

Simulasi Pengendalian Banjir Pada Sungai Cihoe Sebelum Dan Sesudah Pembangunan Bendungan Cijurey Di Kabupaten Bogor Jawa Barat

Penulis Asep Rodian¹, Mugi Agung Maarip², Enung³, Dicky Muhamad Fadli⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail: asep.rodian.tksi22@polban.ac.id

²E-mail: mugi.agung.tksi22@polban.ac.id

³E-mail: enung@polban.ac.id

⁴E-mail: dicky.muhamad@polban.ac.id

ABSTRAK

Banjir yang terjadi di Kampung Serdang, Desa Tegal Panjang, Kecamatan Cariu, Kabupaten Bogor disebabkan oleh meluapnya Sungai Cihoe akibat curah hujan yang tinggi dan kapasitas sungai yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh debit aliran terhadap potensi banjir serta membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pembangunan Bendungan Cijurey menggunakan model HEC-RAS 2D. Pada Penelitian ini Analisis hidrologi dilakukan dengan cara manual menggunakan metode HSS Snyder, SCS dan menggunakan program HEC-HMS dengan metode Snyder untuk memperoleh debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun. Kemudian, analisis hidrolika dilakukan menggunakan program HEC-RAS 2D untuk menyimulasikan banjir pada kondisi sebelum dan sesudah pembangunan Bendungan Cijurey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan Bendungan Cijurey mampu mereduksi debit puncak banjir sekitar 30.8% – 31.1% Selain itu, luas genangan banjir juga berkurang sebesar 8.65% – 16.53% dan penurunan muka air banjir sebesar 9.41% – 15.54% setelah pembangunan Bendungan Cijurey di Kabupaten Bogor Jawa Barat.

Kata Kunci

Simulasi Banjir, Sungai Cihoe, Bendungan Cijurey, HEC-HMS, HEC-RAS 2D

The flood that occurred in Serdang Village, Tegal Panjang Village, Cariu District, Bogor Regency was caused by the overflow of the Cihoe River due to high rainfall and limited river capacity. This study aims to analyze the effect of flow discharge on flood potential and compare conditions before and after the construction of the Cijurey Dam using the HEC-RAS 2D model. In this study, hydrological analysis was carried out manually using the HSS Snyder method, SCS and using the HEC-HMS program with the Snyder method to obtain the planned flood discharge with a re-period of 2, 5, 10, 20, 25, 50, and 100 years. Then, hydraulic analysis was carried out using the HEC-RAS 2D program to simulate flooding in conditions before and after the construction of the Cijurey Dam. The results of the study show that the construction of the Cijurey Dam was able to reduce the peak discharge of the flood by around 30.8% – 31.1% In addition, the area of flood inundation was also reduced by 8.65% – 16.53% and the flood water level decreased by 9.41% – 15.54% after the construction of the Cijurey Dam in Bogor Regency, West Java.

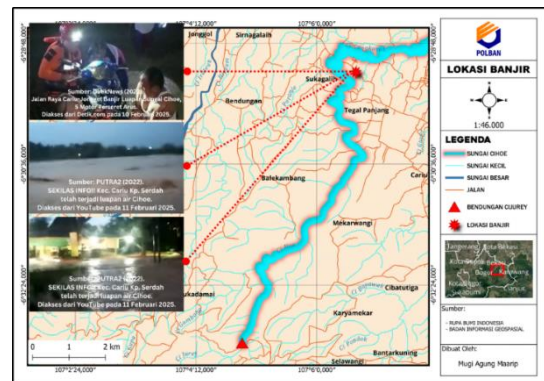
Keywords

Flood Simulation, Cihoe River, Cijurey Dam, HEC-HMS, HEC-RAS 2D

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan permasalahan yang sering terjadi dalam pengelolaan sumber daya air di Indonesia, salah satunya di Jalan Raya Jonggol – Cariu, tepatnya di Kampung Serdang, Desa Tegal Panjang, Kabupaten Bogor. Banjir di wilayah ini disebabkan oleh meluapnya Sungai Cihoe akibat curah hujan tinggi dan kapasitas sungai yang terbatas, seperti yang terjadi pada 4 November 2022 ditunjukkan pada Gambar 1 (1). Sebagai upaya pengendalian, pemerintah membangun Bendungan Cijurey yang dirancang untuk mengurangi risiko banjir di wilayah Karawang dan Bekasi. Namun, efektivitasnya masih perlu dikaji lebih lanjut khususnya di kawasan hilir Bendungan Cijurey (2). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menilai efektivitas pengendalian banjir tersebut adalah simulasi hidrolika menggunakan model HEC-RAS, yang didahului dengan analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir (3).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengangkat topik “Simulasi Pengendalian Banjir pada Sungai Cihoe Sebelum dan Sesudah Pembangunan Bendungan Cijurey di Kabupaten Bogor Jawa Barat.”



