

## ANALISIS BANJIR DI SUNGAI COKROYASAN BAGIAN HILIR

Dian Ayu Rahmadhani<sup>1</sup>, Anggi Hermawan<sup>2</sup>, Oggi Heicqal Ardian<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl.  
Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>[1100190093@students.itny.ac.id](mailto:1100190093@students.itny.ac.id), <sup>2</sup>[anggi@itny.ac.id](mailto:anggi@itny.ac.id), <sup>3</sup>[Oggiheicqal@itny.ac.id](mailto:Oggiheicqal@itny.ac.id)

### ABSTRAK

Sungai Cokroyasan merupakan sungai yang mengalami permasalahan akibat adanya penyempitan mulut muara. Kondisi tersebut diakibatkan oleh adanya sedimen sejajar pantai yang terbawa oleh gelombang laut ke mulut muara yang menyebabkan genangan banjir. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui debit banjir rancangan tahunan dan memetakan luas wilayah yang berpotensi terkena genangan banjir di sekitar Sungai Cokroyasan dengan kala ulang 25 tahunan (Q25). Metode dalam penyusunan penelitian ini adalah pengumpulan data, studi pustaka, analisis data hidrologi, perhitungan elevasi maksimum pasang surut air laut, pemodelan hasil analisis hidrologi, pembuatan peta genangan banjir. Sungai Cokroyasan yang ditinjau sepanjang 18,54 km dengan hulu berada di Bendung Bandung Selis dan Hilir berada di Laut (Pantai Keburuhan). Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan DAS Cokroyasan dari tahun 2012 – 2022 dan menggunakan metode Thiessen Polygon. Analisis hidrograf satuan menggunakan metode HSS Nakayasu, dalam pemodelan genangan banjir menggunakan software Hec-RAS dan ArcGIS. Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data debit banjir kala ulang 25 tahunan sebesar 857.947 m<sup>3</sup>/detik dan total luas wilayah yang berpotensi terkena genangan banjir sebesar 24.063 km<sup>2</sup>. Daerah Kecamatan yang berpotensi terkena genangan banjir yaitu Kecamatan Kutoarjo, Kecamatan Bayan, Kecamatan Banyuurip, Kecamatan Ngombol dan Kecamatan Grabag.

Kata kunci : Banjir, Banjir Rancangan, Hec-Ras, ArcGIS

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Purworejo secara geografis terdiri atas tiga cakupan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS), salah satunya DAS Cokroyasan. Daerah Aliran Sungai Cokroyasan merupakan wilayah aliran sungai yang memiliki hulu di Kabupaten Wonosobo yang berbatasan dengan Pegunungan Kendeng dan hilir di Kabupaten Purworejo dengan muara di Samudera Hindia. Sungai Cokroyasan adalah sungai yang terletak di bagian hulu DAS Cokroyasan. Sungai Cokroyasan merupakan sungai yang melewati dua wilayah administrasi di Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Purworejo. Bagian hulu Sungai Cokroyasan masuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Wonosobo, sedangkan bagian tengah dan hilir Sungai Cokroyasan masuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Purworejo

Bencana banjir merupakan kejadian alam yang dapat terjadi setiap saat dan sering mengakibatkan hilangnya nyawa serta harta benda. Hujan deras yang terjadi beberapa hari mengakibatkan sejumlah sungai di wilayah Kabupaten Purworejo meluap airnya sehingga terjadi banjir. Sejumlah aliran sungai yang meluap airnya, yakni Sungai Bogowonto, Dulang, Cokroyasan, Dlangu, Bedono, Gebang Kecil, dan Sungai Gebang Besar (Hidayat, 2022). Sungai Cokroyasan merupakan sungai yang mengalami permasalahan akibat adanya penyempitan mulut muara. Kondisi tersebut diakibatkan oleh adanya sedimen sejajar pantai yang terbawa oleh gelombang laut ke mulut muara. Dampak yang paling berbahaya adalah pada saat awal musim hujan tiba yang menyebabkan banjir yang menggenangi pemukiman dan persawahan warga di kawasan hulu Sungai Cokroyasan dan Sungai Delangu (Chomsul, M., 2009).

