

PEMETAAN GENANGAN BANJIR DI WILAYAH HILIR BENDUNGAN RANDUGUNTING DENGAN MODEL HEC-RAS 2 (DUA) DIMENSI

Risdiana Cholifatul Afifah ^{1*}, Farida Yudaningrum ¹⁾

¹⁾ Universitas PGRI Semarang

*Email : risdiana.afifah@gmail.com ¹⁾

ABSTRAK

Bendungan Randugunting di Kabupaten Blora dibangun sebagai infrastruktur pengendali banjir, penyedia air baku, dan irigasi. Namun, pada beberapa kejadian banjir di hilir Sungai Banyuasin, wilayah Rembang, muncul persepsi bahwa operasional Bendungan Randugunting turut berkontribusi terhadap peningkatan debit banjir di daerah hilir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan klarifikasi ilmiah terhadap dugaan pengaruh Bendungan Randugunting terhadap banjir di hilir Sungai Banyuasin Rembang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kontribusi pelepasan air bendungan terhadap debit puncak banjir di Sungai Banyuasin. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi dengan pemodelan menggunakan perangkat lunak *Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS), dan analisis hidrolika dengan bantuan model *Hydrologic Engineering Center–River Analysis System* (HEC-RAS) 2D untuk memodelkan genangan banjir. Hasil analisis pelepasan air Bendungan Randugunting, dapat disimpulkan bahwa waduk dapat menahan banjir di hulu, meredam sehingga rilis banjir cukup kecil dg kemampuan reduksi $\pm 70\%$. Namun Kali Padas dengan luas *Catchment area* 2 (dua) kali luas DTA (Daerah Tangkapan Air) bendungan, menghasilkan pelepasan air yang lebih besar daripada *outflow* bendungan. Melalui justifikasi teknis, dihasilkan banjir di daerah hilir waduk dipengaruhi oleh pelepasan air Kali Padas. Kondisi Kali Padas yang tanpa bangunan penahan banjir, diprediksi sebagai sumber limpasan terbesar penyebab banjir di Desa Pohlandak dan Desa Krikilan.

Kata Kunci : Banjir, Bendungan Randugunting, HEC-HMS, HEC-RAS 2D, Pelepasan Air.

ABSTRACT

The Randugunting Dam in Blora Regency was constructed as a multipurpose infrastructure for flood control, raw water supply, and irrigation. However, during several flood events in the downstream area of the Banyuasin River in Rembang Regency, a perception has emerged that the operation of the Randugunting Dam contributes to the increase in flood discharge in the downstream region. This study aims to provide scientific clarification regarding the alleged influence of the Randugunting Dam on flooding in the downstream reach of the Banyuasin River, Rembang. The objective of this research is to evaluate the contribution of dam water releases to the peak flood discharge in the Banyuasin River. The methodology employed includes hydrological analysis using the Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), as well as hydraulic analysis using the Hydrologic Engineering Center–River Analysis System (HEC-RAS) 2D model to simulate flood inundation. The results of the analysis of water releases from the Randugunting Dam indicate that the reservoir is capable of retaining upstream flood inflow and attenuating the flood peak, resulting in a relatively small flood release with a reduction capacity of approximately $\pm 70\%$. However, Kali Padas, which has a catchment area approximately twice as large as the dam watershed area, produces runoff discharge greater than the dam outflow. Based on the technical justification, flooding in the downstream area of the reservoir is primarily influenced by the runoff discharge from Kali Padas. The condition of Kali Padas, which lacks flood control structures, is predicted to be the largest source of runoff causing flooding in Pohlandak Village and Krikilan Village.

Keywords: Flood, HEC-HMS, HEC-RAS 2D, Randugunting Dam, Reservoir Release.

1. PENDAHULUAN

Bendungan Randugunting dibangun sebagai infrastruktur pengendali banjir, penyedia air baku, serta sumber irigasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) di wilayah Kabupaten Blora. Secara teoritis, bendungan multifungsi seperti ini memiliki kemampuan untuk meredam debit banjir melalui fasilitas tampungan, sehingga dapat mengurangi risiko genangan di hilir sungai. Namun dalam kenyataannya, beberapa kejadian banjir di wilayah hilir Sungai Banyuasin menimbulkan persepsi di kalangan masyarakat bahwa bendungan turut berkontribusi terhadap peningkatan debit banjir di wilayah hilir, terutama ketika pelepasan air bendungan bertepatan dengan curah hujan tinggi di bagian hilir sungai. Persepsi ini belum memiliki landasan ilmiah yang kuat dan justru memicu kontroversi terkait efektivitas pengelolaan bendungan dalam mitigasi banjir (Nasarudin et al., 2022).