Gambar 1. Peta Lokasi Banjir Sungai Cihoe Jalan Cariu – Jonggol

2. LANDASAN TEORI

2.1 Sungai

Sungai merupakan wadah air alami atau buatan yang menyerupai jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya. Mulai dari hulu hingga muara, dengan batasan kanan dan kiri oleh garis sempadan (4).

2.2 Banjir

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai pada Bab 1 Pasal 1, Banjir merupakan peristiwa yang terjadi diakibatkan meluapnya air sungai melebihi palung sungai. Dataran banjir merupakan dataran yang berada pada sepanjang kiri atau kanan sungai yang tergenang air pada saat banjir (5).

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir, faktor yang dapat menyebabkan banjir seperti curah hujan yang tinggi, lelehan salju, pengembalian air, topografi dan drainase. Semua faktor tentunya akan memiliki dampak bagi masyarakat seperti kerugian ekonomi, kerugian lingkungan, krisis air bersih hingga korban jiwa (6).

Menurut UU No. 24/2007 yang mengatur tentang penyelenggaraan penanggulangan bencana dan pemanduan penanggulangan bencana dalam perencanaan pembangunan. Penyelenggaraan penanggulangan bencana terdiri dari tiga tahap yaitu prabencana, saat tanggap darurat, dan pasca bencana. Dalam melakukan perencanaan penanggulangan bencana yang ditetapkan oleh pemerintah dan pemerintah daerah sesuai kewenangannya dari mulai pengenalan, pengkajian ancaman bencana, analisis kemungkinan dampak bencana hingga perencanaan pembangunan infrastruktur seperti bendungan (7). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan Bab II pasal 4. Bendungan berfungsi untuk penyediaan air baku, penyediaan air irigasi, pengendalian banjir, dan/atau pembangkit listrik. Bendungan sangat efektif untuk mereduksi banjir karena dapat mengatur aliran sungai (8).

2.3 Bendungan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan. Bendungan adalah bangunan berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (9).

2.4 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan penting yang dilakukan secara sistematis. Tahap pertama adalah penentuan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai dasar wilayah analisis. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan, yang terdiri dari curah hujan harian maksimum dan curah hujan wilayah. Setelah itu, dilakukan analisis frekuensi curah hujan rencana menggunakan berbagai metode distribusi, yaitu Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson III, untuk

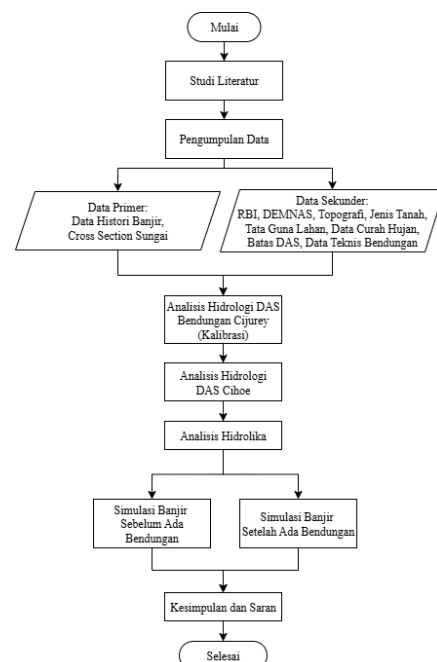
mengetahui peluang terjadinya hujan ekstrem dalam periode ulang tertentu. Hasil distribusi kemudian diuji kesesuaiannya dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (10). Langkah berikutnya adalah perhitungan curah hujan efektif dengan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS CN), yang memerlukan penentuan nilai CN berdasarkan jenis tanah dan tata guna lahan, serta dilanjutkan dengan proses perhitungan (11). Setelah itu, dilakukan penyusunan *hyetograph* hujan rancangan menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM) (12). Tahapan akhir adalah analisis debit banjir rencana yang diperoleh melalui pendekatan metode hidrograf satuan sintesis (HSS) pada DAS bendungan (13). Pemodelan juga dilakukan dengan menggunakan metode HSS *Snyder* melalui aplikasi HEC-HMS, termasuk penentuan parameter dan simulasi hidrograf banjir. Semua tahapan ini bertujuan untuk memperoleh nilai debit banjir rencana secara akurat sebagai dasar analisis pengendalian banjir (14).