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Pertama, berapakah debit banjir rancangan di Sungai Cokroyasan? Kedua, bagaimana visualisasi luasan wilayah yang berpotensi terkena genangan banjir akibat luapan Sungai Cokroyasan berdasarkan hasil pemodelan menggunakan aplikasi Hec-RAS? Ketiga, berapakah luasan area dan kedalaman genangan banjir yang terjadi dari hasil simulasi menggunakan aplikasi Hec-RAS? Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk memetakan daerah terdampak banjir di Kecamatan Ngombol. Untuk mencapai tujuan utama tersebut, disusun tujuan spesifik sebagai berikut: Pertama, mengetahui besar debit banjir rancangan di Sungai Cokroyasan. Kedua, memvisualisasikan luasan wilayah yang berpotensi terkena genangan banjir dalam bentuk peta. Ketiga, mengetahui luasan area dan kedalaman genangan banjir hasil simulasi menggunakan aplikasi Hec-RAS.

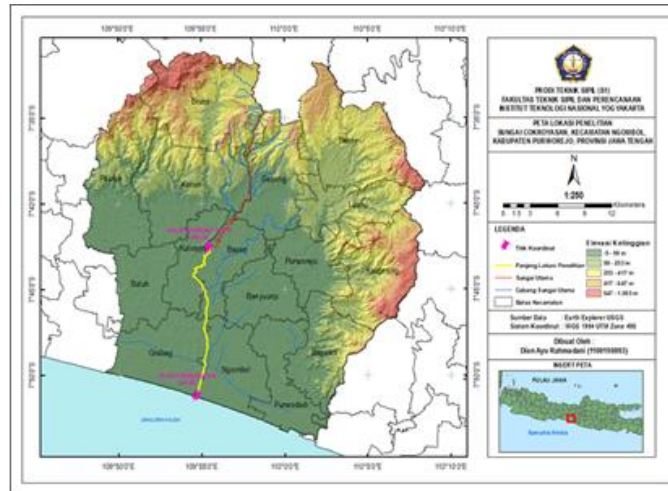
Corresponding Author

E-mail Address : [anggi@itny.ac.id](mailto:anggi@itny.ac.id)

## 2. METODE

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Cokroyasan sepanjang 18,54 km dimana hulu sungai berada di AWLR Bandung Selis Kecamatan Kutoarjo, Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah dan hilir sungai berada di muara Samudra Hindia dekat Pantai Keburuhan di Desa Keburuhan, Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1. Lokasi Sungai Cokroyasan

### 2.2. Analisis Data

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis hidrologi dan analisis hidraulika., untuk menyelesaikan studi ini dilakukan langkah – langkah pengolahan data yaitu :

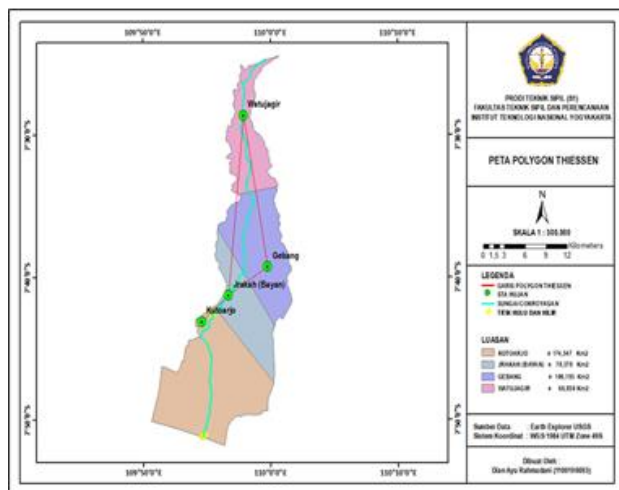
1. Melakukan studi literatur dan studi software yang akan digunakan
2. Mengidentifikasi lokasi sungai dan melakukan analisis terhadap penampang sungai di lokasi yang telah ditetapkan.
3. Melakukan analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana dengan menggunakan metode Nakayasu dan mempertimbangkan periode ulang 25 tahun.
4. Melakukan analisis hidrologi untuk memodelkan banjir secara dua dimensi (2D) menggunakan software Hec-RAS 6.2.
5. Memetakan hasil pemodelan banjir yang didapat, sehingga diketahui luasan dan kedalaman banjir menggunakan bantuan software ArcGIS 10.8.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besar debit banjir rencana pada suatu pemodelan banjir di wilayah sungai cokroyasan serta menganalisis seberapa luas daerah yang terkena limpasan air ketika banjir terjadi. Data untuk penentuan debit banjir rencana pada penelitian ini adalah data curah hujan.

