

Analisis Debit Air Limpasan Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Bangga

V.W. Andiese^{a*}, I. W. Sutapa^a dan I.G. Tunas^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: verawimandiese@gmail.com

Received: 12 August 2024; revised: 10 January 2025; Accepted: 3 February 2025

Abstract: Surface runoff is rainwater that cannot be retained by soil, vegetation or basins and eventually flows directly into rivers or the sea. The amount of surface runoff determines the amount of damage caused by erosion and flooding. The amount of surface flow is influenced by rainfall, vegetation (land cover), the presence of water storage buildings and other factors. Damage to watersheds can cause various disasters, namely floods, droughts and landslides. The Bangga watershed has an area of 61,0561 km² and has a river length of 20.7 km. Das Bangga has also experienced flash floods and mudflows in 2019 which caused 500 houses to be flooded and residents died after being washed away by the flood. The purpose of the study was to calculate runoff in the Bangga River watershed using the SCS-CN method. In this study the data used is secondary data, namely Rainfall data taken from the Upper Bangga and Lower Bangga stations and Land Use Maps and Soil Type Maps. The period of secondary data used in 2018-2021. Land use and soil types are analyzed from land use maps and soil type data obtained. Map analysis was carried out using ArcGIS Software by making an overlay between the land cover map and the soil type map. The second result of this analysis is the area of each type of land use and soil type hydrology group and its distribution in the Bangga watershed. Based on the results of the analysis, the runoff using the SCS method obtained the maximum result in 2019 of 29,222 mm with a runoff volume of 1.784.155,751 m³, and the minimum runoff in 2018 of 0,072 mm with a runoff volume of 4.375,573085 m³. The occurrence of Land Use changes, climate change and human treatment of the environment can affect runoff.

Keywords: surface runoff, Bangga watershed, land use, SCS-CN method.

Abstrak: Limpasan permukaan merupakan air hujan yang tidak dapat ditahan oleh tanah, vegetasi atau cekungan dan akhirnya mengalir langsung ke sungai atau laut. Besarnya nilai aliran permukaan sangat menentukan besarnya tingkat kerusakan akibat erosi maupun banjir. Besarnya nilai aliran permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, vegetasi (penutup lahan), adanya bangunan penyimpanan air dan faktor lainnya. Kerusakan daerah aliran sungai (DAS) dapat menimbulkan berbagai bencana yaitu banjir, kekeringan dan longsor. DAS Bangga memiliki luas sebesar 74.824 km² dan mempunyai panjang sungai 20.7 km. Das Bangga juga pernah mengalami banjir bandang dan lumpur pada tahun 2019 yang menyebabkan 500 rumah terendam banjir dan warga meninggal dunia setelah hanyut terbawa banjir. Tujuan penelitian untuk menghitung limpasan pada DAS Sungai Bangga dengan menggunakan metode SCS-CN. Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu data curah hujan yang diambil dari stasiun Bangga Atas dan Bangga Bawah, Peta Tata Guna Lahan dan Peta Jenis Tanah. Periode data yang sekunder yang digunakan pada tahun 2018-2021. Penggunaan lahan dan jenis tanah dianalisis dari peta penggunaan lahan dan data jenis tanah yang diperoleh. Analisis peta dilakukan menggunakan *Software ArcGIS* dengan membuat *overlay* antara peta tutupan lahan dan peta jenis tanah. Hasil kedua analisis ini yaitu luasan dari masing-masing jenis penggunaan lahan dan kelompok hidrologi jenis tanah serta sebarannya di DAS Bangga. Berdasarkan hasil analisis, limpasan menggunakan metode SCS didapatkan hasil maksimum pada tahun 2019 sebesar 29.222 mm dengan volume limpasan sebesar 1.784.155,751 m³, dan limpasan minimum pada tahun 2018 sebesar 0.072 mm dengan volume limpasan sebesar 4.375,573085 m³. Terjadinya perubahan Tata Guna Lahan, perubahan iklim dan perlakuan manusia terhadap lingkungan dapat mempengaruhi limpasan.

Kata kunci: limpasan permukaan, DAS Bangga, tata guna lahan, Metode SCS-CN.

1. Pendahuluan

Kerusakan yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dapat menyebabkan berbagai bencana, seperti banjir dan longsor pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Peningkatan lahan kritis yang terjadi setiap tahun merupakan faktor penting dalam kerusakan DAS. Pengaturan tata ruang yang tidak memadai juga dapat menyebabkan aktivitas pembangunan fisik terus mendesak area resapan air. Akibatnya, jumlah lahan yang digunakan untuk abstraksi air ke dalam tanah berkurang, yang merusak fungsinya sebagai media penyimpan air [1]. Limpasan permukaan (*run off*) adalah air hujan yang tidak meresap ke tanah (infiltrasi) dan vegetasi selanjutnya mengalir ke *outlet* atau badan air disekitar nya [2]. Faktor utama yang

memengaruhi besarnya limpasan permukaan pada suatu DAS adalah : faktor cuaca, khususnya curah hujan; dan faktor karakteristik DAS, seperti bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi, dan jenis penggunaan lahan [3].

Studi tentang besarnya limpasan telah banyak dilakukan oleh peneliti lain seperti oleh Ria Gafuri yang melakukan analisis besarnya limpasan permukaan (*run off*) pada sub-sub DAS Riam Kiwa dengan menggunakan metode Cook . Pada penelitian ini juga menganalisis sebaran potensi daerah-daerah yang rawan terhadap bencana banjir dengan memperhitungkan kemiringan lereng, infiltrasi tanah, tutupan lahan dan air permukaan [4]. Pengaruh topografi dan tataguna lahan pada volume abstraksi pada suatu daerah aliran sungai dilakukan Ariani

pada sepuluh DAS di Pulau Jawa [1]. Dengan menggunakan Model *Rainfall Runoff* penelitian ini menganalisa besarnya limpasan yang terjadi pada satu even hujan. Besarnya abstraksi yang terjadi dianalisa menggunakan metode Indeks phi dengan asumsi laju abstraksi adalah konstan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan logaritmik antara tataguna lahan dan laju abstraksi. Penelitian tentang besarnya limpasan permukaan dilakukan oleh Parwati di Jakarta dan sekitarnya berdasarkan data satelit penginderaan jauh Landsat dan *Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM)* [3]. Data jenis tutupan dan penggunaan lahan, klasifikasi jenis tanah dan jenis tanah sehingga akan mendapatkan data tingkat infiltrasi tanah didapatkan dari pengolahan data citra Landsat. Selanjutnya data kelembaban tanah diperoleh dari data curah hujan TRMM. Besarnya limpasan permukaan yang terjadi dihitung menggunakan Metode SCS. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa Data Landsat dan TRMM sangat berguna dalam menganalisa besarnya limpasan terutama dalam pengembangan peringatan dini untuk daerah yang rawan bencana banjir.