Bendungan Randugunting merupakan bendungan baru yang didesain oleh BBWS Pemali Juana dengan pelimpah tanpa pintu. Bendungan dengan pelimpah tanpa pintu hanya mengandalkan tampungan untuk reduksi banjir. Sedangkan bendungan dengan pelimpah berpintu lebih membantu dalam meningkatkan kapasitas volume pengendalian banjir pada waduk, tetapi memerlukan operasi yang lebih rumit dibandingkan dengan pelimpah tanpa pintu (Afifah et al., 2023). Dalam hal ini fungsi Bendungan Randugunting akan diuji efektivitasnya terhadap kemampuannya dalam mereduksi debit banjir walaupun tanpa pelimpah berpintu.

Terkait permasalahan banjir di hilir bendungan menjadi semakin kompleks karena belum tersedia kajian kuantitatif yang sistematis yang membedakan kontribusi pelepasan air bendungan dengan limpasan alami akibat curah hujan di hilir. Kajian berbasis data yang memisahkan pengaruh operasional waduk dan karakteristik hidrologi DAS menjadi kebutuhan mendesak untuk memahami dinamika debit banjir secara lebih komprehensif. Studi empiris menunjukkan bahwa operasi bendungan memiliki efek yang

signifikan terhadap banjir di hilir, dan pola operasi yang kurang optimal berpotensi meningkatkan risiko banjir lokal karena timing pelepasan tidak sinkron dengan inflow hujan ekstrem di DAS (Brigand et al., 2023).

Urgensi penelitian ini makin tinggi di tengah tren global dan nasional yang menunjukkan peningkatan frekuensi kejadian banjir ekstrem akibat variabilitas iklim dan dinamika penggunaan lahan, yang turut mempengaruhi respons hidrologi DAS. Penelitian hidrologi dan hidrolika terkini menekankan kebutuhan integrasi model simulasi untuk memprediksi kemunculan banjir serta dampaknya terhadap wilayah hilir secara spasial dan temporal. Pendekatan seperti integrasi HEC-HMS dan HEC-RAS kini banyak digunakan dalam kajian mitigasi banjir karena kemampuannya mensimulasikan respons hidrologi DAS dan genangan banjir dua dimensi secara lebih akurat (Fikri et al., 2025).

Potensi masalah ini apabila tidak dikaji secara ilmiah adalah kebijakan operasional bendungan yang tidak adaptif dan kurang berbasis data, sehingga justru meningkatkan risiko banjir di hilir dan menimbulkan konflik pemangku kepentingan. Oleh karena itu, penelitian ini menempati posisi strategis untuk mengisi gap ilmiah tersebut, melalui pendekatan pemodelan hidrologi dan hidrolika terpadu yang terkalibrasi dan divalidasi secara teknis (Rahman et al., 2025).

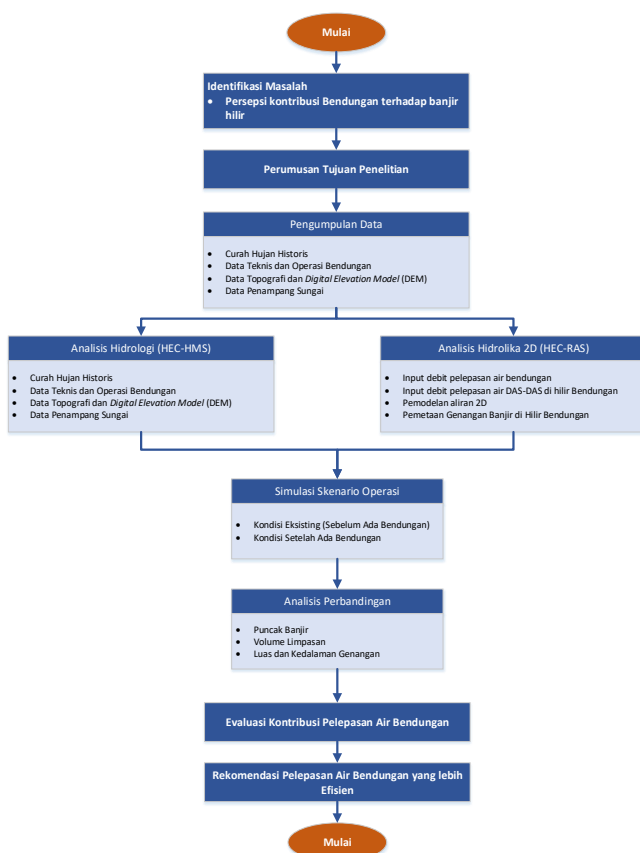
Secara manfaat untuk masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan klarifikasi ilmiah tentang dugaan kontribusi operasi Bendungan Randugunting terhadap banjir di hilir Sungai Banyuasin Rembang, berdasarkan model dan data di lapangan. Selain itu, manfaat teknis bagi pengelola bendungan dapat menjadi dasar teknis dalam penyusunan kebijakan operasi bendungan yang lebih adaptif, efisien, untuk meminimalkan risiko genangan di hilir. Dari segi manfaat akademis, penelitian ini berkontribusi terhadap literatur ilmiah pemodelan banjir di Indonesia serta menjadi referensi penelitian lanjutan di daerah dengan karakteristik hidrologi serupa.