Data curah hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi pada penelitian ini diperoleh dari stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Kutoarjo, Stasiun Gebang, Stasiun Watujagir, Stasiun Jrahah (Bayan). Penentuan hujan kawasan pada penelitian ini menggunakan metode Polygon Thiessen. Berikut gambar letak stasiun hujan yang digunakan dan luas daerah pengaruhnya pada DAS Cokroyasan.



**Gambar 2.** Letak Stasiun Hujan dan Luas Daerah Pengaruhnya

### 3.1.2. Curah Hujan Harian Maksimum Rata - Rata

Data curah hujan harian maksimum dianalisis untuk mencari rata-rata curah hujan harian maksimum berdasarkan panjang data yang ada. Nilai curah hujan yang digunakan dalam analisis adalah curah hujan terbesar yang tercatat. Metode aljabar digunakan dalam menghitung rata-rata ini, dan hasil analisis dapat dilihat dalam tabel berikut.

**Tabel 1.** Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Rata-rata

No	Tahun	Hujan Maksimum (Xi) (mm)
1	2012	117,167
2	2013	204,081
3	2014	104,312
4	2015	84,265
5	2016	174,226
6	2017	126,703
7	2018	80,044
8	2019	144,504
9	2020	104,702
10	2021	73,109

### 3.1.3. Hujan Rencana

Curah hujan rencana di hasilkan dengan perhitungan distribusi frekuensi. Langkah awal adalah melakukan analisis frekuensi dengan menentukan jenis sebaran yang akan digunakan berdasarkan nilai parameter statistik dari data yang ada. Hasil dari perhitungan parameter statistik distribusi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa distribusi tersebut memenuhi syarat kecocokan dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III, metode ini yang digunakan untuk mencari nilai hujan rencana (Xt). Berikut adalah hasil dari perhitungan hujan rencana tersebut.

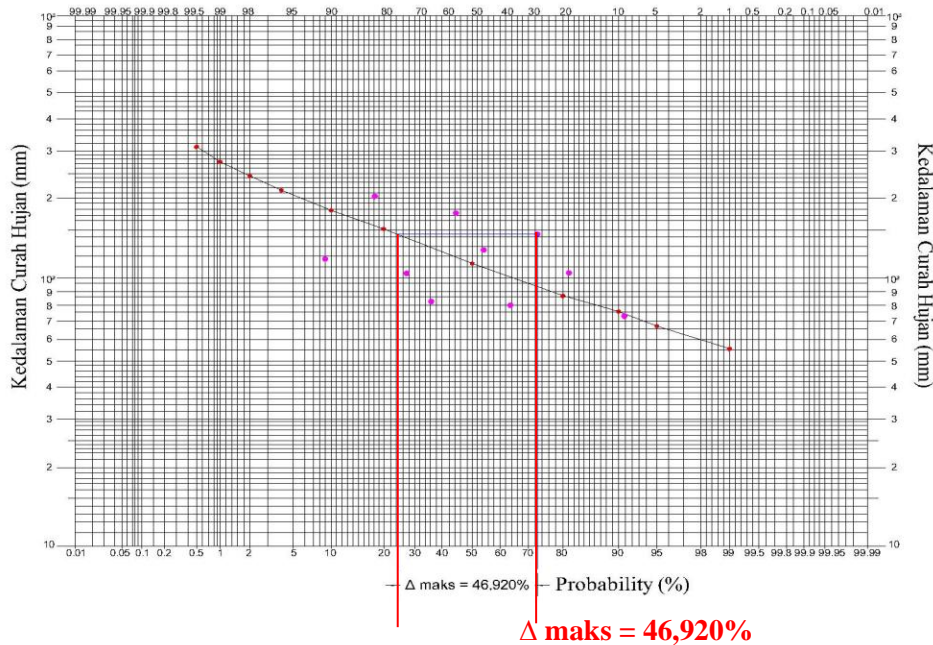
**Tabel 2.** Analisis Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	K	K x S Log X	Log Xt	Xt (mm)
1	1,0101	99	-2,160	-0,315	1,746	55,769
2	1,0526	95	-1,539	-0,224	1,837	68,702
3	1,1111	90	-1,238	-0,180	1,881	76,010
4	1,2500	80	-0,854	-0,125	1,937	86,458
5	2	50	-0,058	-0,009	2,053	112,936
6	5	20	0,820	0,120	2,181	151,677
7	10	10	1,313	0,192	2,253	179,015
8	25	4	1,865	0,272	2,333	215,488
9	50	2	2,238	0,326	2,388	244,167
10	100	1	2,582	0,377	2,438	274,079
11	200	0,5	2,905	0,424	2,485	305,548