Penelitian sejenis juga dilakukan oleh Jinping, tentang korelasi antara besarnya curah hujan dan limpasan serta pengaruh perbedaan curah hujan pada kondisi hasil limpasan [5]. Penelitian ini menggunakan regresi dinamis multivariat (MDRM) untuk menggambarkan korelasi antara curah hujan dan limpasan. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa besarnya limpasan dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan sebesar 69,02 % dan sisanya sebesar 30,98 % dipengaruhi oleh curah hujan. Penelitian Jiongchan hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Jinping, pada penelitian ini menambahkan pengambilan sampel air untuk diuji kandungan sedimen yang dilakukan di bendung [6]. Penelitian ini menganalisis dampak karakteristik hujan dan penggunaan lahan terhadap besarnya limpasan dan hasil sedimentasi yang terjadi pada DAS di dataran tinggi Tiongkok. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa besarnya limpasan yang terjadi dan hasil sedimentasi yang terjadi sangat bervariasi berdasarkan tutupan lahan nya. Tutupan vegetasi merupakan faktor penting mengendalikan terjadinya limpasan dan erosi lahan.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh banjir bandang dan lumpur yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Bangga pada tahun 2019 yang mengakibatkan banyak nya rumah dan prasarana terendam banjir dan rusaknya lahan perkebunan dan persawahan [7]. Kejadian tersebut terjadi akibat intensitas hujan yang tinggi yang berlangsung beberapa hari pada daerah tersebut. Faktor lain yang memicu kejadian tersebut adalah perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS Bangga. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menghitung limpasan adalah metode SCS-CN. Dengan metode yang sama Andiles juga menghitung limpasan pada Sub DAS Cikeruh berdasarkan data penggunaan lahan, sifat fisik tanah dan kondisi vegetasi [8]. Andiri mengkaji limpasan akibat perubahan fungsi lahan yang terjadi pada Sub DAS Gajahwong hulu dengan metode SCS dan Rasional [9]. Perhitungan dengan metoda yang sama dilakukan untuk menghitung limpasan

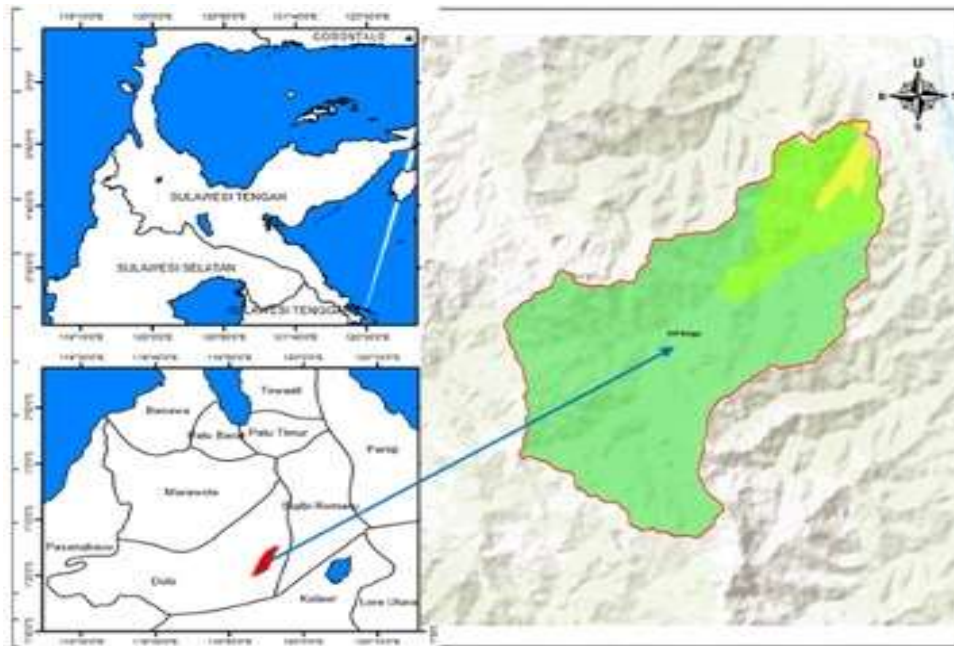
atau limpasan pada 5 DAS yang terdapat di Yogyakarta dan Jawa Tengah. Metode SCS-CN dengan menggunakan *software* HEC HMS dilakukan oleh Nurdianto pada Sub DAS Pakelen Probolinggo [10]. Selain menganalisa perubahan lahan di daerah hulu DAS terhadap limpasan penelitian ini juga mengkalibrasi model HEC HMS pada lokasi penelitian.

Penelitian pada DAS Bangga pernah dilakukan oleh Tunas yang menyelidiki potensi tanah longsor, faktor-faktor yang memicu banjir dan peningkatan banjir pasca gempa [11]. Wayan meneliti tentang pengaruh iklim pada DAS Bangga terhadap pemodelan Debit, dilakukan dengan menggunakan Neraca Air Tanah dengan Model MockWyn-UB [12]. Pemodelan Hidrograf limpasan dengan *software* HEC-RAS 2D dilakukan di DAS Bangga guna menguji efektivitas model oleh Ansori dengan masukan data meteorologi dan curah hujan [13]. Sehingga diperoleh peta genangan untuk pengelolaan resiko banjir. Dengan masukan data meteorologi dan data hujan penelitian tentang Indeks Kekeringan dengan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) juga pernah dilakukan di DAS Bangga [14]. Memetakan potensi bencana yang ada di DAS Bangga seperti tanah longsor, gempa bumi dan banjir dilakukan Putra [15]. Sesuai dengan tujuan penelitian ini, kajian tentang prediksi besarnya limpasan yang terjadi akibat perubahan tata guna lahan dengan metode SCS-CN belum pernah dilakukan di lokasi penelitian ini. Dari artikel ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi untuk mitigasi bencana banjir dan pola konservasi DAS di DAS Bangga

