



Integrasi HEC-RAS dan GIS dalam *floodplain mapping* Sungai Cilemer HM 53+00 – HM 105+00

Restu Wigati^{a,1}, Martia Dwi Lestari^a, Faiz Syafaat Arifin^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal Sudirman Km 3, Cilegon, Banten, 42435, Indonesia

¹E-mail: restu.wigati@untirta.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 22 September 2020

Direvisi pada 01 Oktober 2020

Disetujui pada 30 Oktober 2020

Tersedia daring pada 16 November 2020

Kata kunci:

Banjir, metode *peaks over threshold*, peta banjir, mitigasi, SNI 2415:2016.

Keywords:

Flood, peaks over threshold method, flood map, mitigation, SNI 2415: 2016.

ABSTRAK

Sungai difungsikan sebagai kelengkapan sempurnanya lingkungan hidup, sebagai ekosistem yang dapat menjadikan kehidupan terus berjalan secara baik. Seiring perubahan serta peningkatan penduduk di Indonesia dapat mempengaruhi kondisi topografi dan keadaan sosial masyarakat. Perubahan tata guna lahan untuk tempat tinggal yang kian bertambah tanpa adanya pengendalian aliran permukaan memberikan dampak semakin sempitnya batasan sempadan sungai. Perubahan pola perilaku masyarakat dalam pemeliharaan aliran sungai juga menjadi salah satu penyebab sungai tidak dapat berfungsi semestinya. Banjir sebagai bencana alam yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat dapat mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis khususnya masyarakat di sekitar sungai. Belum maksimalnya informasi mitigasi bencana banjir yang terintegrasi menyebabkan pengendalian banjir tidak optimal dan bersifat parsial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daerah yang berdampak banjir di alur Sungai Cilemer HM 53+00 sampai dengan HM 105+00 di Kabupaten Pandeglang serta membandingkan daerah banjir yang sudah dipetakan dalam peta banjir di Provinsi Banten. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* HEC-GeoRAS terintegrasi dengan ArcGIS dan HEC-RAS. Hasil simulasi menunjukkan bahwa daerah yang berdampak banjir paling berbahaya adalah Kecamatan Patia dimana genangan banjir terjadi di semua segmen penampang melintang. Analisis debit rencana berdasarkan SNI 2415:2016 periode ulang 50 tahun menggunakan metode *peaks over threshold* (POT) diperoleh Q_{50} sebesar $196,058 \text{ m}^3/\text{s}$. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan terintegrasi HEC-RAS dan GIS memiliki peranan sangat penting dalam upaya mitigasi serta pengendalian banjir dalam bentuk peta banjir.

ABSTRACT

The river functions as a perfect complement to the environment, as an ecosystem makes life to keep continue to goes live well. As population changes and increases in Indonesia, it can affect topographical conditions and social conditions. The changes in land use for housing that are increasing without control of surface flow have the effect of narrowing river boundaries. The changes in community behavior patterns in maintaining river flow are also one of the causes of rivers not functioning properly. Floods as a natural disaster that threatens and disrupts people's lives and livelihoods can result in casualties, environmental damage, property losses, and psychological impacts, especially for communities live around the rivers. The inadequate information on integrated flood disaster mitigation has resulted in partial and inadequate flood control. This study aims to determine the areas that have the impact of flooding in the Cilemer River channel HM 53 + 00 to HM 105 + 00 in the Pandeglang Regency and to compare to the flood areas that have been mapped in the flood map mapping in Banten Province. Modeling is done using HEC-GeoRAS software integrated with ArcGIS and HEC-RAS. The simulation results show that the area with the most dangerous flooding impact was Patia Subdistrict and occurred in all cross-sectional segments. Analysis of the planned discharge based on SNI 2415: 2016 for the 50-year return period using the Peaks Over Threshold (POT) method obtained a Q_{50} of $412.203 \text{ m}^3/\text{s}$. This study shows that HEC-RAS and GIS integrated modeling plays a very important role in mitigating and controlling floods in the form of flood maps.

Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9134>



1. Pendahuluan

Sumber air yang berasal dari sungai memiliki peran fungsi penting bagi kehidupan dan kelengkapan sempurna nya lingkungan hidup sebagai ekosistem alam yang menjadikan kehidupan terus berjalan dengan baik. Pola perilaku masyarakat dalam pemeliharaan sungai mempengaruhi fungsi sungai terkait bantaran dan sempadan sungai. Garis sempadan merupakan batasan perlindungan sungai baik di kiri maupun kanan dari palung sungai yang berfungsi sebagai ruang penyangga antara ekosistem sungai dan daratan [1]. Fluktuasi debit di sungai yang tinggi dapat menyebabkan limpasan keluar dari daerah manfaat sungai yang mengakibatkan banjir. Banjir merupakan melimpasnya permukaan air normal melebihi palung sungai atau tidak terdrainasikan genangan air pada daerah rendah [2]. Banjir di sungai dengan frekuensi kejadian relatif sering dan intens dipengaruhi oleh perubahan iklim dan curah hujan yang ekstrim [3].