2. METODE

Lokasi penelitian adalah di Bendungan Randugunting, yang berada di Desa Kalinanas, Kecamatan Japah, Kabupaten Blora, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi penelitian ditampilkan dalam peta pada Gambar 2. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif yang akan dilakukan meliputi beberapa tahap seperti yang disajikan pada bagan alir pada Gambar 3.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis pemodelan numerik terintegrasi, yang menggabungkan HEC-HMS dan HEC-RAS 2D. HEC-HMS merupakan model hidrologi untuk mengolah hujan menjadi limpasan (Afifah et al., 2025; Amal et al., 2023; Spor et al., 2025). HEC-RAS 2D menampilkan peta genangan yang dihasilkan dari analisis debit menjadi tampilan genangan banjir (Bhargav et al., 2025; Vashist & Singh, 2023; Zotou et al., 2022).

2. Tahapan Metodologi

a. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yang didapatkan dari BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) Pemali Juana untuk data curah hujan, debit, teknis bendungan. Sedangkan Data spasial terkait DEM (*Digital Elevation Model*) didapatkan dari Badan Informasi dan Geospasial (BIG). Berikut data-data yang harus dikumpulkan untuk dapat digunakan pada analisis hidrologi-hidrolika.

1) Data Hidrologi :

- Curah hujan harian (Stasiun Hujan Tunjungan, Stasiun Hujan todanan, Stasiun Hujan Sumber, dan Stasiun Hujan Wirote)
- Debit *inflow* & *outflow* bendungan
- Debit sungai hilir

2) Data Hidraulik:

- DEM resolusi tinggi. Data DEM digunakan untuk mendapatkan kondisi topografi wilayah studi.
- Penampang sungai hilir bendungan, yang digunakan untuk analisis *passing capacity* sungai.
- Koefisien kekasaran Manning, yang digunakan untuk mengukur kekasaran dasar sungai terkait aliran debit.

3) Data Operasional (Data Teknis

Bendungan), yang terdiri dari :

- Data tampungan waduk
- Kapasitas alir *spillway*

b. Pemodelan Hidrologi (HEC-HMS)

Pemodelan hidrologi merupakan tahap awal yang penting dalam analisis aliran sungai, yang berfungsi untuk mengubah data curah hujan menjadi debit aliran masuk (*runoff*). *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineers untuk mensimulasikan proses presipitasi-aliran pada suatu daerah aliran sungai (DAS). HEC-HMS telah diterapkan luas dalam berbagai studi untuk menentukan debit banjir rencana berdasarkan periode ulang tertentu serta karakteristik parameter hidrologi DAS (Afifah et al., 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan penerapan HEC-HMS dalam konteks analisis hidrologi di Indonesia. Contohnya studi oleh Amiruddin & Widiyanti yang menggunakan HEC-HMS untuk mengkaji parameter hidrologi DAS Rawasari dengan hasil debit puncak aliran yang diperoleh pada berbagai periode ulang (10, 20, 50 tahun) (Amirudin & Widiyanti, 2024). Selain itu, penelitian di sungai Sogitia juga menerapkan HEC-HMS untuk menganalisis debit andalan sungai menggunakan komponen *Curve Number (CN)* sebagai parameter alih fungsi lahan dalam simulasi (Salim et al., 2024).

Cara untuk menghasilkan hidrograf debit banjir dengan model HEC-HMS adalah dengan deliniasi DAS, input karakteristik hujan, pemilihan hidrograf satuan sintetik, dan karakteristik DAS.

c. Operasi Banjir pada Waduk

Operasi banjir adalah operasi dalam rangka mengatur muka air waduk agar tetap terjaga pada elevasi yang direncanakan (aman) yang dilakukan dengan cara mengoperasikan pintu

pelimpah dan bila perlu pintu pengeluaran lainnya. Operasi banjir lazimnya dilakukan pada bendungan pengendali banjir. Dalam pengeluaran air ke bagian hilir perlu memperhatikan kemampuan/kapasitas sungai yang ada di bagian hilir sehingga tidak menimbulkan bencana banjir. Operasi waduk juga memerlukan penyesuaian terhadap fluktuasi hujan pada masing-masing DAS dalam pola pengoperasian pintu pelimpah (Ferdowsi et al., 2020).

d. Pemodelan Hidrolika 2D (HEC-RAS 2 Dimensi)

HEC-RAS adalah sistem perangkat lunak terintegrasi, yang dirancang untuk interaktif penggunaan multi-tasking. Sistem ini menggunakan "user interface" grafis, komponen analisis hidrolis yang terpisah, penyimpanan data dan kemampuan manajemen, fasilitas grafis dan pelaporan.

Penelitian internasional mencerminkan tren penggunaan HEC-RAS 2D yang semakin luas, termasuk analisis melalui model hidrodinamik dua dimensi untuk mengevaluasi propagasi banjir dengan mempertimbangkan distribusi kedalaman dan kecepatan aliran di daerah dataran banjir (Spor et al., 2025). Berikut tahapan analisis pemetaan genangan 2 dimensi.