2. Metode Penelitian

2.1. Data Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai Bangga yang terletak di Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Daerah Aliran Sungai (DAS) Bangga merupakan salah sub DAS Palu dengan luas daerah pengaliran kurang lebih 61,0561 km² secara geografis, DAS Bangga terletak pada koordinat 119°49'19.2362"E-119°55'52.4184"E dan 1°15'17.9854"S -1°21'18.4372"S. DAS Bangga berada disebelah barat sungai Palu dan terletak diatas Desa Bangga yang terdiri atas pegunungan, perbukitan dan dataran. Tutupan lahan pada DAS Bangga mayoritas terdiri dari hutan lahan kering primer dan sekunder, perkebunan lahan kering campuran dan semak belukar. Berada pada ketinggian berkisar antara 50 sampai 500 meter diatas permukaan laut. Jenis tanah terdiri dari 2 jenis yaitu jenis tanah *inceptisol* termasuk ke dalam grup hidrologi C dan jenis tanah *ultisol* masuk ke dalam grup hidrologi B dengan tekstur berpasir atau pasir berlempung, dan memiliki beragam struktur mulai dari yang tidak padat hingga agak gumpal. Karakter tanah berbeda untuk setiap jenis nya, seperti tanah andosol umumnya bertekstur lempung berpasir dimana infiltrasi akan besar dan mengakibatkan limpasan permukaan (*run off*) menjadi lebih kecil [11].



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data curah hujan yang mewakili DAS Bangga yang tercatat pada stasiun Bangga atas dan Bangga Bawah dengan periode waktu data yang digunakan dari tahun 2018-2021. Meliputi data curah hujan bulanan, data jumlah hari hujan, data klimatologi yang diperoleh dari kantor BWS (Balai Wilayah Sungai III Sulawesi Tengah). Selanjutnya data atau peta Tata Guna Lahan dan Jenis Tanah pada tahun yang sama, diperoleh dari kantor BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai), menggunakan *Software ArcGIS* dengan membuat *overlay* antara peta tutupan lahan dan peta jenis tanah. Hasil kedua analisis ini yaitu luasan dari masing-masing jenis penggunaan lahan dan kelompok hidrologi jenis tanah serta sebarannya di DAS Bangga. kehutanan dan pertanian. Penggunaan lahan dan jenis tanah dianalisis dari peta penggunaan lahan dan data jenis tanah yang diperoleh. Analisis peta dilakukan menggunakan *Software ArcGIS* dengan membuat *overlay* antara peta tutupan lahan dan peta jenis tanah. Hasil kedua analisis ini yaitu luasan dari masing-masing jenis penggunaan lahan dan kelompok hidrologi jenis tanah serta sebarannya di DAS Bangga.

2.3. Pengelolaan data

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data curah hujan yang berasal dari Stasiun Bangga Atas dan Bangga Bawah dari tahun 2018-2021 yang diperoleh dari kantor BWS (Balai Wilayah Sungai III Sulawesi Tengah). Kemudian menentukan curah hujan wilayah tahunan dari ke dua Stasiun hujan dengan menggunakan metode rata-rata Aljabar. Dengan Menentukan jenis tanah dan kelompok hidrologi tanah (HSG) pada daerah aliran sungai Bangga. Penggunaan lahan dan jenis tanah dianalisis dari data penggunaan lahan dan data jenis tanah yang diperoleh. Hasil kedua analisis ini yaitu luasan dari masing-masing jenis penggunaan lahan dan kelompok hidrologi

jenis tanah serta sebarannya di DAS Bangga. Jenis tanah dan tutupan lahan merupakan dasar penentuan nilai CN [16].

$$Pe = \frac{(P - I_a S)^2}{P + 0.8 S} \quad (1)$$

dimana:

P_e = Limpasan permukaan (mm)

P = Curah Hujan

I_a = Abstraksi Inisial (mm)

S = Retensi potensial maksimum sesaat setelah limpasan dimulai (mm)

Abstraksi awal (I_a) termasuk semua kehilangan sebelum terjadi awal limpasan permukaan yaitu tampungan depresi, intersepsi, evaporasi dan infiltrasi. Abstraksi awal adalah variable yang oleh SCS ditemukan secara empiris didekati dengan:

$$I_a = 0,2 \quad (2)$$

Sedang S adalah fungsi dari lahan daerah aliran sungai dan kondisi tutupan lahan yang direpresentasikan oleh nilai *runoff curve number* (CN) [17].

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Curah Hujan Maksimum Tahunan

Data curah hujan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan pada DAS Bangga adalah data curah hujan hasil pengukuran pada stasiun curah hujan Bangga Atas dan stasiun Bangga Bawah. selama kurun waktu 4 tahun dengan menggunakan Metode Rata-rata Aljabar. Bila data yang digunakan lebih dari dua stasiun maka dapat menggunakan metode lain seperti Polion Thiessen dengan memperhitungkan luasan daerah tangkapan hujan tiap

stasiun [11]. Dari curah hujan maksimum harian tahunan dari ke dua stasiun hujan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data curah hujan maksimum harian tahunan