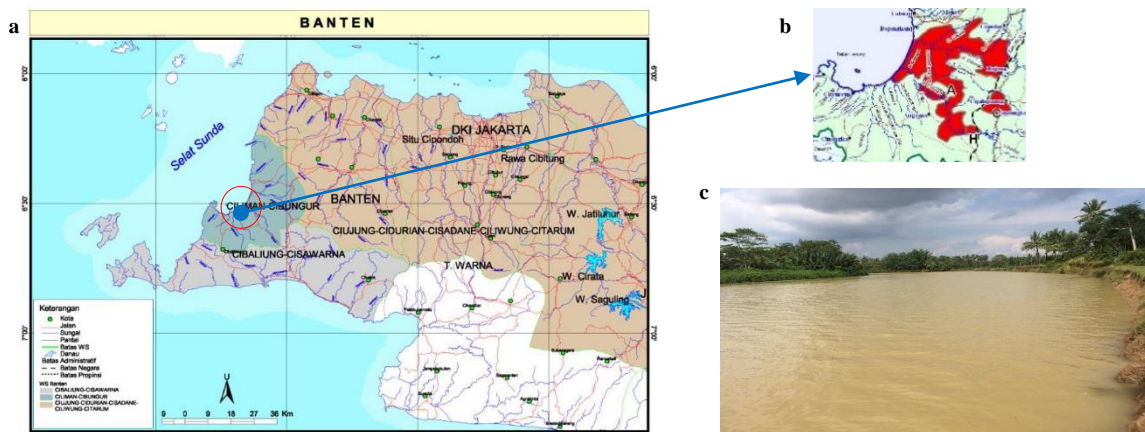
Kerusakan infrastuktur, perumahan dan areal persawahan terjadi setiap tahun akibat meluapnya Sungai Bogowonto di Jawa Tengah [4]. Dua sungai besar di Dhaka Bangladesh yaitu Sungai Padma dan Sungai Meghna apabila mencapai puncak banjir secara bersamaan maka banjir besar menghancurkan serta mengancam area pertanian di Distrik Shariatpur [5]. Dengan semakin berkembangnya sistem komputasi dan penginderaan jauh, pemodelan hidrodinamika sungai menjadi suatu keniscayaan [6]. Model hidrologi dan hidraulika digunakan dalam mensimulasikan kejadian banjir di suatu wilayah Sungai Yang, Thailand. Metode pendekatan analisis hidrologi penelusuran aliran menggunakan *maskingum-cunge* dan pendekatan analisis model hidraulik HEC-RAS untuk prediksi tahun 2020 sampai dengan 2080 dengan periode ulang 20, 50 dan 100 tahun [3]. Banjir yang terjadi pada lembah sungai di area pegunungan masih jarang dilakukan baik dengan pemetaan maupun dengan model hidraulik. Beberapa model hidraulik yang dapat digunakan diantaranya (HEC-RAS 2D, Iber 2D, *flood modeller* 2D, PCSWMM 2D) untuk bangkitan genangan banjir [7]. Simulasi numerik 2D HEC-RAS V-5 merupakan model hidraulik untuk menstimulasikan peristiwa banjir [8] dengan empat komponen model yaitu hitungan profil muara air aliran permanen (*steady flow*), aliran tidak permanen (*unsteady flow*), hitungan transport sedimen dan kualitas air [9]. *Geographic information system* (GIS) merupakan sistem informasi spasial atau keruangan yang dapat diaplikasikan dalam menganalisa bahaya dan resiko banjir [10]. Model hidrodinamika terintegrasi HEC-RAS dan HEC-GeoRAS extension ArcGIS mampu memberikan simulasi kedalaman banjir optimal 1,85 meter dimana kondisi tersebut masih dapat menjamin pengelolaan resiko produksi pertanian [5]. Pemetaan banjir dapat pula dilakukan dengan pendekatan analisis kerentanan terhadap konstruksi paling dominan di sepanjang alur sungai [11]. Studi penelitian lain terkait banjir dapat pula dilakukan kajian dengan menggunakan software HEC-HMS 4.1, HEC-RAS 5.0 dan ArcGIS 10.3 [4]. Informasi simulasi HEC-RAS v-5 2D berupa kedalaman air atau genangan, kecepatan aliran, debit, variasi temporal banjir. HEC-RAS dapat memetakan banjir langsung di atas peta wilayah dan dapat menggambarkan seberapa besar wilayah yang terkena dampak banjir. Hal ini merupakan salah satu mitigasi bencana banjir bagi masyarakat yang daerahnya tercatat sebagai daerah yang sangat berbahaya apabila terjadi banjir [8]. Analisis multi kriteria penutupan bahaya dan resiko banjir diantaranya tutupan lahan, elevasi dan kemiringan sungai, kondisi tanah, curah hujan dan kepadatan saluran drainase. Pendidikan lingkungan harus diterapkan dan menjadi tanggung jawab di masyarakat. Membangun alarm banjir dan rencana tanggap darurat serta sistem drainasi berkelanjutan harus diterapkan terutama di wilayah perkotaan [10]. Banjir yang terjadi akibat bertambahnya kebutuhan akan fasilitas sosial ekonomi, kondisi cekungan kawasan Jati Pinggir – Petamburan mempengaruhi daerah penguasaan drainasi [12].

Pemodelan numerik yang digunakan dalam simulasi menghitung luas genangan banjir di hilir Sungai Cilemer berupa data *digital elevation model* (DEM) yang berasal dari *advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer digital elevation model* (ASTER DEM) untuk periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun [13]. Metode tahapan dalam merencanakan debit banjir dalam perencanaan perbaikan sungai merujuk SNI 2415:2016 pernah dilakukan sebelumnya untuk kajian banjir di Provinsi Banten [14, 15]. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya berkaitan dengan permasalahan banjir Sungai Cilemer, kajian penelitian ini lebih difokuskan pada pemetaan Sungai Cilemer HM 53+00 sampai dengan HM 105+00 integrasi HEC-RAS V-5 dengan ArcGIS dengan kondisi *unsteady flow*. Tanpa mengetahui daerah yang terdampak banjir, menyebabkan pengendalian banjir kurang optimal, oleh karenanya pengendalian banjir harus terintegrasi sehingga perlu diadakan kajian mengenai bencana banjir yang ada di Sungai Cilemer beserta alternatif penyelesaian masalah agar bencana banjir dapat teratasi.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