### 3.1.4. Uji Kecocokan Distribusi

#### 3.1.4.1 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Kolmogorov-Smirnov dilakukan dengan memplot data ke kertas Probabilitas Log Pearson tipe III. Hasil dari plot ini menghasilkan nilai  $\Delta_{maks}$  sebesar 46,920% (0,4692 dalam bentuk desimal). Sementara itu, nilai  $\Delta_{kritik}$  untuk derajat kepercayaan 1% dengan jumlah data  $n=10$  adalah 0,490. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa  $\Delta_{maks}$  (0,4692) lebih kecil daripada  $\Delta_{kritik}$  (0,490), sehingga distribusi Log Pearson tipe III dapat diterima.



**Gambar 3.** Plot data di kertas Probabilitas Log Pearson tipe III

#### 3.1.4.2. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat dapat diterima apabila nilai chi kuadrat ( $X^2$ ) melebihi nilai chi kuadrat kritis ( $X_{cr}^2$ ). Setelah melakukan perhitungan uji chi kuadrat, diperoleh hasil  $X^2$  sebesar 2,000, dan nilai  $X_{cr}^2$  untuk derajat kebebasan (DK) = 2 dengan taraf signifikan = 5% adalah 5,991. Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $X^2=2,000 < X_{cr}^2=5,991$ , maka distribusi Log Pearson tipe III dapat diterima.

**Tabel 3.** Hasil Analisis Uji Chi Kuadrat

Kelas	Interval	Ef	Of	Ef - Of	(Ef - Of) <sup>2</sup>	(Ef - Of) <sup>2</sup> / Ef
1	56,737 < x < 89,480	2	3	-1,0	1,0	0,500
2	89,481 < x < 122,224	2	3	-1,0	1,0	0,500
3	122,225 < x < 154,967	2	2	0,0	0,0	0,000
4	154,968 < x < 187,710	2	1	1,0	1,0	0,500
5	x > 187,710	2	1	1,0	1,0	0,500
Jumlah		10	10			2,000

#### 3.1.5. Analisa Curah Hujan Efektif dan Rasio Hujan Jam-jamannya

Koefisien pengaliran pada DAS Cokroyasan ditentukan dengan penggabungan dari variasi tutupan lahan. Koefisien pengaliran hasil analisis didapat  $C = 0,352$ . Hujan efektif didapatkan dengan mengalikan curah hujan rencana dengan koefisien pengaliran. Hasil perhitungan didapat hujan efektif harian sebesar  $Reff = 75,952$  mm untuk periode ulang 25 tahunan.

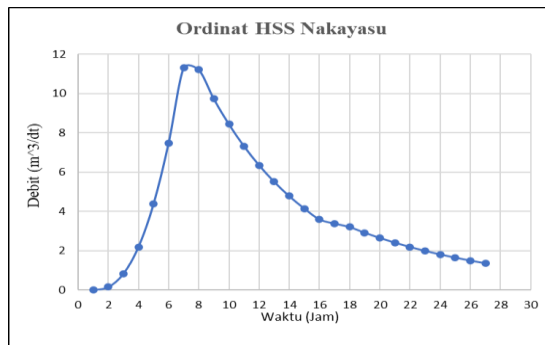
Curah hujan efektif harian perlu diketahui distribusi hujan yang terjadi pada setiap jamnya. Hujan terpusat di Indonesia diasumsikan sebesar 5 jam.