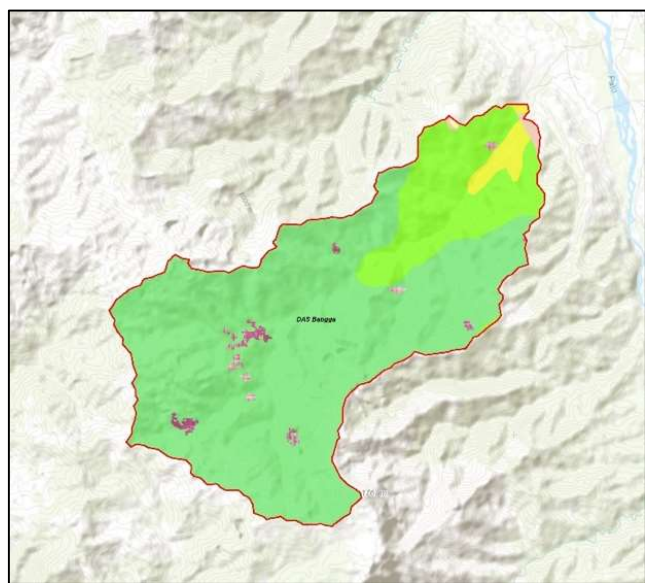
Tahun	Tanggal	Stasiun		Curah Hujan Maks. Rerata	Maks
		Bangga Atas (mm)	Bangga Bawah (mm)		
2018	28-Aug	0,00	75,00	37,50	37,50
	18-Apr	56,00	0,00	28,00	
2019	20-Nov	74,40	85,00	79,70	79,70
	12-Oct	49,00	39,00	44,00	
2020	17-Jun	81,00	71,00	75,75	75,75
	12-May	64,60	83,50	74,05	
2021	05-Sep	72,60	85,00	78,80	78,80
	21-Nov	53,00	38,10	45,55	

3.2. Kondisi Penggunaan Lahan DAS Bangga

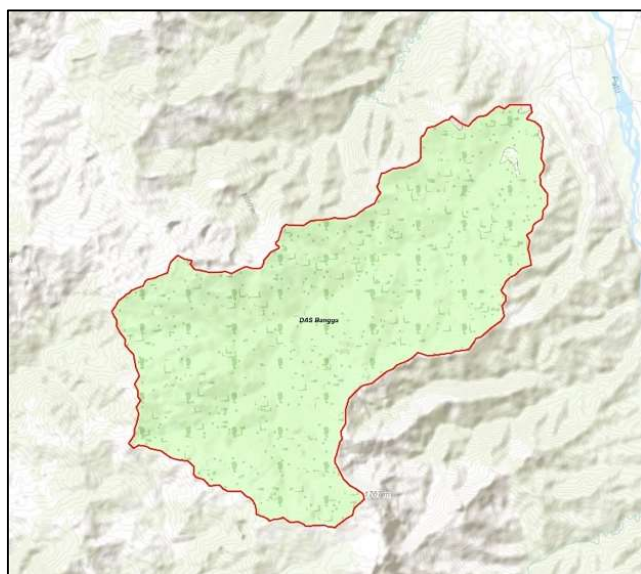
DAS Bangga memiliki luas 61,0561 km² yang terdiri dari 5 penggunaan lahan yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, semak belukar, pertanian lahan kering, dan pertanian lahan kering campuran. Dari Tabel dibawah diketahui bahwa terjadi kenaikan luasan hutan lahan kering primer dan semak belukar sebaliknya terjadi pengurangan luas lahan pada pertanian lahan kering dan pertanian lahan campuran. Laju limpasan permukaan dapat dikurangi oleh vegetasi atau teknik bercocok tanam dengan menambah jumlah air yang tertahan diatas tanah (*surface detension*) [18]. Kondisi penggunaan lahan DAS Bangga dan luas penggunaan tahun 2018 – 2021 dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



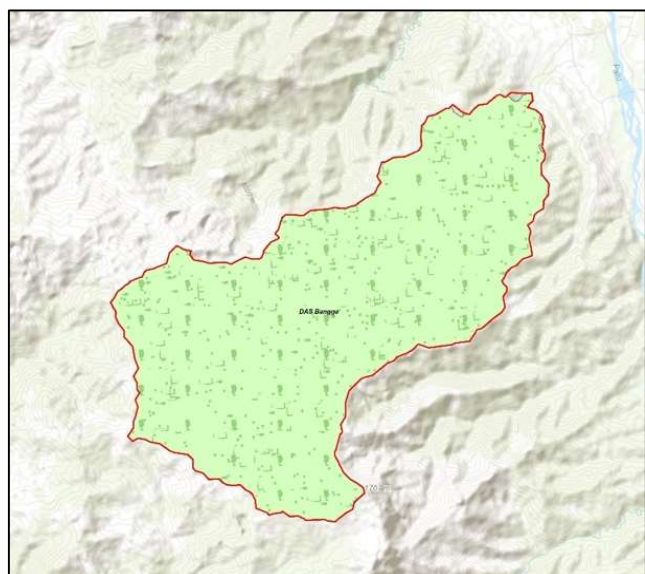
Tahun 2018



Tahun 2019



Tahun 2020



Tahun 2021

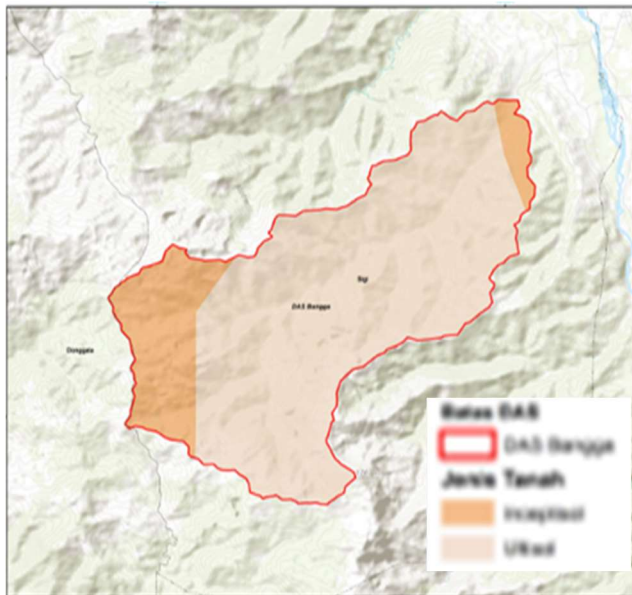
Gambar 3. Peta penggunaan lahan DAS Bangga Tahun 2019 - 2021

Tabel 2. Rekapitulasi penggunaan lahan DAS Bangga

No	Jenis Tata Guna Lahan	2018		2019		2020		2021	
		Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%
1	Hutan Lahan Kering Primer	4879,56	79,92	4796,22	78,55	5025,65	82,31	5035,55	82,47
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	1060,14	17,36	1055,28	17,28	1047,42	17,16	1054,69	17,27
3	Semak Belukar	28,02	0,46	28,02	0,46	32,54	0,53	10,62	0,17
4	Pertanian Lahan Kering	3,94	0,06	3,94	0,06	-	-	-	-
5	Pertanian Lahan Kering Campuran	133,95	2,19	222,15	3,64	-	-	4,75	0,08
Total		6105,61	100	6105,62100	100	6105,61	100	6105,61	100