2.5 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 2D untuk memetakan area genangan banjir di Sungai Cihoe berdasarkan data hidrologi yang telah dianalisis sebelumnya, kemudian analisis perbandingan hasil simulasi banjir sebelum dan sesudah ada bendungan Cijurey (15).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan proses pengumpulan data yang diperlukan untuk analisis, baik secara manual maupun dengan bantuan perangkat lunak. Tahapan selanjutnya meliputi analisis hidrologi dan hidrolika, yang kemudian dilanjutkan dengan simulasi kondisi banjir sebelum dan sesudah adanya pengendalian melalui bendungan. Hasil dari simulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

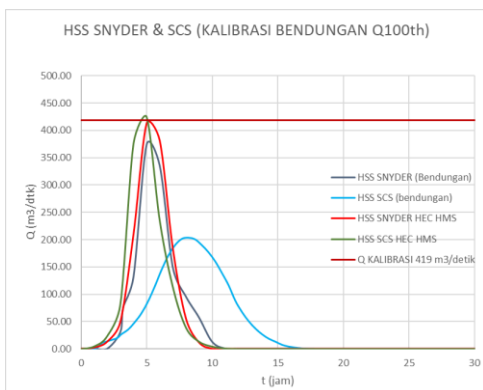


Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

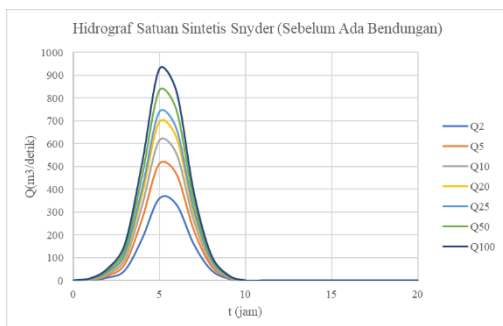
4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk menentukan debit banjir rencana melalui perhitungan manual dan bantuan perangkat lunak HEC-HMS. Tahapan analisis dimulai dengan perhitungan curah hujan menggunakan metode Poligon Thiessen untuk memperoleh curah hujan rata-rata dari stasiun Cariu, Citeko, dan Gunung Mas, serta menggunakan periode ulang 5 hingga 100 tahun. Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi curah hujan dengan metode distribusi Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson III, serta pengujian kecocokan distribusi menggunakan metode Chi Kuadrat dan Smirnov–Kolmogorov. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan melalui metode SCS untuk menghitung curah hujan efektif, dilanjutkan dengan distribusi hujan jam-jaman menggunakan Alternating Block Method (ABM), dan analisis hidrograf satuan sintesis menggunakan metode HSS Snyder dan HSS SCS untuk menentukan model yang paling sesuai. Kalibrasi debit puncak DAS Bendungan Cijurey dilakukan terlebih dahulu, metode HSS yang hasilnya lebih mendekati *Qinflow* Bendungan Cijurey Q100 tahun akan digunakan untuk analisis hidrologi pada DAS Cihoe yang akan disimulasikan dengan HEC-RAS 2D. Grafik perbandingan kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kalibrasi Q100 Tahun

Berdasarkan grafik perbandingan kalibrasi, untuk analisis selanjutnya pada DAS Cihoe digunakan Hidrograf Satuan Sintesis Metode Snyder dengan HEC-HMS.

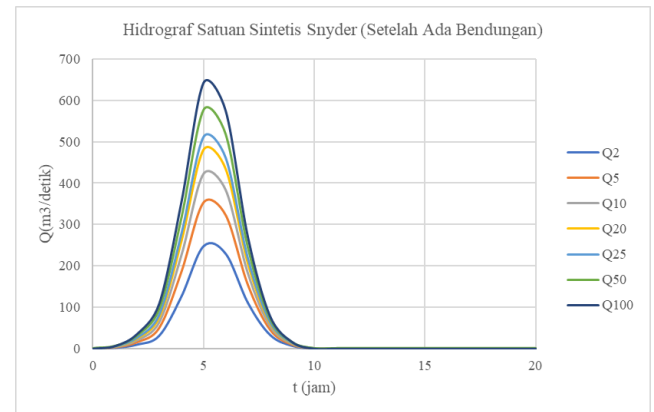


Gambar 4. Hidrograf Banjir Sebelum Ada Bendungan Cijurey

Hasil analisis debit banjir rencana sebelum ada bendungan pada Gambar 4 dimana debit puncak tertinggi pada Q100

tahun mencapai 928.4 m³/detik pada jam ke lima. Pada analisis ini data yang dimiliki yaitu *Qinflow* Q100 th dengan nilai 419 m³/detik sebagai kalibrasi, Q25, Q50, Q1000, dan QPMF. Maka untuk mereduksi debit banjir tersebut dilakukan pengurangan per-interval waktu dari debit sebelum ada bendungan dengan debit reduksi. Cara yang sama dilakukan untuk Q2, Q5, Q10, Q20, Q25 dan Q50 tahun.

