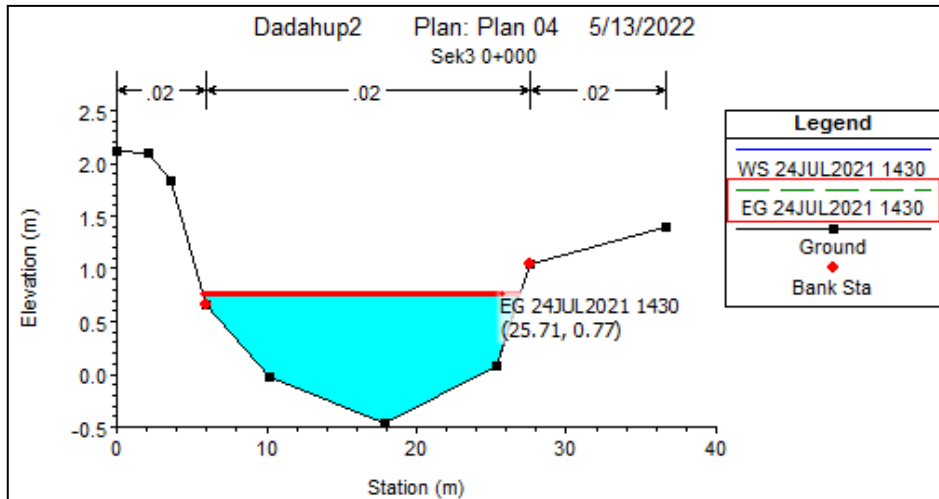
Pemodelan Sistem Irigasi dengan HEC-RAS

Data-data selanjutnya dimasukkan ke dalam *software* HEC-RAS. Pada pemodelan ini, saluran irigasi lahan mewakili geometri sungai pada HEC-RAS. Saluran irigasi yang memiliki peran utama pada untuk pengairan lahan dibagi atas saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier dan saluran kolektor yang masing-masing memiliki peran dan fungsinya masing-masing dalam sistem pengairan lahan. Letak saluran irigasi disajikan pada Gambar 4.