3.3. Klasifikasi Jenis Tanah pada DAS Bangga

Berdasarkan karakteristik dan data jenis tanah, tanah yang terdapat pada DAS Bangga terbagi menjadi dua jenis tanah, yaitu tanah *inceptisol* dan tanah *ultisol*. Dari kedua jenis tanah tersebut, tanah *ultisol* merupakan jenis tanah terluas di daerah Bangga, seperti terlihat pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Peta Jenis Tanah DAS Bangga

Setiap jenis tanah memiliki tekstur dengan tingkat infiltrasi yang berbeda-beda. Semakin kasar tekstur tanah, semakin cepat pula proses infiltrasinya. Tanah dengan tekstur kasar memiliki tingkat infiltrasi tinggi, tanah dengan tekstur sedang memiliki tingkat infiltrasi cepat, dan tanah dengan tekstur halus memiliki tingkat infiltrasi sedang. Penelitian yang dilakukan oleh Neris menemukan bahwa terjadi perbedaan besar nya laju infiltrasi dan limpasan dapat dipengaruhi oleh jenis struktur tanah dan tutupan lahan yang berbeda walau dengan fungsi lahan yang sama [19]. Berdasarkan tekstur tanah tersebut dapat ditentukan grup hidrologi tanahnya atau *hydrologic soil group* (HSG), yang kemudian juga akan mempengaruhi penentuan nilai bilangan kurva. Grup hidrologi tanah ini mengelompokkan tanah ke dalam kelas-kelas berdasarkan kemampuan

infiltrasinya. Terlihat pada Tabel 3 klasifikasi grup hidrologi tanah berdasarkan tekstur.

Tabel 3. Klasifikasi grup hidrologi tanah [20]

HSG	Tekstur Tanah
A	Pasir, pasir bertanah liat, atau pasir berlempung
B	Lempung atau lempung berpasir
C	lempung berdebu dan lempung liat berdebu
D	Tanah liat, liat berlempung, liat berpasir

Dari pengelompokkan tersebut, diketahui pada DAS Bangga jenis tanah *inceptisol* termasuk ke dalam grup hidrologi C, karena tanah *inceptisol* memiliki karakteristik tanah mineral lempung yang penyerapan / infiltrasinya cukup lambat. Sedangkan jenis tanah *ultisol* masuk ke dalam grup hidrologi B, karena *ultisol* merupakan tanah masam yang sering dijumpai pada lingkungan dengan drainase baik yang infiltrasinya cukup baik dan memiliki tekstur lempung berpasir [20]. Sedangkan jenis tanah Andosol umumnya bertekstur lempung berpasir yang memiliki laju infiltrasi besar hingga mengakibatkan limpasan permukaan menjadi kecil [8].

3.4. Menentukan Nilai CN Pada Setiap Penggunaan Lahan

Nilai *Curve Number* ditentukan dari Tabel 3 yang mengidentifikasi kelompok tanah hidrologis atau *Hydrologic Soil Group* (HSG) terdiri dari empat kelompok yang diberi simbol A,B,C dan D dan tutupan lahan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh USDA (1986) seperti pada Tabel 4. Perubahan tata guna lahan juga ikut mempengaruhi nilai *curve number* (CN) yang dipengaruhi oleh kondisi tata guna lahan dan jenis tanahnya.

Selain itu *Curve Number* juga menunjukkan kemungkinan terjadinya limpasan yang nilai nya berkisar dari 0-100, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan kemungkinan limpasan yang lebih besar [3]. *Curve Number* (CN) diperoleh dengan cara *overlay* antara peta penggunaan lahan dengan peta kelompok hidrologi tanah, kemudian dicari nilai CN komposit untuk setiap tutupan lahan. Nilai *Curve Number* (CN) DAS Bangga dapat dilihat Tabel 5. Nilai CN komposit tiap penggunaan lahan merupakan hasil dari nilai persen (%) dikalikan dengan nilai CN.

Tabel 4. Nilai CN untuk beberapa tataguna lahan [8]

Jenis Tataguna Lahan	Tipe Tanah			
	A	B	C	D
Tanah yang diolah dan ditanami				
– Dengan konservasi	72	81	88	91
– Tanpa konservasi	62	71	78	81
Padang Rumput				
– Kondisi jelek	68	79	86	89
– Kondisi baik	39	61	74	80
Padang rumput: kondisi baik	30	58	71	78
Hutan				
– Tanaman jarang, penutupan jelek	45	66	77	83
– Penutupan baik	25	55	70	77
Tempat terbuka, halaman rumput, lapangan golf, kuburan, dsb				
– Kondisi baik : rumput menutup 75 % atau lebih luasan	39	61	74	80
– Kondisi sedang: rumput menutup 50% -75% luasan	49	69	79	84
Daerah perniagaan dan bisnis (85% kedap air)	89	92	94	95
Daerah Industri (72% kedap air)	81	88	91	93
Pemukiman				
Luas % Kedap Air				
1/8 65	77	85	90	92
1/4 38	61	75	83	87
1/3 30	57	72	81	86
1/2 25	54	70	80	85
1 20	51	68	79	84
Tempat parkir, atap, jalan mobil (dihalaman)	98	98	98	98
Jalan				
– Pengerasan dengan drainase	98	98	98	98
– Kerikil	76	85	89	91
– Tanah	72	82	87	89

Tabel 5. Nilai CN DAS Bangga Tahun 2018

Penggunaan Lahan	Luas	%	Jenis Tanah	Nilai CN	CN Komposit
Hutan Lahan Kering	963.50	15.78	C	70	11.05
Primer	3916.06	64.14	B	55	35.28
Hutan Lahan Kering	93.40	1.53	C	77	1.18
Skunder	966.74	15.83	B	66	10.45
Semak Belukar	28.02	0.46	C	71	0.33
Pertanian Lahan Kering	3.94	0.06	B	81	0.02
Pertanian Lahan Kering	54.21	0.89	C	78	0.69
Campuran	79.73	1.31	B	71	0.93
Total	6105.61	100.00			59.92