- 1) Pembuatan mesh 2D area genangan
- 2) Input debit hasil HEC-HMS
- 3) Simulasi aliran tidak permanen (*unsteady flow*)
- 4) Analisis kedalaman genangan, luas genangan, dan kecepatan aliran

e. Simulasi Kondisi Operasi

- 1) Kondisi Tanpa Bendungan (*Natural Condition*)
- 2) Kondisi dengan Adanya Bendungan

f. Analisis Perbandingan

Parameter evaluasi:

- 1) Perubahan *peak discharge*

(ΔQ_{peak})

- 2) Perubahan waktu puncak
- 3) Perubahan luas genangan
- 4) Perubahan volume banjir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan utama di daerah hilir Bendungan Randugunting, khususnya pada bantaran Sungai Banyuasin yaitu banjir di desa-desa dengan kerentanan tinggi terhadap bencana banjir, khususnya Desa Pohlandak dan Desa Krikilan. Terutama kejadian banjir pada tanggal 11 Mei 2023, perlu dilakukan justifikasi teknis terkait pelepasan air Bendungan Randugunting yang berpengaruh pada banjir tersebut.

3.1. Kejadian Banjir Desa Krikilan dan Desa Pohlandak

Dugaan awal Penyebab banjir Desa Krikilan dan Pohlandak:

1. Sedimentasi sungai cukup tinggi sehingga mengurangi kapasitas sungai.
2. Area sedimentasi banyak tumbuh tanaman rumput odot, menyebabkan aliran air terhambat.
3. Kondisi sungai sering meluap karena bertemunya 2 aliran sungai menjadi satu.

Adapun lokasi titik banjir di Desa Krikilan disajikan pada Gambar 3, dan di Desa Pohlandak pada Gambar 4.



Gambar 3. Lokasi Banjir Desa Krikilan

Gambar 3 menunjukkan area banjir pada trase tikungan Sungai Banyuasin (garis warna

biru putus-putus). Kondisi desa dengan kondisi penduduk cukup padat, sehingga cukup rentan terhadap banjir (Arif et al., 2017). Hal yang sama terjadi di Desa Pohlandak pada Gambar 4, dengan kondisi desa cukup padat penduduk, sehingga kerentanan banjir cukup tinggi.

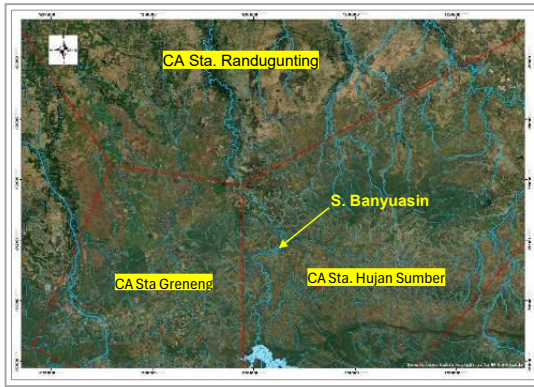


Gambar 4. Lokasi Banjir Desa Pohlandak

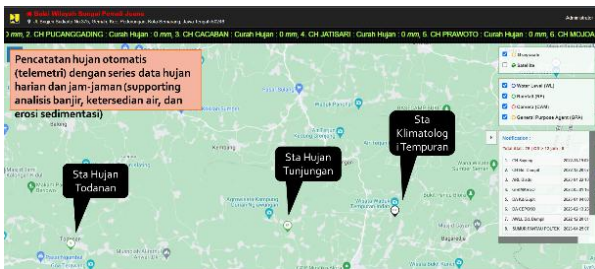
3.2. Justifikasi teknis Kondisi Wilayah

Justifikasi terkait kejadian banjir dianalisis dari curah hujan yang mempengaruhi wilayah DAS Banyuasin. Identifikasi dilakukan dari hulu hingga hilir dengan masing-masing tangkapan hujan dipengaruhi oleh pos hujan/stasiun hujan sesuai pada Gambar 5 dan Gambar 6.

- *Catchment* hujan di hilir dipengaruhi oleh pencatatan Sta Hujan Greneng, dan Randugunting (Kewenangan PUSDATARU) dan Sumber serta Wiroto (Kewenangan PU Rembang) yang ditunjukkan pada Gambar 5.
- *Catchment* Hujan di Hulu Bendungan dipengaruhi oleh pencatatan hujan di Sta Hujan Todanan, dan Tunjungan, serta Sta Klimat Tempuran yang ditunjukkan pada Gambar 6.
- Pos Hujan Waduk Randugunting baru beroperasi pada Bulan Oktober 2022, sehingga hanya digunakan sebagai validasi saja.