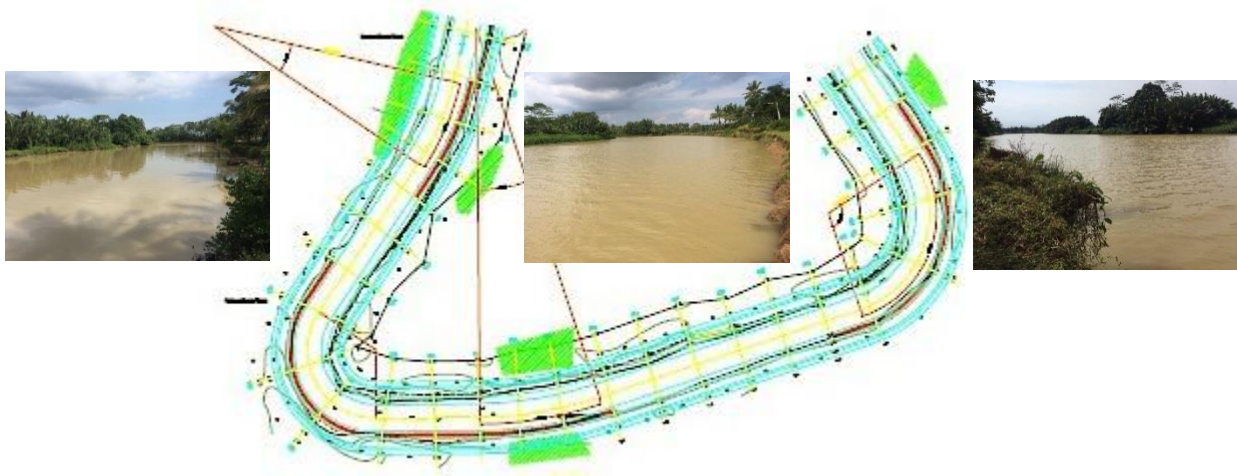
Sungai Cilemer terletak wilayah sungai Ciliman – Cisawarna di Provinsi Banten. Lokasi objek penelitian (Gambar 1) terletak di Kecamatan Pagelaran dan Kecamatan Patia Kabupaten Pandeglang, tepatnya di bagian hilir Sungai Cilemer HM 53+00 sampai HM 105+00 yang bermuara di Teluk Lada.



Gambar 1. - (a) Lokasi penelitian berdasarkan peta wilayah Sungai Ciliman - Cibungur di Provinsi Banten; (b) Peta daerah rawan banjir lokasi Sungai Cilemer bersumber data Balai Besar Wilayah Sungai Ciliman - Cisawarna; (c) Lokasi eksisting Sungai Cilemer.

2.2. Pengumpulan Data

Data tertulis yang dibutuhkan dalam penelitian berupa data debit maksimum sungai harian (m³/s), gambar penampang melintang Sungai Cilemer HM 53+00 sampai dengan HM 105+00 (Gambar 2), peta wilayah sungai, data literatur tentang tata cara perhitungan debit banjir SNI 2415:2016, PP No. 38 Tahun 2011 tentang sungai dan data observasi lapangan berupa penelusuran Sungai Cilemer.



Gambar 2. Penampang melintang Sungai Cilemer eksisting.

2.3. Penentuan Metode Perhitungan

Metode yang digunakan dalam menganalisis data penelitian dalam perhitungan banjir dengan menggunakan metode analisis banjir di atas ambang (*peak over threshold*) berdasarkan kriteria ketersediaan debit maksimum sesaat dan didasarkan pada pengambilan puncak banjir dalam selang waktu 1 tahun dengan 2 – 5 kali kejadian (Gambar 3.a). Metode *mean annual flood* (MAF) menggunakan data karakteristik DAS yang dikembangkan oleh *Institute of Hydrology* (IOH) khusus untuk Pulau Jawa dan Sumatera berdasarkan luas DAS, indeks kemiringan sungai, indeks kemiringan danau dan rata-rata curah hujan terbesar selama 24 jam dalam setahun. Debit banjir rata-rata tahunan MAF memiliki persamaan (1) berikut ini.

$$\bar{Q} = 8.0 \times 10^{-6} \times A^v \times P^{2.445} \times S^{0.117} \times (1 + L)^{-0.85} \tag{1}$$

dengan:

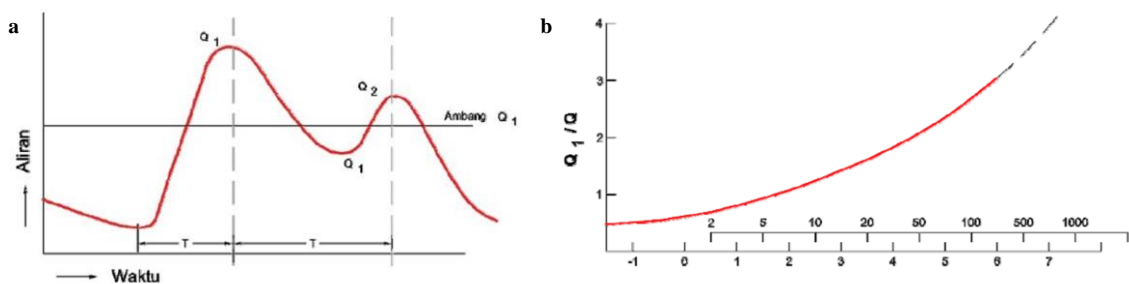
- A = Luas DAS dalam km²
- P = Curah hujan rata-rata DAS dalam 1 hari (mm)
- S = Indeks *slope* (m/km)
- L = Indeks lanau
- v = Fungsi luas DAS.

Untuk memperkirakan debit puncak pada suatu periode ulang tertentu (Q_p) ditentukan berdasarkan persamaan (1) dan nilai *growth factor* (GF) seperti pada persamaan (2). Debit yang kurang dari 20 tahun tidak dapat digunakan secara langsung dalam analisis frekuensi. Lengkung frekuensi banjir regional (Gambar 3.b) merupakan grafik lengkung pendekatan dalam memperkirakan debit puncak banjir berdasarkan nilai *growth factor*. Analisis banjir dan dampak yang diberikan terhadap banjir dengan menggunakan *software* HEC-RAS 5.0.3 terintegrasi dengan *software* ArcGIS dalam pemetaan topografi kerusakan yang diakibatkan oleh banjir tersebut.

$$Q_T = GF_{(T,Area)} \times MAF \tag{2}$$

dengan:

- GF = Nilai *growth factor* berdasarkan periode ulang dan luas DAS
- MAF = Debit banjir rata-rata tahunan (m³/s).



Gambar 3. -(a) Penentuan batas ambang pada hidrograf aliran; (b) Lengkung frekuensi banjir regional (Sumber: SNI 2415:2016).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Validitas Data

Perubahan alam, perilaku manusia merupakan satu diantara banyaknya perubahan fenomena hidrologi yang dapat menyebabkan kondisi data lapangan menjadi tidak ideal [16]. Tahapan awal yang harus dilakukan dalam suatu kajian penelitian adalah dengan dilakukan uji validasi data (Tabel 1) menggunakan program SPSS V19. Data yang dimaksud dalam penelitian ini berupa data debit. Validasi data dilakukan untuk memastikan serta meyakinkan bahwa data yang akan digunakan telah sesuai dengan syarat dan tujuan yang ditetapkan, sehingga kebenaran data yang digunakan dapat dijelaskan sumbernya atau dengan kata lain data yang digunakan valid dan dapat dipertanggungjawabkan [17].