Nilai S (retensi potensial maksimum) pada DAS Bangga yang di gunakan dalam perhitungan debit aliran permukaan menggunakan metode SCS-CN

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = \frac{25400}{59.92} - 254 = 169.87 \text{ mm}$$

Tinggi limpasan dapat dihitung dengan $P =$ curah hujan (mm.) = 37.50 mm (2018)

$$\frac{(P - I_a S)^2}{(P - I_a) + S} = \frac{(37.50 - 0.2 \cdot 169.87)^2}{(37.50 - 0.8) + 169.87} = 0.072 \text{ mm}$$

Total volume limpasan permukaan (Q) untuk Sub DAS Bangga pada kejadian hujan maksimum sebesar 37.50 mm tahun 2018 yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= Q \times \frac{1}{1000} \times A \times 10000 \\ &= 0.072 \times \frac{1}{1000} \times 6105.61 \text{ ha} \times 10000 \text{ m}^2 \\ &= 4.375,573 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Nilai CN DAS Bangga untuk Tahun 2019, 2020 dan 2021 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai CN DAS Bangga Tahun 2019

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%	Jenis Tanah	Nilai CN	CN Komposit
Hutan Lahan Kering	946.65	15.50	C	70	10.85
Primer	3849.57	63.05	B	55	34.68
Hutan Lahan Kering	93.40	1.53	C	77	1.18
Skunder	961.88	15.75	B	66	10.40
Semak Belukar	23.62	0.39	C	71	0.28
	4.40	0.07	B	58	0.41
Pertanian Lahan Kering	3.94	0.06	B	81	0.49
Pertanian Lahan Kering	71.07	1.16	C	78	0.90
Campuran	151.08	2.47	B	71	17.54
Total	6105.61	100.00			76.71

Tabel 7. Nilai CN DAS Bangga Tahun 2020

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%	Jenis Tanah	Nilai CN	CN Komposit
Hutan Lahan Kering	996,74	16,33	C	70	11,43
Primer	3987,65	65,31	B	55	35,92
Hutan Lahan Kering	98,85	1,62	C	77	12,47
Skunder	989,83	16,21	B	66	10,70
Semak Belukar	11,67	0,19	C	71	0,13
	20,87	0,34	B	58	0,20
Total	6105,61	100,00			70,86

Tabel 8. Nilai CN DAS Bangga Tahun 2021

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%	Jenis Tanah	Nilai CN	CN Komposit
Hutan Lahan Kering	1049.90	17.20	C	70	12.04
Primer	3985.65	65.28	B	55	35.90
Hutan Lahan Kering	98.82	1.62	C	77	12.47
Skunder	955.88	15.66	B	66	10.34
Semak Belukar	6.36	0.10	C	71	0.07
	4.26	0.07	B	58	0.41
Pertanian Lahan Kering	4.75	0.08	C	78	0.62
Campuran					
Total	6105.61	100.00			71.85

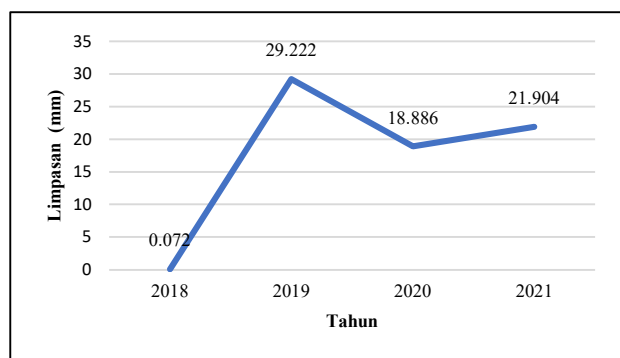
Ada beberapa tutupan lahan seperti hutan lahan kering primer dan sekunder, semak belukar dan pertanian lahan kering campuran tersebar pada 2 jenis pembagian klasifikasi group hidrologi tanah yaitu Golongan B dan C. Pada tahun 2019 hutan lahan kering primer merupakan tutupan lahan terluas yaitu sebesar 78,55 % dari total luas DAS. Pada tahun 2020 terjadi pengurangan pada tutupan lahan pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering campuran, mengakibatkan bertambahnya luasan hutan lahan kering dan semak belukar. Keadaan tersebut diakibatkan karena pada Mei tahun terjadi banjir bandang di DAS Bangga yang mengakibatkan banyak nya rumah dan fasilitas umum rusak. Penduduk yang terkena dampak dari banjir tersebut mengungsi sehingga lahan pertanian terbengkalai.

Tabel 9. Rekapitulasi perhitungan limpasan pada tahun 2018-2021

Tahun	CN Komposit	P (mm)	Pe (mm)	Q (m ³)
2018	59,92	37,50	0.072	4375,573085
2019	76,71	79,70	29.222	1.784.155,751
2020	70,86	75,75	18.886	1.153.126,525
2021	71,85	78,80	21.904	1.337.358,438

Munculnya kembali tutupan lahan pertanian lahan kering campuran pada tahun ini diikuti dengan berkurangnya luasan semak belukar. Besarnya limpasan yang terjadi pada DAS Bangga dapat dilihat pada [Tabel 9](#) dan [Gambar 5](#). Limpasan dihitung menggunakan persamaan limpasan SCS-CN, metode perhitungan ini sangat

dipengaruhi oleh jenis tutupan lahan, jenis tanah dan hujan [21]. Dengan P (mm) adalah hujan, P_e adalah limpasan permukaan (mm) dan Q (m^3) adalah volume limpasan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Bangga.