Gambar 5. Pengaruh Hujan Daerah Hilir



Gambar 6. Pengaruh Hujan Daerah Hulu

Banjir terjadi diprediksikan tidak berasal dari *outflow* Bendungan, namun berasal dari luapan Kali Padas yang berada di hilir Bendungan. Berdasarkan pemodelan pada kegiatan ini dan studi-studi terdahulu, waduk dapat menahan banjir di hulu, meredam sehingga rilis banjir cukup kecil. Namun Kali Padas dengan luas DAS 2 kali DTA (Daerah Tangkapan Air) bendungan, dan tanpa bangunan penahan banjir, diprediksi sebagai sumber limpasan terbesar penyebab banjir di Pohlandak dan Krikilan. Posisi Kali Padas terhadap Waduk Randugunting disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi Kali Padas

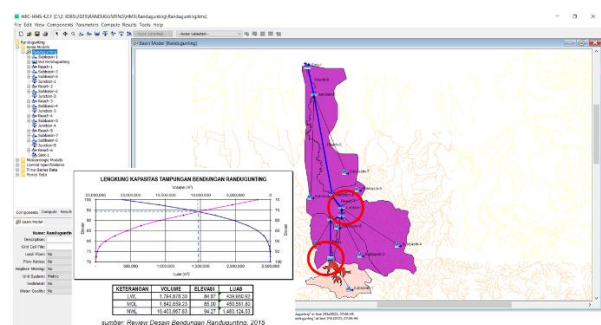
Gambar 7 menunjukkan Kali Padas berada di hilir Waduk Randugunting. Luas DAS Padas sebesar $38,7 \text{ km}^2$ sedangkan Luas DTA Bendungan Randugunting adalah $17,24 \text{ km}^2$ (Gambar 8). Sehingga debit yang keluar dari Kali Padas sudah pasti lebih besar dari *inflow* Bendungan Randugunting. Hal itu yang menyebabkan Desa Pohlandak dan Desa Krikilan terkena banjir.



Gambar 8. Perbandingan Luas DAS Padas dan DTA Bendungan Randugunting

3.3. Pemodelan Hidrologi (Hujan-Limpasan)

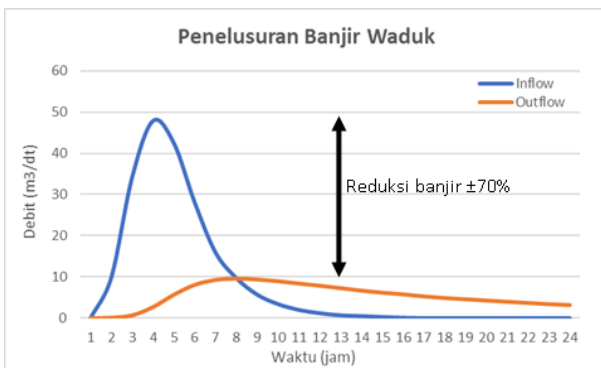
Pemodelan banjir yang pertama dilakukan dengan input hujan dengan kala ulang 50 tahun. perhitungan ini menggunakan bantuan program HEC-HMS dengan input hujan, landuse, jenis tanah, data topografi berupa kontur, ataupun DEM/*Digital Elevation Model*. Pemodelan kedua dengan simulasi hujan real yang terjadi pada pencatatan Pos Hujan Randugunting dengan kedalaman hujan 41 mm pada Tanggal 11 Mei 2023. Pemodelan dengan HEC-HMS ditunjukkan pada Gambar 9.



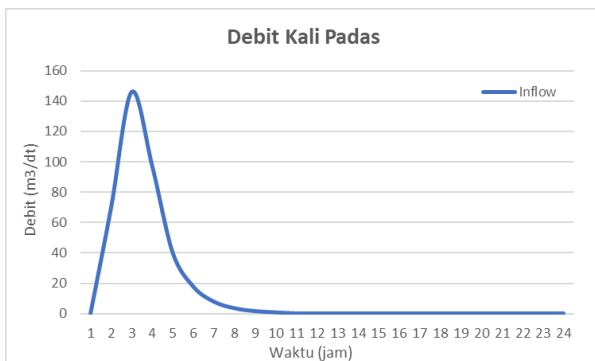
Gambar 9. Pemodelan Routing Banjir Waduk Randugunting

Model HEC-HMS menggunakan metode SCS *Curve Number* (CN), dengan nilai CN berkisar 77–83 berdasarkan tutupan lahan DAS. Nilai CN tersebut mengindikasikan DAS cukup responsif terhadap hujan, dan berpotensi menyebabkan limpasan yang cukup besar. Transformasi limpasan menggunakan SCS *Unit Hydrograph* dengan *lag time* rata-rata 120 menit. Simulasi HEC-RAS 2D menggunakan ukuran mesh 50×50 m dengan nilai Manning 0,035 pada area sungai dan 0,080 pada area permukiman.