**Tabel 4.** Distribusi Hujan Jam – jaman

Periode Ulang	R <sub>eff</sub>	Jam ke				
		0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5
		0,585 R <sub>24</sub>	0,152 R <sub>24</sub>	0,107 R <sub>24</sub>	0,085 R <sub>24</sub>	0,072 R <sub>24</sub>
( Tahun )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm )	
25	75,796	44,341	11,521	8,110	6,443	5,457

**3.1.6. Perhitungan Debit Banjir Rencana**

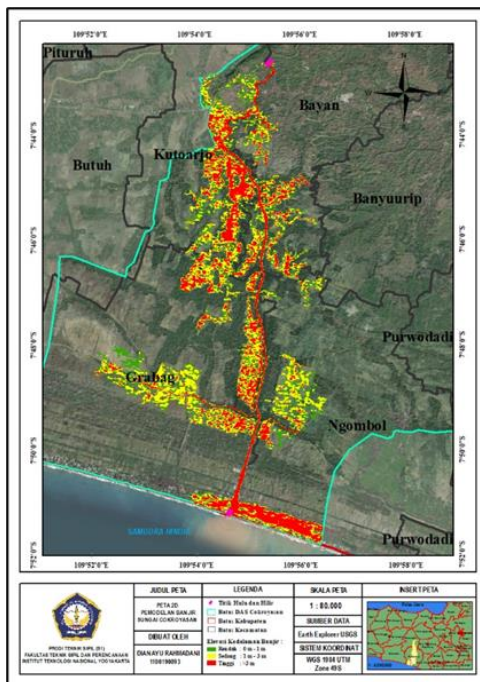
Penentuan debit banjir rencana dalam pemodelan banjir menggunakan periode ulang 25 tahunan sesuai dengan pedoman SNI 2415:2016, Tata Cara Perhitungan Debit Banjir. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan mengalikan nilai ordinat HSS Nakayasu dengan distribusi curah hujan jam-jaman. Hasil perhitungan ini menghasilkan nilai debit puncak banjir rencana sebesar  $Q_p = 857,947$  m<sup>3</sup>/dt dengan menggunakan periode ulang 25 tahunan.



**Gambar 4.** Ordinat HSS Nakayasu

**3.2. Analisis Hidraulika**

Analisis hidraulika bertujuan untuk mengetahui kapasitas alur sungai terhadap banjir yang selanjutnya akan digunakan dalam mendesain dan mensimulasikan aliran banjir yang terjadi. Penelitian ini menggunakan bantuan software Hec-RAS versi 6.2 melalui fitur Ras Mapper menghasilkan pemodelan banjir 2 dimensi (2D) yang kemudian dipetakan menggunakan bantuan software ArcGIS 10.8. Berikut adalah gambar hasil dari pemodelan banjir 2D sungai cokroyasan.



**Gambar 5.** Peta Pemodelan Banjir 2D Sungai Cokroyasan

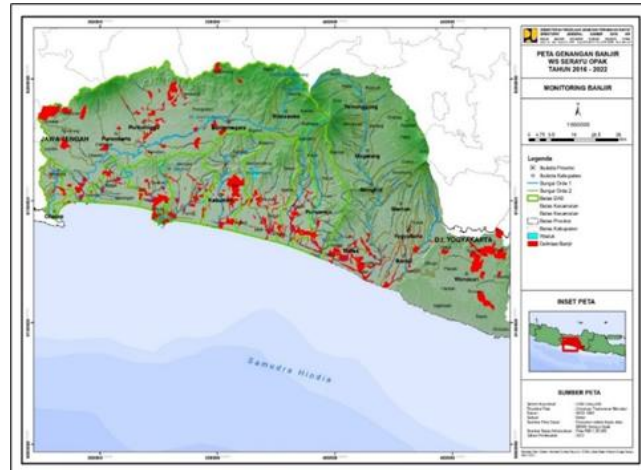


### 3.3. Validasi Penelitian

Hasil penelitian analisis banjir perlu dilakukan validasi untuk memeriksa hasil penelitian agar mendekati akurat seperti kondisi asli di lapangan. Proses validasi hasil pemodelan banjir pada penelitian ini menggunakan validasi peta dan validasi bukti fisik bangunan yang rusak akibat banjir yang terjadi.