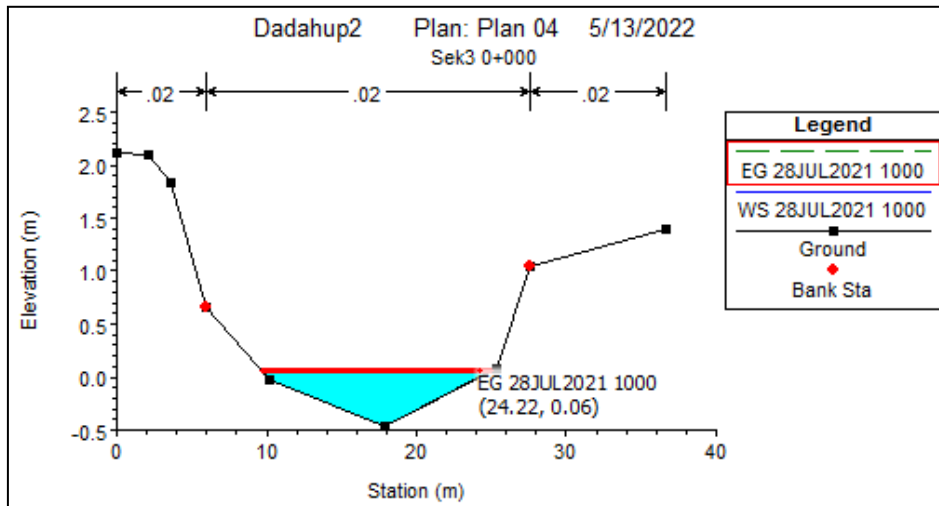


Gambar 4. Detail Skema Jaringan Irigasi

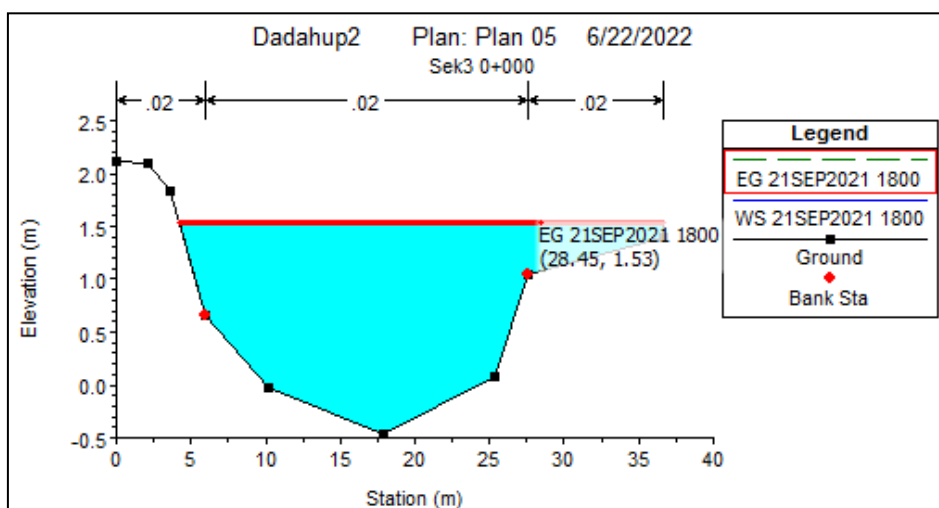
Hasil pemodelan diperoleh sesuai dengan selang waktu yang telah ditentukan saat eksekusi program dijalankan. Hasil hitungan ditampilkan oleh HEC-RAS dalam bentuk grafik atau tabel. Presentasi dalam bentuk grafik digunakan untuk menampilkan bentuk penampang melintang (*cross section*) di suatu *River Reach*, tampang panjang berupa profil muka air sepanjang alur, kurva ukur debit, gambar perspektif alur, atau hidrograf. Sementara untuk presentasi dalam bentuk tabel digunakan untuk menampilkan hasil rinci berupa angka (nilai) variabel di lokasi tertentu atau di sepanjang alur. Pemodelan difokuskan pada saluran sekunder untuk musim kemarau dan musim hujan.



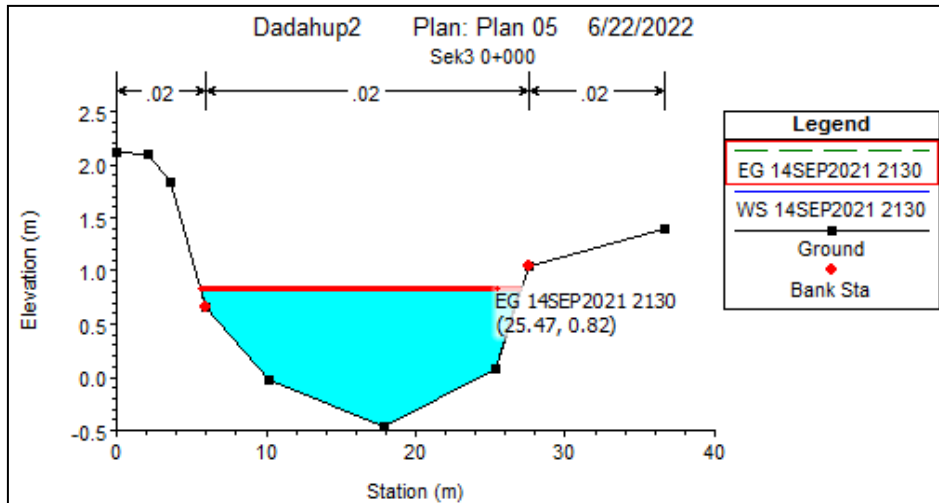
Gambar 5. Elevasi Muka Air Tertinggi Cross Section 3 Musim Kemarau