Dari hasil Analisis penelusuran banjir di waduk dan di hilir waduk, disimpulkan bahwa Waduk Randugunting dapat mereduksi banjir $\pm 70\%$ pada simulasi kala ulang 2 th (hujan 89 mm, *inflow* 53,9 m³/dt, dan *outflow* 11,3 m³/dt) yang ditunjukkan pada Gambar 10. Banjir di daerah hilir waduk dipengaruhi oleh Kali Padas, dibuktikan dengan dengan kala ulang yang sama, *inflow* Kali Padas sebesar 146 m³/dt yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. *Flood Routing* Banjir pada Waduk Randugunting (A)

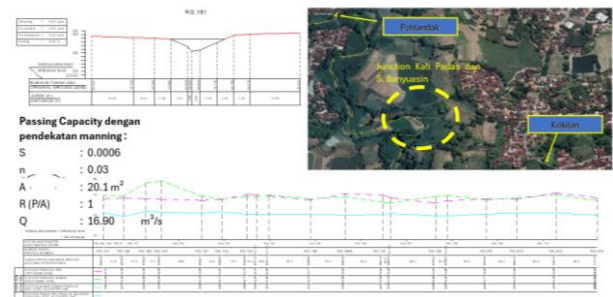


Gambar 11. *Flood Routing* Banjir Kali Padas (B)

Catchment Area Kali Padas diidentifikasi lebih luas daripada *Catchment Area* Waduk Randugunting, sehingga sangat berpengaruh menjadi luapan di hilir Kali Padas (Pohlandak dan Krikilan). Berikut disajikan simulasi berdasarkan hujan *real time* pada Tanggal 11 Mei 2023.

- Pada Sta Hujan Randugunting tanggal 11 mei 2023 pencatatan hujan sebesar 41 mm masih dibawah Q 2th
- *Inflow* waduk 13,5 m³/dt, *outflow* 1,7 m³/dt
- *Inflow* Kali Padas 36,5 m³/dt
- Kapasitas Sungai 16,9 m³/dt (dibuktikan dengan *passing capacity* pada Gambar 12)
- Kondisi badan Sungai di lokasi banjir cukup sempit dengan kedalaman palung Sungai sekitar 3-5 m dengan lebar palung Sungai ± 10 m.

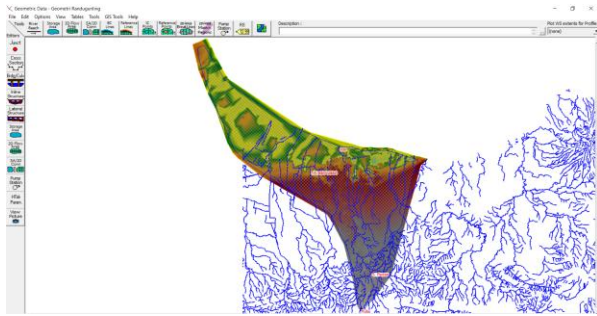
Pembuktian kapasitas sungai dilakukan dengan *passing capacity* berdasarkan pendekatan manning, sehingga didapatkan kapasitas alir sungai yang dapat dilewati debit. Seperti yang disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. *Passing Capacity* Sungai Banyuasin

3.4. Pemodelan Pemetaan Genangan Banjir

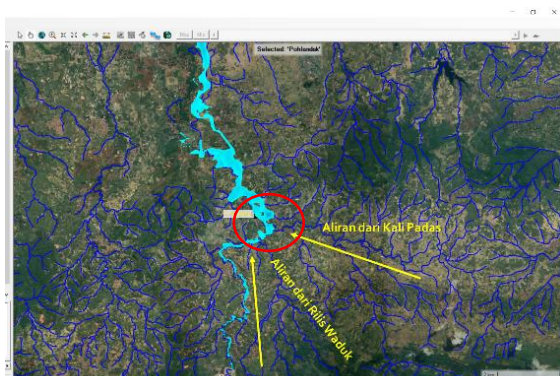
Pemetaan genangan banjir perlu dilakukan untuk membuktikan genangan banjir betul terjadi dari tidak berasal dari Bendungan Randugunting. Model HEC-RAS 2 Dimensi digunakan untuk membantu mengidentifikasi genangan banjir. Gambar 13 menunjukkan pemodelan genangan banjir di hilir Bendungan Randugunting.



Gambar 13. Model Topografi Wilayah dengan Bantuan DEM

Analisis genangan banjir yang sudah dihasilkan berdasarkan pemodelan HEC-RAS 2 Dimensi dapat membuktikan bahwa pada Sungai Banyuasin terdapat tambahan limpasan air berlebih dari Kali Padas, sehingga membuat sungai meluap setelah *junction*/pertemuan Kali Padas dan S. Banyuasin. Hasil pemodelan genangan banjir ditunjukkan pada Gambar 14.

Gambar 14 menunjukkan area banjir pada Desa Krikilan dan Desa Pohlandak (lingkaran merah). Genangan banjir yang terjadi dengan tinggi antara 0,5 meter sampai dengan 4,5 meter. Kecepatan yang timbul masih dalam kategori rendah sampai dengan sedang, berkisar antara 0,5 m/s sampai dengan 1,1 m/s. Pelepasan air dari waduk terlihat tidak melimpas keluar alur sungai. Debit yang melebihi *bankfull capacity* dan melimpas keluar penampang sungai terlihat setelah pertemuan dengan Kali Padas. Hasil penelitian dapat digunakan menjadi justifikasi teknis penyebab banjir di Desa Krikilan dan Desa Pohlandak, sehingga diharapkan tidak ada lagi asumsi bahwa Bendungan Randugunting sebagai penyebab banjir.