Tabel 1. Uji validitas data debit.

Uji validitas		Tahun							Debit
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Tahun 2009	Pearson Coleration	1	,982**	,987**	,959**	,960**	,976**	,966**	,992**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2010	Pearson Coleration	,982**	1	,996**	,983**	,976**	,929**	,985**	,995**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2011	Pearson Coleration	,987**	,996**	1	,975**	,971**	,932**	,984**	,994**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2012	Pearson Coleration	,959**	,983**	,975**	1	,964**	,915**	,985**	,984**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2013	Pearson Coleration	,960**	,976**	,971**	,964**	1	,910**	,983**	,982**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2014	Pearson Coleration	,976**	,929**	,932**	,915**	,910**	1	,911**	,954**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Tahun 2015	Pearson Coleration	,966**	,985**	,984**	,985**	,983**	,911**	1	,989**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	12	12	12	12	12	12	12	12
Debit	Pearson Coleration	,992**	,995**	,994**	,984**	,982**	,954**	,989**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12

Berdasarkan Tabel 1 dengan 84 data debit rata-rata maksimum sesaat Sungai Cilemer dapat diketahui besaran nilai korelasi. Distribusi nilai korelasi signifikansi 5% dengan nilai korelasi tabel sebesar 0,214. Data hasil uji validitas dapat digunakan seluruhnya dimana nilai korelasi data debit yang diperoleh lebih besar dari nilai korelasi tabel.

3.2. Debit Banjir Rencana Berdasarkan Data Debit Maksimum Sesaat

Karakteristik daerah aliran sungai yang digunakan dalam kajian banjir Sungai Cilemer dilakukan dengan luasan reservoir yang berbeda yaitu 4,25 ha terletak di bagian hilir Bendung Cilemer dan 1,56 ha terletak di hulu Bendung Cilemer. Metode yang digunakan dalam memperkirakan debit banjir rencana menggunakan persamaan (1) dan (2), ketersediaan data debit maksimum sesaat untuk range data kurang dari 10 tahun menggunakan metode puncak banjir di atas ambang (*peak over threshold*) dengan pengambilan puncak banjir sesuai ketentuan SNI 2415:2016.

Tabel 2. Debit banjir rencana.

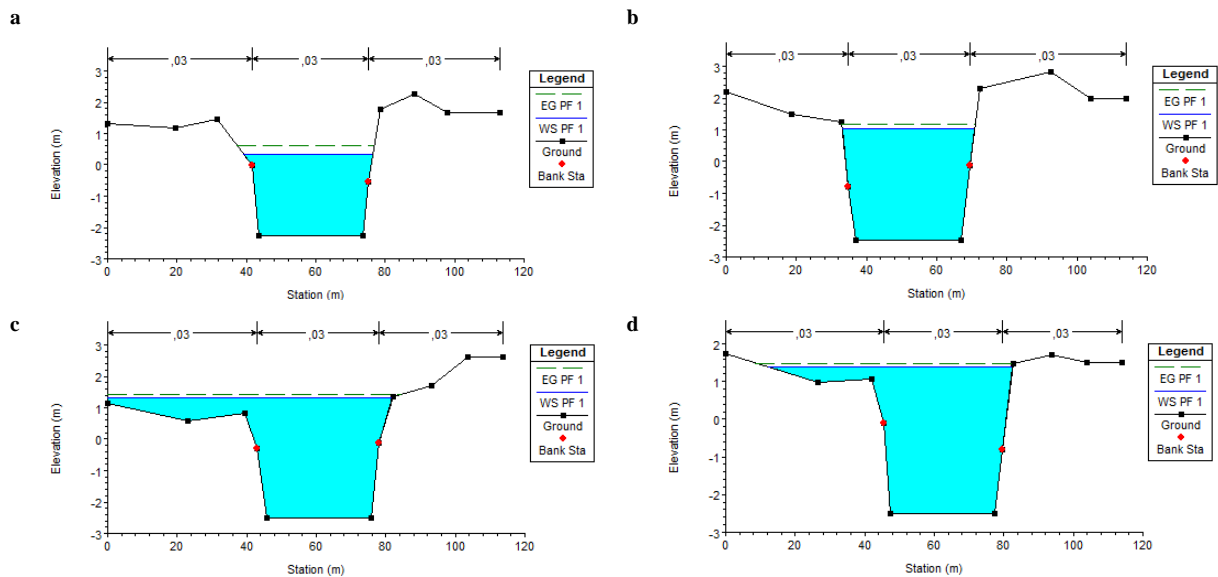
Karakteristik DAS			
Luas DAS	(A)	577,215	km ²
Indeks kemiringan	(S)	0,00086	
Indeks lanau	(Lu)	0,000027 - 0,0000736	
Hujan rata-rata	(P)	70,780	mm
ARF		0,812	
Growth factors	(GF)	2,189	
Debit banjir rencana (Q)			
Analisis MAF karakteristik DAS dengan reservoir	(\bar{Q})	46,160	m ³ /s
Analisis MAF karakteristik DAS dengan reservoir Bendung Cilemer	(\bar{Q})	46,160	m ³ /s
Analisis MAF <i>peak over threshold</i>	(\bar{Q})	89,565	m ³ /s

Debit banjir rencana (QT)			
Analisis frekuensi	(QT)	129,908	m ³ /s
Analisis GF karakteristik DAS dengan reservoir	(QT)	101,040	m ³ /s
Analisis GF karakteristik DAS dengan reservoir Bendung Cilemer	(QT)	101,040	m ³ /s
Analisis GF <i>peak over threshold</i>	(QT)	196,058	m ³ /s

Berdasarkan Tabel 2, nilai debit rencana dengan analisis frekuensi, analisis karakteristik daerah aliran sungai, dan analisis *peak over threshold* nilai debit banjir rencana yang dipilih yaitu debit banjir rencana yang memiliki probabilitas paling besar dengan periode ulang 50 tahun (Q_{50}). Debit banjir rencana tersebut digunakan untuk pemrograman pada pemodelan HEC-GeoRAS yaitu sebesar 196,058 m³/s.