Gambar 6. Elevasi Muka Air Terendah Cross Section 3 Musim Kemarau

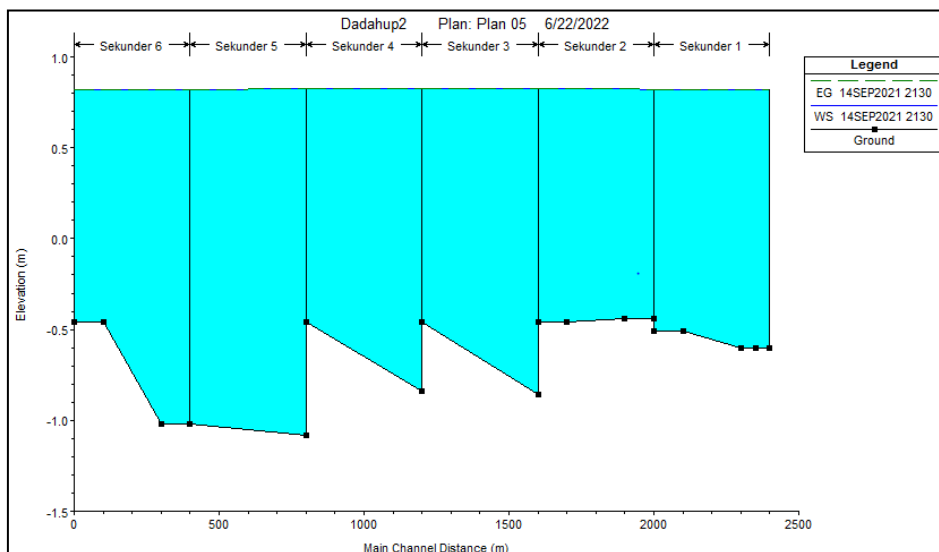


Gambar 7. Elevasi Muka Air Tertinggi Cross Section 3 Musim Hujan



Gambar 8. Elevasi Muka Air Terendah Cross Section 3 Musim Hujan

Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8, menunjukkan elevasi muka air tertinggi pada musim kemarau adalah sebesar +0,77 m dan elevasi muka air terendah pada musim kemarau adalah sebesar +0,06 m, sedangkan elevasi lahan rata-rata adalah sebesar +0,8 m MSL (*Mean Sea Level* / di atas tinggi rata-rata muka air laut). Dari angka tersebut dapat diketahui bahwa elevasi muka air pada musim kemarau berada di bawah elevasi lahan rata-rata sehingga lahan mengalami kekeringan karena air pada saluran tidak dapat mengairi lahan.



Gambar 9. Potongan Memanjang Saluran Sekunder

Sedangkan pada musim hujan, elevasi muka air tertinggi adalah sebesar +1,53 m dan elevasi muka air terendah adalah sebesar +0,82 m, sedangkan elevasi lahan rata-rata adalah sebesar +0,8 m MSL. Dari angka tersebut dapat diketahui bahwa elevasi muka air pada musim hujan berada di atas tinggi lahan rata-rata, maka saluran irigasi dinilai tidak dapat menampung limpahan air yang terjadi pada debit rencana sehingga mengalami limpasan/luapan dan membanjiri lahan sekitar.