Gambar 14. Genangan Banjir di Hilir Bendungan Randugunting

3.5. Analisis Sensitivitas Hujan terhadap Respon Bendungan Randugunting

Berdasarkan hasil simulasi *routing* banjir pada Bendungan Randugunting, terlihat bahwa perubahan hujan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon hidrologi waduk, terutama terhadap *inflow* dan *outflow* waduk. Tabel 1 menyajikan perubahan hujan di hulu waduk yang direspon Bendungan Randugunting.

Tabel 1. Respon Bendungan Randugunting terhadap perubahan Kedalaman Hujan Berbagai Kala Ulang

Kala ulang	Hujan Rancangan (mm)	Inflow Waduk (m ³ /dt)	Outflow Waduk (m ³ /dt)	Kapasitas Penampang Sungai (m ³ /dt)	Kondisi Penampang Sungai di Hilir Pelimpah Waduk
2	89	53.9	11.3	16,90	Under Bankfull Capacity
5	115	79.2	17.0		Bankfull Capacity
10	131	95.4	24.4		Over Bankfull Capacity
20	145	109.9	28.6		Over Bankfull Capacity
50	164	129.8	34.7		Over Bankfull Capacity
100	178	144.7	39.4		Over Bankfull Capacity
200	192	159.6	44.4		Over Bankfull Capacity
500	209	177.9	50.7		Over Bankfull Capacity
1000	223	193.1	56.0		Over Bankfull Capacity

Tabel 1 menjelaskan semakin besar kala ulang hujan yang digunakan, yaitu dari 89 mm pada kala ulang 2 tahun menjadi 223 mm pada kala ulang 1000 tahun. Peningkatan hujan tersebut menyebabkan kenaikan *inflow* waduk dari 53,9 m³/dt menjadi 193,1 m³/dt. Kenaikan *inflow* waduk diikuti oleh peningkatan *outflow* waduk, yaitu dari 11,3 m³/dt pada kala ulang 2 tahun menjadi 56,0 m³/dt pada kala ulang 1000 tahun. Namun demikian, peningkatan *outflow* terjadi lebih kecil dibandingkan *inflow*, yang menunjukkan bahwa waduk masih mampu mereduksi debit banjir melalui mekanisme tampungan banjir (*flood storage*). Hal ini menunjukkan fungsi *routing* waduk berjalan cukup efektif dalam menahan sebagian debit banjir sebelum dilepaskan ke hilir.

Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa hujan merupakan parameter yang sangat mempengaruhi respon waduk. Peningkatan kedalaman hujan menyebabkan peningkatan limpasan DAS sehingga debit masuk ke waduk meningkat secara progresif. Kondisi tersebut berdampak langsung pada peningkatan elevasi muka air waduk dan debit pelepasan melalui pelimpah.

Ditinjau dari kondisi penampang sungai di hilir pelimpah waduk, kapasitas penampang sungai sebesar 16,90 m³/dt hanya mampu menampung debit pelepasan pada kala ulang 2 tahun dengan kondisi *under bankfull capacity*. Pada kala ulang 5 tahun, debit *outflow* sebesar 17,0 m³/dt telah mencapai kondisi *bankfull capacity*, yaitu kondisi ketika aliran memenuhi kapasitas maksimum penampang sungai tanpa melimpas keluar tanggul sungai.

Sementara itu, pada kala ulang 10 tahun hingga 1000 tahun, debit *outflow* waduk berada pada rentang 24,4–56,0 m³/dt, yang seluruhnya melebihi kapasitas penampang sungai hilir. Kondisi ini menunjukkan status *over bankfull capacity*, sehingga aliran berpotensi meluap ke dataran banjir di sekitar sungai hilir waduk. Semakin besar kala ulang hujan, maka potensi limpasan dan genangan banjir di hilir waduk juga semakin meningkat akibat ketidakmampuan penampang sungai menampung debit pelepasan waduk.

Secara keseluruhan, hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa perubahan hujan rancangan memberikan respon yang cukup sensitif terhadap sistem routing Bendungan Randugunting. Meskipun waduk mampu mereduksi debit banjir melalui proses tampungan, kapasitas penampang sungai di hilir pelimpah masih menjadi faktor pembatas dalam pengendalian banjir, terutama pada kejadian hujan dengan kala ulang lebih besar dari 5 tahun.

3.6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas PGRI Semarang (UPGRIS) atas dukungan pendanaan, dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana atas dukungan data hidrologi maupun data teknis Bendungan Randugunting.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Waduk dapat menahan banjir di hulu, meredam sehingga rilis banjir cukup kecil dengan kemampuan reduksi $\pm 70\%$.
2. Kondisi badan Sungai di lokasi banjir cukup sempit dengan kedalaman palung Sungai sekitar 3-5 m dengan lebar palung Sungai ± 10 m. kapasitas alir Sungai di lokasi banjir $\pm 16,9$ m³/s. sedangkan limpasan dari Kali Padas dengan simulasi hujan 41 mm adalah 36,5 m³/s. sebagai informasi dari waduk dengan simulasi hujan yang sama air waduk tidak melimpah sama sekali, ditahan oleh Waduk Randugunting.
3. Waduk Randugunting dengan *outflow* 10 m³/dt tidak berkontribusi dalam menyebabkan banjir di Desa Krikilan dan Desa Pohlandak, tetapi kontribusi terbesar adalah pelepasan air dari Kali Padas sebesar 146 m³/dt.