Gambar 7. Limpasan DAS Bangga tahun 2018 – 2021

Gambar 7 memperlihatkan bahwa terjadi kenaikan limpasan yang tinggi dari tahun 2018 sebesar 0,072 mm ke tahun 2019 dengan besarnya limpasan sebesar 29,222 mm. Besarnya limpasan pada tahun tersebut juga ditandai dengan tertinggi nya nilai curah hujan pada tahun 2019 sebesar 79,70 mm. Limpasan maksimum terjadi pada DAS Cikeruh sebesar 102,8 mm [8] dan limpasan sebesar 3,901 mm terjadi pada tahun 2011 pada Sub DAS Gajahwong berdasarkan metode SCS-CN. Meningkat nya intensitas curah hujan dapat mengakibatkan besarnya kemungkinan hujan menjadi limpasan, tetapi tidak dapat meningkatkan besarnya debit andalan di sungai [22]. Curah hujan, aktivitas manusia dan perubahan tutupan lahan merupakan penyebab naik nya volume limpasan. Daerah berkembang mulai mengalami banyak perubahan guna lahan akibat berkembangnya wilayah dan pertumbuhan penduduk [6]. Banjir bandang yang terjadi di sungai Bangga terjadi akibat curah hujan yang tinggi terjadi dengan waktu yang lama dan akibat longornya daerah di hulu DAS akibat gempa Palu September 2018 [11].

Bencana gempa bumi sebesar 7,4 Skala Richter pada kedalaman 11 km diakibatkan oleh sesar Palukoro tersebut mengakibatkan 77 lereng perbukitan di wilayah Palu, Sigi dan Donggala mengalami longsor [23]. Longsor di perbukitan mengakibatkan banyak hutan dan Perkebunan menjadi rusak. Semakin besar lereng maka semakin tinggi juga limpasan permukaan yang dihasilkan [4]. Sebab lain meningkat nya limpasan pada tahun ini adalah berkurang nya total luasan hutan dari 5939,7 Ha pada tahun 2018 menjadi 5851,5 Ha di tahun 2019. Selain berkurang nya luasan hutan pada tahun ini juga terjadi peningkatan luasan pertanian lahan kering campuran dari 133,95 Ha menjadi 222,15 Ha pada tahun 2019. Berkurangnya luasan hutan dan berubah menjadi pertanian lahan kering campuran berarti menambah lahan terbuka, yang mengakibatkan meningkatnya intensitas hujan yang sampai di permukaan tanah. Energi hujan akan memadatkan tanah mengakibatkan berkurangnya laju infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan [11].

Rendahnya limpasan permukaan sebesar 0,072 mm yang terjadi pada tahun 2018 terjadi akibat hutan yang belum berkurang yaitu sebesar 5939,7 Ha dan curah hujan

yang terendah yaitu sebesar 37,50 mm. Terjadi nya limpasan minimum pada suatu DAS dapat diakibatkan oleh tutupan lahan hutan primer yang pada tahun 2018 keberadaannya sebesar 4879,56 Ha [2]. Pada metode SCS-CN ini nilai CN (*Curve Number*) dihasilkan dari kondisi tutupan lahan, nilainya antara 0-100 yang apabila semakin tinggi nilai *Curve Number* (CN) menunjukkan semakin besar potensi terjadinya limpasan [3]. Nilai CN komposit pada tahun 2018 adalah 59,92, merupakan nilai terendah dari semua tahun.

Hilangnya lahan pertanian (pertanian lahan kering dan lahan kering campuran) pada tahun 2020 mengakibatkan bertambahnya luasan hutan dari hasil analisis mengurangi besarnya limpasan dari 2,222 mm di tahun 2019 menjadi 18,886 mm di tahun 2020. Pada tahun 2019 terjadi banjir besar di DAS Bangga yang mengakibatkan banyak warga tidak mengolah kembali kebun nya karena kebun nya rusak karena banjir bandang atau pemilik kebun yang mengungsi karena banjir. Perkebunan di DAS Bangga merupakan tutupan lahan yang di dominasi oleh kebun kelapa dan kakao. Laju infiltrasi pada perkebunan kelapa di di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi termasuk dalam kategori lambat 1,87 cm/jam sedangkan kebun kakao termasuk dalam kategori sedang 2,06 cm/jam [24]. Penelitian yang dilakukan di Desa Beka Kabupaten Sigi, pada musim kemarau dan keadaan setelah hujan laju infiltrasi pada tutupan lahan perkebunan sama-sama masuk dalam kategori sedang (2-6,3 cm/jam) [24]. Pengurangan luasan semak belukar pada tahun 2020 dari 32,54 ha menjadi 10,62 ha tidak menjadi faktor utama dalam kenaikan laju limpasan pada tahun 2021 karena laju infiltrasi pada semak belukar adalah dalam kategori kecil [18]. Pengurangan tutupan lahan hutan yang berubah menjadi lahan kering campuran mengakibatkan laju limpasan semakin tinggi.

Perubahan tata guna lahan menyebabkan meningkatkan nilai CN sebesar 0,59 % dan peningkatan debit banjir sebesar 1,99 % [2]. Besarnya limpasan permukaan juga mempengaruhi tingkat erosi, potensi longsor dan sedimentasi pada DAS [25]. Tingginya curah hujan dan perubahan penggunaan lahan khususnya berubahnya lahan pertanian menjadi lahan terbangun dapat meningkatkan hampir 79% limpasan tahunan [26]. Salah satu kegunaan mengetahui besarnya limpasan adalah menjadi informasi tambahan bagi pemodelan stabilitas lereng karena air permukaan dapat mempengaruhi faktor keamanan dan waktu terjadi nya tanah longsor. Kegiatan yang dapat dilakukan guna mengurangi volume limpasan yang terjadi adalah dengan membuat sumur-resapan, biopori dan tatap menjaga keberadaan Ruang Terbuka Hijau

4. Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini kita ketahui bahwa limpasan yang terjadi pada suatu DAS di pengaruhi oleh faktor meteorologi (curah hujan dan temperatur) dan faktor fisik DAS (tipe tanah, kemiringan lereng, tutupan lahan dan kondisi permukaan tanah). Perubahan tata guna lahan dari hutan menjadi lahan perkebunan atau lain nya menjadi pemicu naik nya jumlah lipasan. Limpasan permukaan terbesar di DAS Bangga dengan menggunakan

Metode SCS hasil limpasan maksimum pada tahun 2019 sebesar 29.222 mm, dan limpasan minimum terjadi pada tahun 2018 sebesar 0.072 mm. Disarankan untuk menggunakan metode lain untuk menganalisis besarnya limpasan pada DAS Bangga