3.3. Penampang Melintang Sungai

HEC-RAS menampilkan hasil hitungan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar. Presentasi dalam bentuk grafik dipakai untuk menampilkan penampang melintang dari *river reach*, tampang memanjang aliran (profil muka air sepanjang alur), kurva ukur debit, gambar perspektif alur atau hidrograf. Presentasi dalam bentuk tabel dipakai untuk menampilkan hasil rinci berupa angka variabel di lokasi atau titik tertentu. Hal tersebut dapat mempermudah proses pemodelan dan analisis [9, 18].

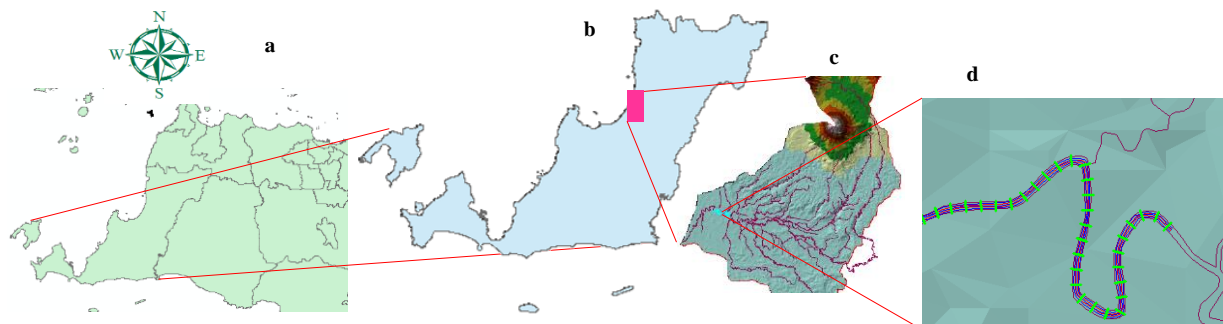


Gambar 4. Penampang melintang Sungai Cilemer (a) HM 58+00; (b) HM 78+00 ; (c) HM 96+00; (d) HM 101+00.

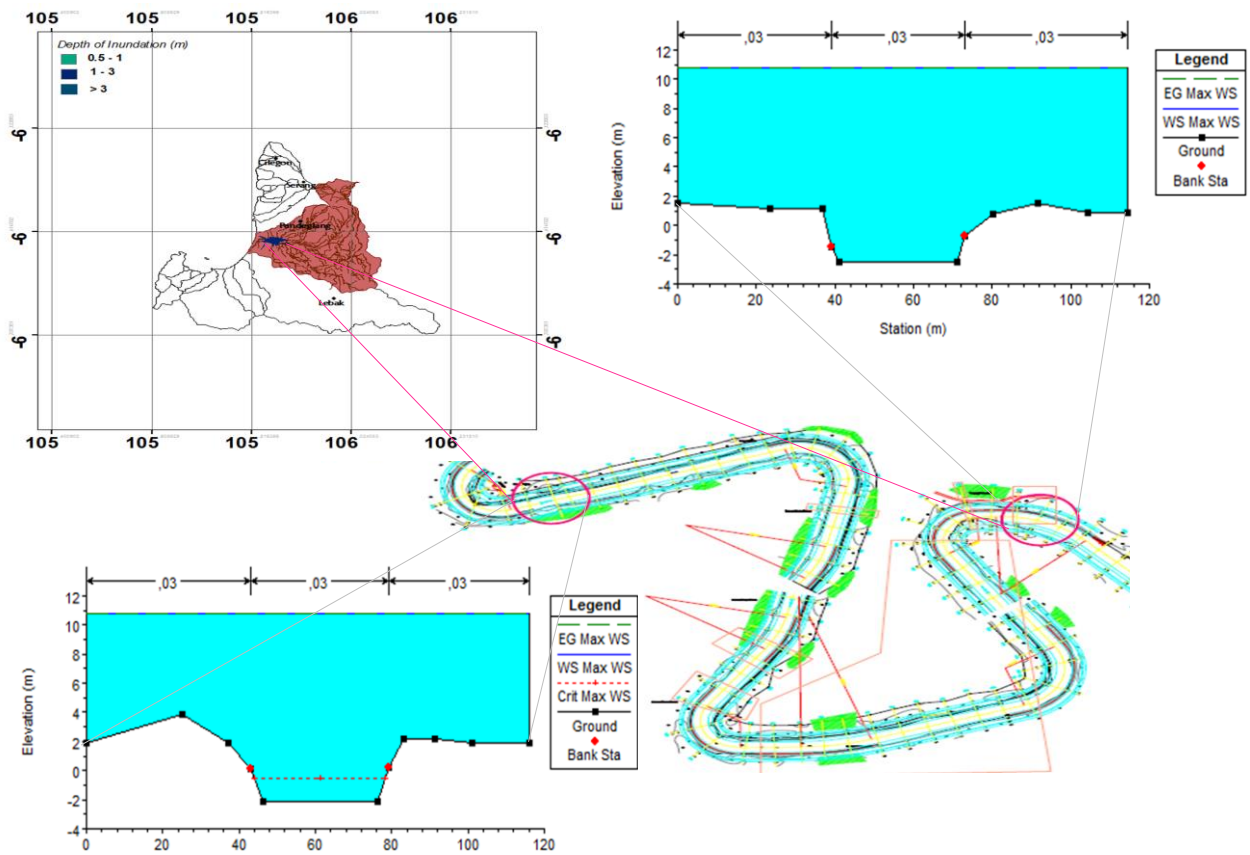
Pelebaran penampang dan adanya tanggul kiri maupun kanan sempadan sungai mampu mereduksi tinggi muka air banjir. Tinggi bantaran sungai pada setiap *cross section* lebih besar dari elevasi muka air banjir setelah normalisasi. Terjadinya penurunan debit akibat semakin lebar penampang sungai berdampak terhadap semakin kecilnya kecepatan aliran yang terjadi [19, 20]. Pengelolaan sungai dalam pengendalian banjir bertujuan untuk mewujudkan manfaat sungai berkelanjutan yang disesuaikan dengan fungsi kawasan termasuk syarat dan ketentuan yang berlaku [1]. Gambar 4 merupakan gambar penampang melintang Sungai Cilemer pada HM 58+00, HM 78+00, HM 96+00 dan HM 101+00. Empat dari lima puluh delapan *cross section* dijadikan input dalam pemodelan analisis banjir selanjutnya.