4.2. Saran

Untuk mengatasi atau mengurangi dampak kerugian akibat banjir, perlu adanya pelebaran pada Sungai Banyuasin, khususnya di ruas-ruas setelah ada masukan debit dari Kali Padas, supaya debit dapat tertampung dengan optimal sesuai dengan kapasitas Sungai Banyuasin. Selain itu perlu dibangun tampungan air di ruas Kali Padas untuk menahan air di hulu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, R. C., Sangkawati, S., Suripin, & Wulandari, D. A. (2023). Flood Control Rule in Bintang Bano Reservoir. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1268/1/012036>
- Afifah, R. C., Sangkawati, S., Wulandari, D. A., & Suripin. (2025). Comparative Analysis of Observed and Empirical Rainfall Distribution for Flood Hydrograph Modeling. *Advance Sustainable Science Engineering and Technology*, 1268(3), 1–15. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1268/1/012036>

- Amal, N., Hendra, & Winata, A. (2023). Pengaruh Distribusi Hujan Terhadap Perhitungan Debit Banjir pada Daerah Rawa di DAS Martapura. *Kacapur*, 6, 217–231.
- Amirudin, A., & Widiyanti, A. F. (2024). Kajian Parameter Hidrologi DAS Rawasari Kota Tarakan Menggunakan HEC-HMS. *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, 10(2), 104–115.
- Arif, D. A., Mardiatna, D., & Giyarsih, S. R. (2017). Kerentanan Masyarakat Perkotaan terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Legok, Kecamatan Telanipuram Kota Jambi. *Majalah Geografi Indonesia*, 31, no. 2, 79–87.
- Bhargav, A. M., Suresh, R., & Trambadia, N. K. (2025). Development of a 2D hydrodynamic model for flood assessment for the lower Narmada basin, Gujarat (India). *Water and Climate Change*, 16(4), 1567–1585. <https://doi.org/10.2166/wcc.2025.706>
- Brigand, G., Candela, A., & Aronica, G. T. (2023). Analysis of the Effects of Reservoir Operating Scenarios on Downstream Flood Damage Risk Using an Integrated Monte Carlo Modelling Approach. *Water*, 15, 550. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w15030550>
- Ferdowsi, A., Mousavi, S. F., Farzin, S., & Karami, H. (2020). Optimization of dam's spillway design under climate change conditions. *Journal of Hydroinformatics*, 22(4), 916–936. <https://doi.org/10.2166/hydro.2020.019>
- Fikri, R. M., Herawati, H., & Pranoto, W. A. (2025). Flood Inundation Mapping in the Cimanceuri River through Integration of HEC-HMS and HEC-RAS as A Basis for Flood Risk Management. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 25(4), 2428–2441.
- Nasarudin, Musa, R., & Ashad, H. (2022). Efektivitas Pengoperasian Bendungan dalam Pengendalian Banjir (Studi Kasus Bendungan Bili-Bili). *Jurnal Teknik Sipil Macca*, 7(1), 33–40.
- Rahman, S., Miradj, A., & Utara, M. M. (2025). Pemodelan Hidrologi-Hidrolik Terpadu untuk Penilaian Resiko Banjir di Daerah Aliran Sungai Tropis Perkotaan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 22811–22821.
- Salim, M. R. S., Husnan, R., & Labdul, B. Y. (2024). Analisis Debit Andalan Sungai Menggunakan Aplikasi Pemodelan Hidrologi HEC-HMS (Studi Kasus di Sungai Sogitia Kecamatan Bone Kabupaten Bone Bolango). *Composite Journal*, 4(1), 26–34. <https://doi.org/10.37905/jc.v4i1.50>
- Spor, P., Pasa, Y., & Dogan, E. (2025). Evaluation of Simulation Results of HEC-RAS Coupled 1D / 2D and 2D Modeling Approaches Through Scenario-Based Analysis. *Water*, 17, 1163.
- Vashist, K., & Singh, K. K. (2023). HEC-RAS 2D modeling for flood inundation mapping: a case study of the Krishna River Basin. *Water Practice & Technology*, 00(0), 1–14. <https://doi.org/10.2166/wpt.2023.048>
- Zotou, I., Karamvasis, K., Vassilia Karathanassi, & Vassilios A. Tsihrintzis. (2022). Potential of Two SAR-Based Flood Mapping Approaches in Supporting an Integrated 1D/2D HEC-RAS Model. *Water (Switzerland)*, 14(4020). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w14244020>