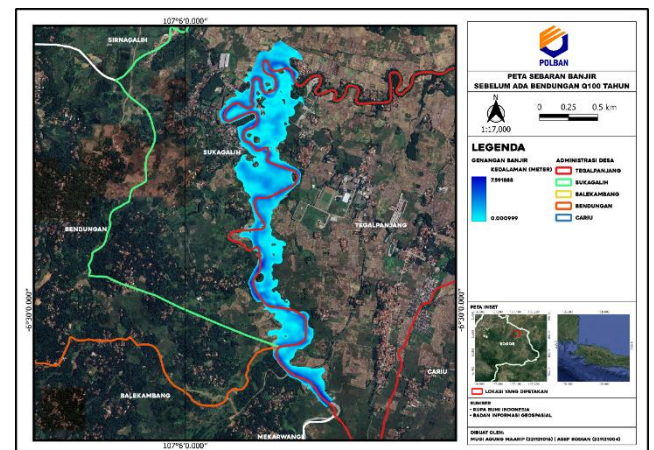
Hasil analisis debit banjir rencana setelah ada bendungan dapat dilihat pada Gambar 5 dimana debit puncak tertinggi pada Q100 tahun mencapai 642.76 m³/detik pada jam ke lima. Setelah mendapatkan nilai debit banjir rencana tanpa bendungan dan dengan bendungan dapat dilakukan analisis hidrolika untuk melakukan pemodelan banjir.



Gambar 5. Hidrograf Banjir Setelah Ada Bendungan Cijurey

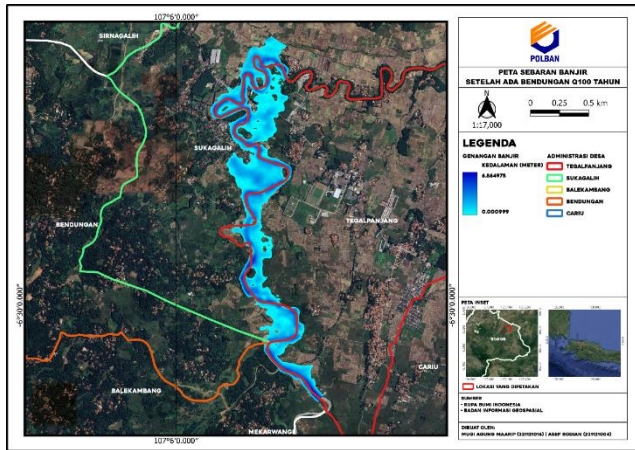
4.2 Analisis Hidrolika

Dari hasil simulasi banjir menggunakan HEC-RAS 2D, didapatkan luas genangan dan kedalaman banjir seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7 yang merupakan hasil simulasi pada kala ulang 100 tahun.



Gambar 6. Hasil Simulasi Banjir Q100 Sebelum Ada bendungan

Berikut adalah tabel rekapitulasi perbandingan luas genangan dan kedalaman banjir sebelum dan setelah ada Bendungan Cijurey kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 7. Hasil Simulasi Banjir Q100 Setelah Ada bendungan

Tabel 1. Perbandingan Luas Genangan Banjir

Kala Ulang	Luas Genangan (Ha)	
	Sebelum Ada Bendungan	Setelah Ada Bendungan
Q2	39.29	33.04
Q5	50.18	38.82
Q10	55.56	43.62
Q20	59.22	47.61
Q25	60.81	50.04
Q50	63.97	53.46
Q100	66.92	57.11

Hasil Simulasi pemodelan banjir menggunakan HEC-RAS 2D menunjukkan bahwa Bendungan Cijurey di Kabupaten Bogor dapat mereduksi luas genangan banjir pada Sungai Cihoe sebesar 8.65% – 16.53%