3.4. Pemetaan Banjir

Dengan bantuan Arc-MAP yang merupakan salah satu fitur dari Arc-GIS, data *digital elevation mode* (DEM) yang didapat dari situs *earthexplorer*. USGS dapat memproses raster dengan jangkauan wilayah yang luas menjadi sesuai wilayah kebutuhan tinjauan penelitian. Gambar 5 berikut merupakan tahapan atau alur dalam pemetaan banjir Sungai Cilemer.

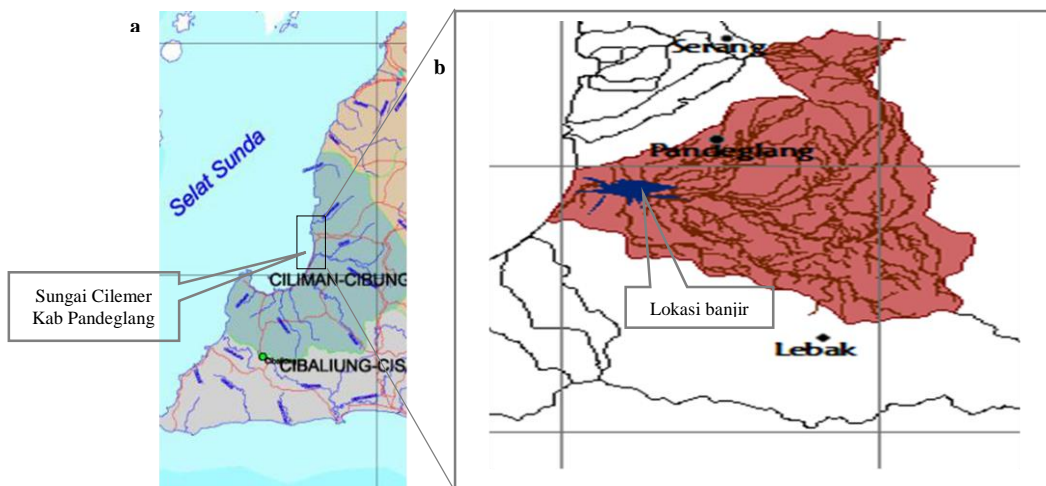


Gambar 5. Tahapan pemetaan (a) *File shapefile (.shp)* Provinsi Banten; (b) *Shapefile* wilayah Sungai Ciliman-Cibungur dan wilayah Sungai Cibaliung-Cisawarna; (c) TIN daerah aliran Sungai Cilemer; (d) *Eksport RAS data*.



Gambar 6. Simulasi aliran *unsteady*.

Gambar 6 pada simulasi *unsteady flow* data yang dibutuhkan adalah data debit hidrograf serta data tinggi muka air dengan bantuan interpolasi pada program HEC-RAS 5.0.3. Data elevasi muka air diambil dari pemilihan elevasi muka air yang paling tinggi dari pos hujan yang ada selanjutnya dijumlahkan dengan elevasi dasar sungai yang ada di hulu. Data elevasi muka air ini diambil dari 5 sampel data muka air pos tertinggi yang digunakan. Simulasi HEC-RAS 5.0.3 pada Gambar 6 terlihat bahwa 2 *cross section* HM 53+00 dan HM 105+00 terjadi luapan banjir dengan indikator muka air banjir melewati *bank station* atau batas ambang aman untuk muka air normal. Hasil analisis rekapitulasi selengkapnya untuk *unsteady flow* menggunakan program HEC-RAS 5.0.3 pada eksisting Sungai Cilemer dengan periode ulang 50 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 7. Wilayah studi (a) Sungai Cilemer; (b) Lokasi banjir Sungai Cilemer

Tabel 3. Rekapitulasi hasil simulasi aliran HM 53+00 – HM 105+00.