#### 3.3.1. Validasi Peta

Peta yang digunakan untuk proses validasi penelitian ini yaitu Peta Genangan Banjir WS Serayu Opak Tahun 2016 – 2022. Tampilan Peta Genangan Banjir WS Serayu Opak Tahun 2016 – 2022 dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Peta Genangan Banjir WS Serayu Opak Tahun 2016 – 2022

Hasil Peta 2D Pemodelan Banjir Sungai Cokroyasan pada penelitian ini (Gambar 5) kemudian dibandingkan dengan Peta Genangan Banjir WS Serayu Opak Tahun 2016 – 2022 (Gambar 6). Didapatkan hasil bahwa terdapat kesamaan daerah genangan banjir yang terjadi yaitu di Kecamatan Kutoarjo, Kecamatan Bayan, Kecamatan Ngombol, Kecamatan Grabag.

#### 3.3.2. Validasi Bukti Fisik Bangunan Yang Rusak

Validasi bukti fisik bangunan yang rusak akibat banjir yang terjadi pada penelitian ini yaitu jembatan penghubung yang runtuh akibat seringnya di terjang banjir. Jembatan yang runtuh terletak di bagian hilir dari penelitian ini yaitu di pantai keburuhan Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo. Gambar 7 merupakan tampilan jembatan yang runtuh akibat banjir.