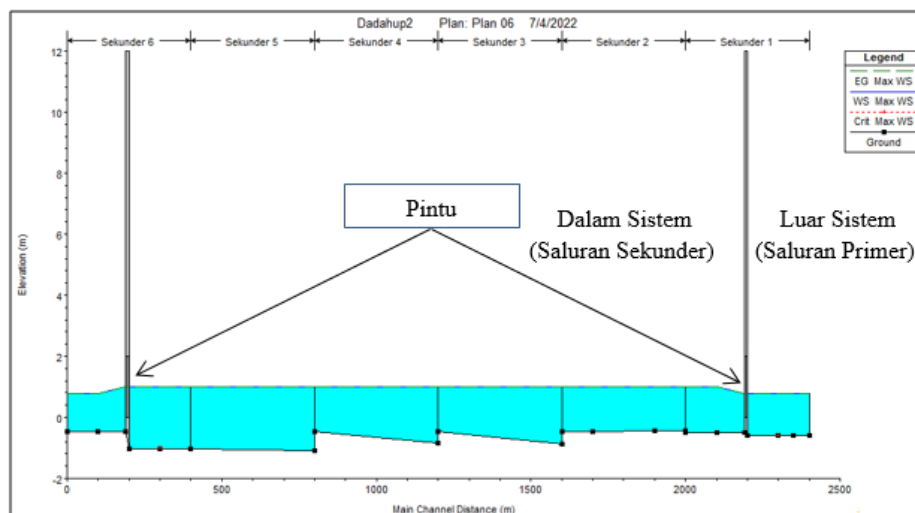


Gambar 10. Tampilan Prespektif X-Y-Z untuk 6 Reach Station

Gambar 9. menunjukkan potongan memanjang saluran sekunder. Tampilan Prespektif X-Y-Z untuk 6 Reach Station disajikan pada Gambar 10.

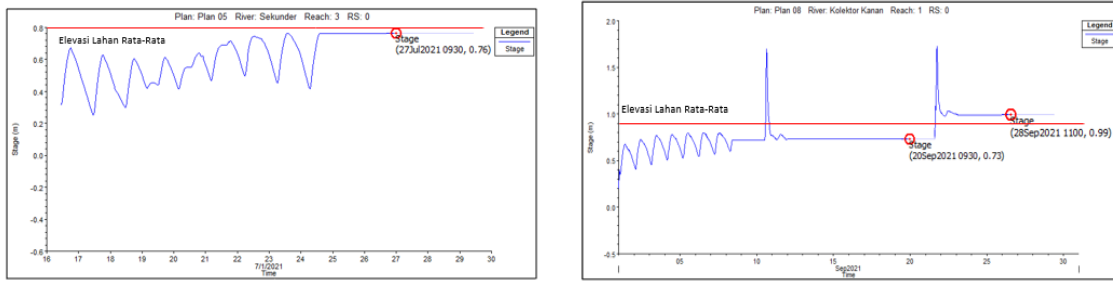
Optimasi Saluran Irigasi

Model optimasi pada saluran sekunder disajikan pada Gambar 11. Pada skenario pintu, elevasi muka air pada musim kemarau dapat dipertahankan pada elevasi tertinggi yaitu sebesar +0,76 m. Elevasi muka air pada musim kemarau belum mencapai target (+1 m), maka perlu dilakukan pompanisasi ke dalam sistem agar target elevasi muka air dapat tercapai.



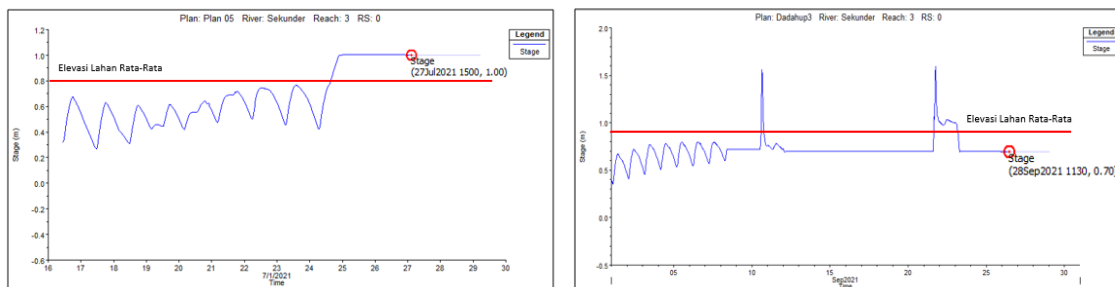
Gambar 11. Model Optimasi Pada Saluran Sekunder

Penambahan debit sesuai dengan penelitian Pakpahan, D., Suripin, S., & Sachro, S. S. (2015). Elevasi muka air pada musim hujan dapat dipertahankan pada elevasi +0,73 m saat sebelum hujan dan +0,99 m setelah terjadinya hujan, elevasi muka air belum mencapai target (+0,7 m) maka masih perlu dilakukan pompanisasi ke luar sistem agar target elevasi muka air dapat tercapai. Grafik muka air saluran setelah dilakukan optimasi dengan skenario pintu disajikan pada Gambar 12a dan Gambar 12b.