Cross section	Max Elv aman		Elv dasar sungai	Elv muka air banjir	Keterangan	Cross section	Max Elv aman		Elv dasar sungai	Elv muka air banjir	Keterangan				
	Kiri	Kanan					Kiri	Kanan							
105	+	00	+ 1,19	+ 0,79	- 2,52	+ 10,71	Tidak Aman	78	+	00	+ 1,25	+ 2,29	- 2,49	+ 10,71	Tidak Aman
104	+	00	+ 2,28	+ 0,31	- 2,52	+ 10,71	Tidak Aman	77	+	00	+ 0,82	+ 0,54	- 2,48	+ 10,71	Tidak Aman
103	+	00	+ 1,75	+ 1,32	- 2,52	+ 10,71	Tidak Aman	76	+	00	+ 1,34	+ 0,59	- 2,47	+ 10,71	Tidak Aman
102	+	00	+ 1,27	+ 0,61	- 2,52	+ 10,71	Tidak Aman	75	+	00	+ 1,78	+ 1,01	- 2,46	+ 10,71	Tidak Aman
101	+	00	+ 1,05	+ 1,48	- 2,51	+ 10,71	Tidak Aman	74	+	00	+ 1,85	+ 1,02	- 2,55	+ 10,71	Tidak Aman
100	+	00	+ 0,98	+ 0,61	- 2,51	+ 10,71	Tidak Aman	73	+	00	+ 1,89	+ 1,19	- 2,44	+ 10,71	Tidak Aman
99	+	00	+ 0,93	+ 1,23	- 2,51	+ 10,71	Tidak Aman	72	+	00	+ 2,06	+ 1,36	- 2,43	+ 10,71	Tidak Aman
98	+	00	+ 0,74	+ 1,11	- 2,50	+ 10,71	Tidak Aman	71	+	00	+ 1,83	+ 0,91	- 2,51	+ 10,71	Tidak Aman
97	+	00	+ 0,73	+ 0,94	- 2,50	+ 10,71	Tidak Aman	70	+	00	+ 1,99	+ 1,24	- 2,49	+ 10,71	Tidak Aman
96	+	00	+ 0,84	+ 1,34	- 2,50	+ 10,71	Tidak Aman	69	+	00	+ 1,06	+ 0,33	- 2,47	+ 10,71	Tidak Aman
95	+	00	+ 0,90	+ 1,43	- 2,59	+ 10,71	Tidak Aman	68	+	00	+ 1,94	+ 1,20	- 2,45	+ 10,71	Tidak Aman
94	+	00	+ 0,82	+ 1,48	- 2,58	+ 10,71	Tidak Aman	67	+	00	+ 1,89	+ 1,35	- 2,43	+ 10,71	Tidak Aman
93	+	00	+ 0,89	+ 1,44	- 2,57	+ 10,71	Tidak Aman	66	+	00	+ 2,23	+ 0,90	- 2,41	+ 10,71	Tidak Aman
92	+	00	+ 1,07	+ 1,53	- 2,55	+ 10,71	Tidak Aman	65	+	00	+ 1,98	+ 1,91	- 2,39	+ 10,71	Tidak Aman
91	+	00	+ 1,02	+ 0,84	- 2,54	+ 10,71	Tidak Aman	64	+	00	+ 2,54	+ 1,34	- 2,37	+ 10,71	Tidak Aman
90	+	00	+ 1,18	+ 0,97	- 2,53	+ 10,71	Tidak Aman	63	+	00	+ 1,82	+ 1,31	- 2,35	+ 10,71	Tidak Aman
89	+	00	+ 1,50	+ 1,02	- 2,52	+ 10,71	Tidak Aman	62	+	00	+ 1,36	+ 2,24	- 2,33	+ 10,71	Tidak Aman
88	+	00	+ 1,46	+ 1,50	- 2,51	+ 10,71	Tidak Aman	61	+	00	+ 1,44	+ 2,23	- 2,32	+ 10,71	Tidak Aman
87	+	00	+ 1,29	+ 1,59	- 2,50	+ 10,71	Tidak Aman	60	+	00	+ 1,57	+ 2,28	- 2,30	+ 10,71	Tidak Aman
86	+	00	+ 1,42	+ 1,84	- 2,49	+ 10,71	Tidak Aman	59	+	00	+ 1,52	+ 2,27	- 2,28	+ 10,71	Tidak Aman
85	+	00	+ 0,95	+ 1,34	- 2,47	+ 10,71	Tidak Aman	58	+	00	+ 1,47	+ 1,78	- 2,26	+ 10,71	Tidak Aman
84	+	00	+ 1,27	+ 1,16	- 2,46	+ 10,71	Tidak Aman	57	+	00	+ 1,60	+ 2,70	- 2,24	+ 10,71	Tidak Aman
83	+	00	+ 1,36	+ 1,37	- 2,45	+ 10,71	Tidak Aman	56	+	00	+ 1,77	+ 2,25	- 2,22	+ 10,71	Tidak Aman
82	+	00	+ 1,14	+ 1,67	- 2,44	+ 10,71	Tidak Aman	55	+	00	+ 1,86	+ 2,51	- 2,20	+ 10,71	Tidak Aman
81	+	00	+ 1,64	+ 1,83	- 2,43	+ 10,71	Tidak Aman	54	+	00	+ 1,73	+ 2,15	- 2,18	+ 10,71	Tidak Aman
80	+	00	+ 1,69	+ 2,93	- 2,42	+ 10,71	Tidak Aman	53	+	00	+ 1,51	+ 2,21	- 2,17	+ 10,71	Tidak Aman
79	+	00	+ 1,39	+ 3,41	- 2,41	+ 10,71	Tidak Aman								

Melihat situasi pada peta Sungai Cilemer hasil simulasi (Gambar 7.b), dapat dilihat bahwa daerah yang terkena limpasan banjir Sungai Cilemer dengan perhitungan debit rencana periode ulang 50 tahun terjadi di semua segmen tinjauan yaitu HM 53+00 sampai HM 105+00. Dengan tingginya elevasi debit rencana periode ulang lebih tinggi dari batas muka air banjir maka dapat disimpulkan banjir akan terjadi di Sungai Cilemer dari HM 53+00 sampai HM 105+00 (Tabel 3). Kecamatan Patia merupakan daerah yang terkena luapan banjir paling besar. Hal ini dapat dipastikan setelah dilakukan simulasi dengan program HEC-RAS bahwa batas muka air banjir yang dimiliki oleh Sungai Cilemer masih rendah sehingga tidak mampu menampung debit air terjadi Q_{50} yaitu 196,058 m³/s. Data tersebut diperoleh dengan membandingkan elevasi yang ditentukan sebagai muka air banjir dan elevasi muka air dengan perhitungan debit banjir periode ulang 50 tahun untuk kondisi *unsteady flow*.

Setelah mengetahui resiko yang terjadi apabila limpasan Sungai Cilemer kembali melimpas, terjadinya *backwater* dari muara laut, kondisi reservoir yang ada di hulu sungai dengan kondisi penampang Sungai Cilemer eksisting harus segera mendapat perencanaan ulang. Konsep *one river, one plan and one integrated management* (ORPIM) dapat dipertimbangkan dalam perencanaan ulang dan perencanaan yang berkepanjangan. Dengan diberlakukannya konsep tersebut keserasian dengan Daerah Aliran Sungai Cilemer dan DAS lainnya dapat mengurangi dampak banjir yang terjadi di bagian hilir Sungai Cilemer.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian analisis terhadap permasalahan yang terjadi terkait banjir di Sungai Cilemer dengan data debit rata-rata harian sesaat kurang dari 10 tahun mengacu pada SNI 2415:2016 untuk periode ulang 50 tahun menggunakan metode *peak over threshold* diperoleh debit sebesar 196,058 m³/s. Analisis hidraulika berdasarkan dua kondisi aliran *steady* dan *unsteady*. Peta potensi banjir dimodelkan dengan HEC-GeoRAS menunjukkan banjir terjadi pada segmen penampang melintang sungai HM 69+00; HM 73+00-HM74+00; HM 76+00-HM 77+00; HM 81+00-HM 99+00; HM 102+00; HM 104+00-HM 105+00 untuk aliran *steady* sedangkan limpasan atau banjir terjadi di semua segmen penampang melintang sungai HM 53+00-HM105+00 untuk aliran *unsteady*.