**Gambar 7.** Jembatan Runtuh Akibat Banjir

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa Sungai Cokroyasan (Bendung Bandung Selis – Hilir) memiliki debit banjir maksimum rancangan kala ulang dengan menggunakan metode HSS Nakayasu. Debit banjir rancangan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun yaitu 417.233 m<sup>3</sup>/detik, 603.888 m<sup>3</sup>/detik, 712.733 m<sup>3</sup>/detik, 857.947 m<sup>3</sup>/detik, 972.130 m<sup>3</sup>/detik, 1091.223 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan perhitungan data pasang surut air laut di stasiun cilacap tahun 2018 sampai 2022 didapatkan elevasi muka air laut maksimum sebesar 6.553 m dan elevasi muka air laut minimum sebesar -0.547 m. Dalam pemetaan luasan genangan banjir, daerah yang terdampak genangan banjir paling luas yaitu Kecamatan Grabag dengan total luasan genangan sebesar 8.765 km<sup>2</sup>, dimana luasan genangan dengan kedalaman 0 m – 1 m sebesar 2.270 km<sup>2</sup>, kedalaman 1 m – 3 m sebesar 3.884 km<sup>2</sup>, kedalaman lebih dari 3 m sebesar 2.611 km<sup>2</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adil, A. (2017). Sistem Informasi Geografis (P. Christian (Ed.)). Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Ajat Rukajat. (2018). Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach. Deepublish. Yogyakarta.
- Ardianto, Y. W., & Dibiyosaputro, S. (2016). Analisis Morfometri Butir Material Dasar Sungai Jali, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(3), 1–10.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). Perka BNPB No 02 Th 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Bnpb, 1–67. <https://www.bnpb.go.id/uploads/24/peraturan-kepala/2012/perka-2-tahun-2012-tentang-pedoman-umum-pengkajian-resiko-bencana.pdf>
- Bambang Triatmodjo. (2008). Hidrologi Terapan (Pertama). Beta Offset Yogyakarta.
- Burhanudin, A. H. (2021). Analisis Banjir Dengan Pendekatan Hidrologi Dan Hidraulika Serta Upaya Mitigasi Banjir Di Kota Kediri, Jawa Timur Das Brantas Tengah. No Title.
- Chomsul M. (2009). Kajian perbaikan muara Sungai Cokroyasan Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Dahlia, S. (2021). Modul Pembelajaran Geografi Kebencanaan (R. R.Rerung (Ed.)). CV Media Sains Indonesia. Bandung.
- Darwin, M., Mamondol, M. R., Sormin, S. A., Nurhayati, Y., Tambunan, H., Sylvia, D., Adnyana, I. M. D. M., Prasetyo, B., Vianitati, P., & Gebang, A. A. (2021). Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif (Toman Sony Tambunan (Ed.)). Media Sains Indonesia. Bandung.
- Erlinawati, D. (2017). Simulasi Pengendalian Banjir Sungai Lewara Menggunakan Software HEC-RAS 5.0.1. Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada.
- Eryani, I. G. A. P. (2021). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan DAS Terpadu (I. G. A. P. Eryani (Ed.)). Scopindo Media Pustaka. Surabaya.
- Findayani, A. (2015). Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 12(1), 102–114.
- Irawan, T. (2020). Analisis Genangan Banjir Menggunakan Sistem Aplikasi HEC-RAS 5.0.7 (Studi Kasus Sub-DAS Sungai Dengkeng). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 6(1), 24–33.
- J.Kodoatie, R. (2013). Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota. CV. Andy Offset. Yogyakarta.
- Kaimana, I. M. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air (Pertama). Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Marsudi, S., & Lufira, R. D. (2021). Morfologi Sungai. CV AE Grafika Medika. Magetan.
- Maryono, A. (2018). Pengelolaan Kawasan Sempadan Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mukherjee, S., Joshi, P. K., Mukherjee, S., Ghosh, A., Garg, R. D., & Mukhopadhyay, A. (2012). Evaluation of vertical accuracy of open source Digital Elevation Model (DEM). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21(1), 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.09.004>
- Mukhid, A. (2019). Metodologi Penelitian Pendekatan Kuantitatif. CV. Jakad Media Publishing. Surabaya.
- Nardiana N. (2005). Analisis Variasi Nilai Koefisien Kekasaran Manning Pada Berbagai Tipe Dasar Saluran Di Daerah Irigasi Ciawigirang. Doctoral Dissertation, Universitas Komputer Indonesia, 1–27.
- Nirwansyah, A. W. (2017). Dasar Sistem Informasi Geografi dan Aplikasinya Menggunakan ARCGIS 9.3. Deepublish. Yogyakarta.
- Nuryanti, N., Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3, 73–79.
- Purnasari, N. (2021). Metodologi Penelitian (Kuantitatif, Kualitatif dan Mix Method) (Guepedia (Ed.)). Guepedia. Bogor.
- Putra, E. H. (2021). Pengenalan SIG Menggunakan ArcGIS (Aditya Dwi Gumelar (Ed.); 1st ed.). PT Penerbit IPB Press. Bogor.
- Rani Siti Fitriani dkk. (2021). Definisi Banjir Seri Ensiklopedi Bencana Banjir. Hikam Pustaka.
- Rizal, N. S. (2022). Aplikasi HEC-RAS versi 6.1 Untuk Rekayasa Bangunan Air. UM Jember Press. Jember.

- Sandhyavitri, A. (2015). *Mitigasi Bencana Banjir dan Kebakaran* (D. A. Sandhyavitri (Ed.); Pertama). UR Press. Riau.
- Sidiq Pramono, B. A., Pasya Kusumawardani, K., & Yuendini, E. P. (2019). Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sig Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Untuk Kajian Kerawanan Banjir Di Das Jali Cokroyasan Purworejo. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 5(3), 1–10. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v5i3.70>
- Siyoto, S., & Sodik, M. A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Literasi Media Publishing. Yogyakarta.
- Soemarto. (1995). *Hidrologi Teknik* (P. W. Indarto (Ed.); 2nd ed.). Erlangga. Jakarta.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data* (Jilid 1). Nova.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Syarifudin, A. (2017). *Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan* (P. Christian (Ed.)). Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Waluya, B. (2007). *Sosiologi: Menyelami Fenomena Sosial di Masyarakat* (Hari Fakhruddin (Ed.)). PT Grafindo Media Pratama. Bandung.
- Weber, G.-W., Zelinka, I., & Vasant, P. (Eds.). (2019). *Intelligent Computing and Optimization Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing and Optimization 2019 (ICO 2019) (second)*. Springer International Publishing.
- Wihdan Hidayat. (2022). 12 Desa di Kabupaten Purworejo Terendam Banjir. *Repjogja*. <https://repjogja.republika.co.id/berita/r8u75m327/12-desa-di-kabupaten-purworejo-terendam-banjir>
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 29–40. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art3>