Daftar Pustaka

- [1] A.B. Safarina, "Analisa Pengaruh Topografi dan Pola Tata Guna Lahan Terhadap Abstraksi Daerah Aliran Sungai Berdasarkan Model Rainfall Runoff", *Riset Geologi dan Pertambangan*, vol. 22, no. 1, p. 1, 2012.
- [2] S. Sari, "Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan (Menggunakan Model KINEROS)", *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 2, no. 2, p. 148, 2012.
- [3] P. Sofan, N. Febrianti, and I. Prasasti, "Estimasi Limpasan Permukaan dari Data Satelit di Wilayah Jabodetabek", *Jurnal Penginderaan Jauh dan Penolahan Data Citra Digital*, vol. 11, no. 1, p. 43, 2014.
- [4] R. Gafuri, I. Ridwan, and S. Daerah, "Analisis Limpasan Permukaan (Runoff) Pada Sub-Sub Das Riam Kiwa Menggunakan Metode Cook", *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, vol. 11, no. 1, p. 89, 2016.
- [5] J. Zhang, H. Zhang, H. Xiao, H. Fang, Y. Han, and L. Yu, "Effects of Rainfall and Runoff-Yield Conditions on Runoff", *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 12, no. 2, p. 2111, 2021.
- [6] J. Zhao, J. Zhang, Y. Hu, Y. Li, and P. Tang, "Effects of Land Uses and Rainfall Regimes on Surface Runoff and Sediment Yield in A Nested Watershed of the Loess Plateau, China", *Journal of Hydrology: Regional Studies*, vol. 44, p. 101277, 2022.
- [7] S.R. Oktavia and T. Amalyah, "Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Karakteristik Hidrograf Banjir di DAS Miu", *Infrastruktur*, vol. 7, no. 2, p. 114, 2017.
- [8] A.K. Sentosa, C. Asdak, and E. Suryadi, "Estimasi Volume Limpasan dan Debit Puncak Sub DAS Cikeruh Menggunakan Metode SCS-CN", *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 9, no. 1, p. 90, 2021.
- [9] H. Sleman, A. Rahardian, and I. Buchori, "Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak Sub DAS Gajahwong", *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, vol. 12, no. 2, p. 127, 2016.
- [10] R.N.A. Rastanto, D. Sisinggih, and A.P. Hendrawan, "Analisa Laju Erosi dan Arah Konservasi Lahan Menggunakan Aplikasi ArcMap Pada DAS Pekalen Hulu Kabupaten Probolinggo Jawa Timur", *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vo. 3, no. 1, p. 367, 2022.
- [11] I.G. Tunas, A. Tanga, and S.R. Oktavia, "Impact of Landslides Induced by the 2018 Palu Earthquake on Flash Flood in Bangga River Basin, Sulawesi, Indonesia", *Journal of Ecological Engineering*, vol. 21, no. 2, p. 190, 2020.
- [12] I.W. Sutapa, "Effect of the Climate Change on Groundwater Recharging in Bangga Watershed, Central Sulawesi, Indonesia", *Environmental Engineering Research*, vol. 22, no. 1, p. 87, 2017.
- [13] M.B. Ansori, U. Lasminto, and A.A.G. Kartika, "Reliability of Runoff Hydrograph Model for Extreme Rainfall Events using HEC-RAS 2D Flow Hydrodynamics Rain-On-Grid", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1276, 2023.
- [14] B. Mayasari, I.W. Sutapa, and A. Rusdin, "Drought Index Analizes With Rainfall Patern Indicators Use SPI Method (Case Study Bangga Watershed)", *International Journal of Engineering Research and Application*, vol. 7, no. 5, p. 41, 2017.
- [15] M.H.Z. Putra, D. Sarah, I.A. Sadisun, E. Soebowo, A. N. Aulia, and Sukristiyanti, "Modeling and Mapping the Environmental Impact of Debris Flow Hazard on Alluvial Fans for Sustainable Development in Bangga and Poi Villages, Sigi, Central Sulawesi", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1201, 2023.
- [16] H.E. Chen, Y.Y. Chiu, T.L. Tsai, and J.C. Yang, "Effect of Rainfall, Runoff and Infiltration Processes on the Stability of Footslopes", *Water*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2022.
- [17] S. Harto, *Analisis Hidrologi*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- [18] S. Kadir *et al.*, "Infiltrasi Pada Berbagai Tutupan Lahan Das Tabunio Dan Maluka Provinsi Kalimantan Selatan", *J. Hutan Trop.*, vol. 10, no. 3, p. 329, 2022.
- [19] J. Neris, M. Tejedor, M. Rodríguez, J. Fuentes, and C. Jiménez, "Effect of forest floor characteristics on water repellency, infiltration, runoff and soil loss in Andisols of Tenerife (Canary Islands, Spain)", *Catena*, vol. 108, pp. 50–57, 2013.
- [20] C. Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta, 1995.
- [21] A.K. Hidayat and Empung, "Analisis Curah Hujan Efektif dan Curah Hujan dengan Berbagai Periode Ulang untuk Wilayah Kota Tasikmalaya dan Kabupaten Garut", *Jurnal Siliwangi*, vol. 2, no. 2, p. 121, 2016.
- [22] T. Ferijal and D.S. Jayanti, "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Debit Andalan Sungai Krueng Aceh", *Rona Teknik Pertanian*, vol. 9, no. 1, p. 50, 2016.
- [23] C.B. Sukatja, B.W.R. and P. Bahri, "Mitigasi dan Penanggulangan Bencana Banjir Debris Pasca Gempa Palu 2018", *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 12, no. 1, pp. 25, 2021.
- [24] V.W. Andiese and I.G. Tunas, "Infiltration Rate in Various Land Covers in Beka Village, Sigi Regency", *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

- Science*, vol. 1355, 2024.
- [25] S. Ramadhani, A. Minmahddun, I.M. Patutic, and M. Widiastuti, "Analisis Stabilitas Lereng Tambang Nikel Kabupaten Morowali" *Civil Engineering Journal*, vol. 5, no. 1, p. 65, 2024.
- [26] J. Zheng, H. Wang, and B. Liu, "Impact of the Long-Term Precipitation and Land Use Changes on Runoff Variations in A Humid Subtropical River Basin of China", *Journal of Hydrology: Regional Studies*, vol. 42, p. 101136, 2022.