Dengan membandingkan peta banjir UPT bidang Pelaksanaan Jaringan Sumber Air dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliman – Cisawarna Provinsi Banten (Gambar 1.b) sesuai dan termasuk ke dalam zona atau wilayah berdampak banjir Sungai Cilemer (Gambar 7.b). Pada akhirnya peranan pemerintah

swasta dan masyarakat sangat diperlukan dalam upaya mitigasi, penanganan dan pengendalian banjir. Setiap perencanaan baik awal maupun perencanaan ulang di bidang sumber daya air terutama dalam mengatasi permasalahan sungai hendaknya mengacu kepada program *one river, one plan, and one integrated management* (ORPIM).

Pendekatan non struktur dalam upaya penanganan dan pengendalian banjir Sungai Cilemer selain peta identifikasi banjir dapat pula dilakukan dengan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) secara terpadu, peringatan dini banjir, pengelolaan dataran banjir, memasyarakatkan budaya siaga bencana, regulasi serta penegakan hukum selain upaya struktur yang dilakukan untuk memperkecil elevasi muka air banjir dengan normalisasi sungai. Upaya serta pendekatan tersebut dapat dilakukan dalam mengatasi permasalahan banjir secara menyeluruh dengan indikator keberhasilan mengurangi besarnya kerugian akibat banjir sehingga kondisi kehidupan sosial ekonomi masyarakat kembali normal dan membaiknya permukiman dan sarana di masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) bidang Pelaksanaan Jaringan Sumber Air dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliman – Cisawarna Provinsi Banten atas diskusi dan data tertulis yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pekerjan Umum. (2011). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai*. Jakarta: PU.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana.
- [3] Shrestha S., & Lohpaisankrit, W. (2017). Flood hazard assessment under climate change scenarios in the Yang River Basin, Thailand. *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 6, no. 2, pp. 285–298. doi: 10.1016/j.ijsbe.2016.09.006.
- [4] Pawestri, M. T., Sujono, J., & Istiarto, I. (2016). Flood hazard mapping of Bogowonto River in Purworejo Regency, Central Java Province. *Journal of the civil engineering forum*, vol. 2, no. 3, pp. 129–140.
- [5] Baky, A. A., Zaman, A. M., & Khan, A. U. (2012). Managing flood flows for crop production risk management with hydraulic and GIS modeling: Case study of agricultural areas in Shariatpur. *APCBEE Procedia*, vol. 1, no. January, pp. 318–324. doi: 10.1016/j.apcbee.2012.03.052.
- [6] Fleischmann, A., Paiva, R., & Collischonn, W. (2019). Can regional to continental river hydrodynamic models be locally relevant? A cross-scale comparison. *J. Hydrol. X*, vol. 3, p. 100027. doi: 10.1016/j.hydroa.2019.100027.
- [7] Pinos, J., & Timbe, L. (2019). Performance assessment of two-dimensional hydraulic models for generation of flood inundation maps in mountain river basins. *Water Sci. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 11–18. doi: 10.1016/j.wse.2019.03.001.
- [8] Quiroga, V. M., Kurea, S., Udo, K., & Manoa, A. (2016). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *Ribagua*, vol. 3, no. 1, pp. 25–33. doi: 10.1016/j.riba.2015.12.001.
- [9] Brunner G. W., & CEIWR-HEC. (2016). *HEC-RAS River Analysis System User's Manual* [Online]. State of California: US Army Corps of Engineers–Hydrologic Engineering Center. Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS 5.0 Users Manual.pdf>.
- [10] Ogato, G. S., Bantider, A., Abebe, K., & Geneletti, D. (2020). Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia. *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 27, no. January. doi: 10.1016/j.ejrh.2019.100659.
- [11] Thapa, S., Shrestha, A., Lamichhane, S., Adhikari, R., & Gautam, D. (2020). Catchment-scale flood hazard mapping and flood vulnerability analysis of residential buildings: The case of Khando River in eastern Nepal. *J. Hydrol. Reg. Stud.*, vol. 30, no. March, pp. 1–12. doi: 10.1016/j.ejrh.2020.100704.
- [12] Wigati, R., & Notonegoro, H. A. (2019). Capacity and performance evaluation of the drainage system Jati Pinggir - Petamburan Central Jakarta. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 673, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/673/1/012044.
- [13] Slamet, N. S., & Sarwono, S. (2016). Simulasi genangan banjir menggunakan data aster DEM pada alur Sungai Cilemer. *Jurnal Sumber Daya Air*, vol. 12, no. 1, pp. 61–76.
- [14] Wigati, R., Soedarsono, & Raharjo, A. S. (2018). Penanggulangan dan pengendalian banjir pertemuan sungai hulu – hilir DAS Ciujung berdasarkan SNI 2415 :2016. *Konf. Nas. Tek. Sipil 12*, no. September, pp. 135–144. ISBN: 978-602-60286-1-7.
- [15] Wigati, R., Fathonah, W., & Haryono, A. T. (2019). Studi analisis banjir Sungai Cilemer berdasarkan SNI 2415 : 2016 tinjauan data curah hujan dengan kala ulang 50 tahun. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 196–203.
- [16] Windatiningsih, D. (2019). Uji validasi data debit. *J. Sumber Daya Air*, vol. 15, no. 2, pp. 121–136. doi: 10.32679/jsda.v15i2.600.
- [17] Kem. PUPR. (2011). *Prosedur dan Instruksi Kerja Validasi Data SDA*. Medan: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera 2.
- [18] US Army Corps of Engineers. (2016). *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0*. State of California: US Army Corps of Engineers–Hydrologic Engineering Center.
- [19] Wigati, R., Soedarsono, & Cahyani, I. D. (2016). Analisis banjir menggunakan *software* HEC - RAS 4 . 1 . 0 (Studi kasus sub DAS Cisemeut hilir HM 0+00 sampai HM 69+00). *J. Fondasi*, vol. 5, no. 1, pp. 13–23.
- [20] Wigati, R., Soedarsono, & Mutia, T. (2016). Analisis banjir menggunakan *software* HEC-RAS 4.1 (Studi kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00). *J. Fondasi*, vol. 5, no. 2, pp. 51–61.