Tabel 2. Tinggi Muka Air Banjir

Kala Ulang	Tinggi Muka Air Banjir (m)	
	Sebelum Ada Bendungan	Setelah Ada Bendungan
Q2	47.04	46.77
Q5	47.47	47.02
Q10	47.69	47.23
Q20	47.83	47.38
Q25	47.90	47.46
Q50	48.04	47.60
Q100	48.16	47.74

Perbandingan tinggi muka air banjir sebelum dan setelah pembangunan Bendungan Cijurey mengalami penurunan sebesar 9.41% – 15.54%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pemodelan hidrologi serta hidraulika yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Terdapat penurunan debit puncak setelah dibangun Bendungan Cijurey sebesar 103.6 m³/detik pada Q2 Tahun, 159.1 m³/detik pada Q5 Tahun, 190.0 m³/detik pada Q10 Tahun, 215.1 m³/detik pada Q20 Tahun, 228.7 m³/detik pada Q25 Tahun, 257.3 m³/detik pada Q50 Tahun, 285.6

m³/detik pada Q100 Tahun. Bendungan Cijurey berhasil mereduksi debit puncak banjir sekitar 30.8% – 31.1%

2. Terdapat penurunan luas genangan banjir pada saat sebelum dan setelah dibangun Bendungan Cijurey sebesar 6.25 Ha pada Q2 Tahun, 11.37 Ha pada Q5 Tahun, 11.94 Ha pada Q10 Tahun, 11.61 Ha pada Q20 Tahun, 10.76 Ha pada Q25 Tahun, 10.50 Ha pada Q50 Tahun, dan 9.80 Ha pada Q100 Tahun, serta penurunan rata-rata kedalaman genangan banjir sebelum dan setelah pembangunan Bendungan Cijurey sebesar 0.42 meter. Hasil simulasi banjir pada sungai Cihoe sebelum dan setelah ada bendungan Cijurey mengalami penurunan luas genangan sebesar 8.65% – 16.53% dan penurunan muka air banjir sebesar 9.41% – 15.54%

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Bandung, khususnya Jurusan Teknik Sipil Program Studi Diploma Tiga Teknik Konstruksi Sipil, atas dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Bantuan dana penelitian yang diberikan sangat membantu kelancaran pelaksanaan studi serta pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini. Penulis juga menghargai kesempatan yang telah diberikan untuk mengembangkan kemampuan akademik dan praktis melalui kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Sholihin M. Jalan Raya Cariu Jonggol Banjir Luapan Sungai Cihoe. 2022. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-6388803/jalan-raya-cariu-jonggol-banjir-luapan-sungai-cihoe-5-motor-terseret-arus>
- Balai Besar Wilayah Sungai Citarum. Pembangunan Bendungan Cijurey. [Online]. Available: <https://sda.pu.go.id/balai/bbwscitarum/berita/pembangunan-bendung-cijurey>
- Ecoedu.id. Mengenal HEC-RAS untuk Simulasi Banjir dan Sedimentasi Sungai. 2024. [Online]. Available: <https://www.ecoedu.id/mengenal-model-hec-ras-untuk-simulasi-banjir-dan-sedimentasi-sungai/>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Modul Kebijakan dan Peraturan Terkait Dengan Banjir: Pelatihan Pengendalian Banjir. 2017:1–27.
- Badan Pembinaan Hukum Nasional. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai. Lembaran Negara RI. 2011;53(9):167–9.
- BPBD Jawa Timur. Banjir: Pengertian, Penyebab, Dampak. 2023. [Online]. Available: Kodoatie RJ, Sugiyanto. Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. 2007.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 tentang Bendungan Bab II Pasal 4. 2010.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 tentang Bendungan. 2010.
- I Made. Teknik Perhitungan Debit Rencana. 2011.

11. Tisnasuci ID, Sukmono A, Hadi F. Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Bodri terhadap Debit Puncak Menggunakan Metode Soil Conservation Service (SCS). *J Geod Undip*. 2021;10(1):105–14. doi: 10.14710/jgundip.2021.29630
12. Gustoro D, Makruf L, Anggraheni D. Analisis Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Daerah Aliran Sungai Progo. 2015. doi: 10.35681/1560-9189.2015.17.3.100328
13. Badan Standardisasi Nasional. SNI 2415:2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. 2016.
14. Hydrologic Engineering Center. Apa itu HEC-HMS dan Apa Perannya? [Online]. Available: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsag/introduction/what-is-hec-hms-and-what-is-its-role>
15. Sholikha DEZ, Sutoyo S, Rau MI. Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir. *J Tek Sipil Lingkung*. 2022;7(2):147–60. doi: 10.29244/jsil.7.2.147-160