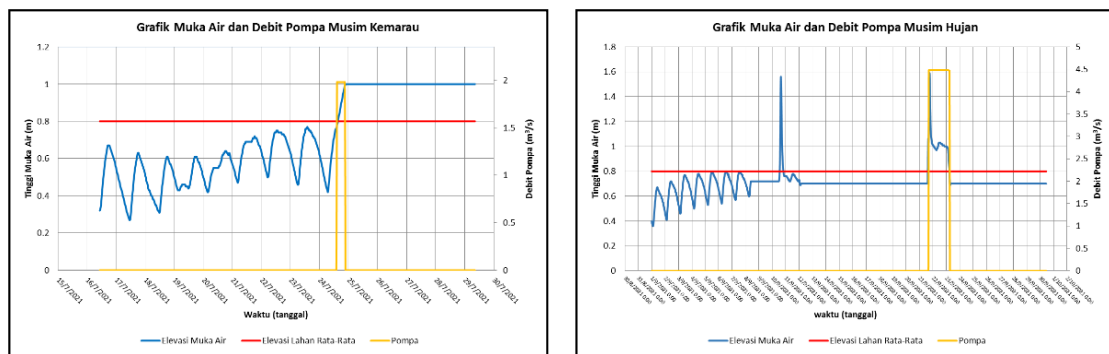


(a) Musim Kemarau (b) Musim Hujan
 Gambar 12. Grafik Muka Air (Skenario Pintu)

Grafik muka air setelah dilakukan optimasi dengan skenario pintu dan pompa disajikan pada Gambar 13(a) dan Gambar 13(b). Pada skenario pintu dan pompa, elevasi muka air pada musim kemarau dan musim hujan dapat mencapai target yaitu +1 m untuk musim kemarau dan +0,7 m untuk musim hujan, maka dapat disimpulkan bahwa model skenario optimasi yang sesuai dengan kebutuhan tata guna lahan DIR Dadahup adalah model skenario pintu dan pompa untuk di kedua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau.



(a) Musim Kemarau (b) Musim Hujan
 Gambar 13. Grafik Muka Air (Optimasi Pintu dan Pompa)



(a) Musim Kemarau (b) Musim Hujan
 Gambar 14. Grafik Muka Air dan Debit Pompa

Grafik muka air dan penggunaan debit pompa pada saluran sekunder disajikan pada Gambar 14(a) dan Gambar 14(b) menunjukkan bahwa penggunaan pompa untuk musim kemarau adalah pompa dengan debit pompa sebesar 1,98 m³/s, sedangkan debit pompa untuk musim hujan adalah sebesar 4,48 m³/s.

4. KESIMPULAN

Elevasi muka air tertinggi pada musim kemarau adalah sebesar +0,77 m dan elevasi muka air terendah pada musim kemarau adalah sebesar +0,06 m, masih di bawah elevasi lahan rata-rata adalah +0,8 m MSL (*Mean Sea Level* / di atas tinggi rata-rata muka air laut). Dari angka tersebut dapat diketahui bahwa elevasi muka air pada musim kemarau berada di bawah elevasi lahan rata-rata sehingga lahan mengalami kekeringan karena air pada saluran tidak dapat mengairi lahan. Elevasi muka air tertinggi pada musim hujan adalah sebesar +1,53 m dan elevasi muka air terendah adalah sebesar +0,82 m, sedangkan elevasi lahan rata-rata adalah sebesar +0,8 m MSL. Dari angka tersebut dapat disimpulkan bahwa saluran irigasi tidak dapat menampung limpahan air yang terjadi pada debit rencana sehingga mengalami limpasan/luapan dan membanjiri lahan sekitar. Hasil dari optimasi saluran dua skenario yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Pada skenario pintu, elevasi muka air pada musim kemarau dapat dipertahankan pada elevasi tertinggi yaitu sebesar +0,76 m. Elevasi muka air pada musim kemarau belum mencapai target (+1 m), maka perlu dilakukan pompanisasi ke dalam sistem agar target elevasi muka air dapat tercapai. Elevasi muka air pada musim hujan dapat dipertahankan pada elevasi +0,73 m saat sebelum hujan dan +0,99 m setelah terjadinya hujan, elevasi muka air belum mencapai target (+0,7 m) maka masih perlu dilakukan pompanisasi ke luar sistem agar target elevasi muka air dapat tercapai. Pada skenario pintu dan pompa, elevasi muka air pada musim kemarau dan musim hujan dapat mencapai target yaitu +1 m untuk musim kemarau dan +0,7 m untuk musim hujan, maka dapat disimpulkan bahwa model skenario optimasi yang sesuai dengan kebutuhan tata guna lahan DIR Dadahup adalah model skenario pintu dan pompa untuk di kedua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Penggunaan pompa untuk musim kemarau adalah pompa dengan debit pompa sebesar 1,98 m³/s. Sedangkan debit pompa untuk musim adalah sebesar 4,48 m³/s.

REFERENSI

- Ar-Riza, A. (2008). Pertanian lahan rawa pasang surut dan strategi pengembangannya dalam era otonomi daerah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2(2), 95–104.
- Ismawati, S. M. (2017). *Pemodelan Aliran 1d Pada Bendungan Tugu Menggunakan Software HEC-RAS*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2021). *Laporan Pendahuluan: Pengembangan Sistem Tata Air Irigasi di Kawasan Food Estate*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Balai Teknik Irigasi.
- Kharisma, H. (2015). *Optimasi Alokasi Air pada Daerah Irigasi Blambangan Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Program Linier*. Universitas Jember.
- Nadjamuddin, D. F., Soetopo, W., & Sholichin, M. (2014). Rencana Penjadwalan Pembagian Air Irigasi Daerah Irigasi Paguyaman Kanan Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 5(2), 158–165.
- Pakpahan, D., Suripin, S., & Sachro, S. S. (2015). Kajian Optimalisasi Sistem Irigasi Rawa (Studi Kasus Daerah Rawa Semangga Kabupaten Merauke Propinsi Papua). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 20(2), 155–166.
- Sudariyanto, A. (2022). *Studi Optimasi Pola Tanam Daerah Irigasi Dadahup Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah*. Skripsi. Institut Teknologi Kalimantan.
- Suhardjono, S., & Prayogo, T. B. (2018). Evaluasi Dan Pengembangan Jaringan Irigasi Rawa Pasang Surut Terhadap Pola Operasi Pintu Air DIR Pematang Limau Kabupaten Seruyan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 9(1), 12–28.

- Triadi, I. N. S., Winaya, I. N. A. P., & Sudiasa, I. W. (2017). Optimalisasi Kebutuhan Air Irigasi Di Daerah Irigasi Sengempel, Kabupaten Badung. *Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 17(2), 80–85.
- Utaminingsih, W., & Ginting, S. (2020). Optimasi Rencana Tanam dan Pemberian Air Irigasi menuju Modernisasi Irigasi di Daerah Irigasi Ciliman. *Jurnal Irigasi*, 15(2), 95–108.
- Yulianri, R., Gunawan, A., & Besperi, B. (2014). *Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi Dengan Menggunakan Program Linier (Studi Kasus Daerah Irigasi Air Manjuntto Kiri Kabupaten Mukomuko)*. Universitas Bengkulu.