



Research Articles

Evaluasi Kinerja Metode Perhitungan Koefisien Pengaliran

Evaluation of Runoff Coefficient's Calculation Methods Performance

Humairo Saidah*, Lalu Wirahman, Lia Hidayaturrohmi

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA

* *corresponding author, email: h.saidah@unram.ac.id*

Manuscript received: 21-02-2023. Accepted: 26-03-2023

ABSTRAK

Koefisien pengaliran sangat mempengaruhi volume limpasan permukaan. Makin baik metode penentuan koefisien pengaliran makin tepat perkiraan besaran limpasan permukaan, sehingga dapat menunjang perencanaan pengelolaan sumberdaya air di suatu wilayah secara lebih efektif. Beberapa teknik perhitungan koefisien pengaliran seperti metode U.S. Forest Service, Hassing dan Cook menggunakan pendekatan yang berbeda sehingga menghasilkan koefisien yang berbeda. Studi ini menguji akurasi ketiganya dalam menghasilkan koefisien pengaliran, dengan cara membandingkan koefisien yang diperoleh dari ketiga metode tersebut terhadap koefisien pengaliran nyata yang diperoleh dari data pengukuran. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koefisien pengaliran yang paling mendekati nilai koefisien hasil pengukuran adalah dengan metode U.S. Forest Service dengan menggunakan nilai tengah dari interval nilai yang disediakan dalam tabel U.S. Forest Service. Metode terbaik kedua dan ketiga berturut-turut adalah metode Hassing dan U.S. Forest Service untuk nilai maksimum.

Kata kunci: koefisien pengaliran; U.S. Forest Service; Hassing; Cook; perubahan penggunaan lahan

ABSTRACT

The runoff coefficient dramatically affects the volume of surface runoff. The better the method for determining the runoff coefficient, the more precise the estimation of the amount of surface runoff will be so that it can support planning for the management of water resources in an area more effectively. Several runoff coefficient calculation techniques, such as the U.S. Forest Service method, Hassing and Cook use different approaches to produce runoff coefficients. This study examines the accuracy of those methods in producing runoff coefficients by comparing the coefficients obtained from the methods with the actual flow coefficients obtained from measurement data. The results showed that the closest runoff coefficient to the coefficient of measurement one is by the U.S. Forest Service method using the median of the value intervals provided in the USFS table. The second and third best methods are the Hassing and U.S. Forest Service for maximum value.

Key words: Runoff coefficient; U.S. Forest Service; Hassing; Cook; land use change

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang semakin meningkat menyebabkan peningkatan kebutuhan berbagai sarana prasarana dan fasilitasnya. Sehingga cenderung menyebabkan alih fungsi lahan khususnya hutan, yang secara langsung mempengaruhi fungsi tata air suatu DAS. Hujan yang jatuh di suatu DAS akan mengalir di permukaan tanah setelah sebagian diantaranya terinfiltrasi ke dalam tanah. Banyaknya air hujan yang akan mengalir di permukaan selain ditentukan oleh faktor meteorologi seperti intensitas hujan, durasi hujan maupun jenis presipitasi serta distribusi hujan dalam DAS juga dipengaruhi oleh karakteristik fisik DAS seperti jenis tanah, kapasitas infiltrasi, tutupan lahan dan sebagainya (Harisuseno et al., 2014; Nganro et al., 2019; Sosrodarsono and Takeda, 2003; Stevania et al., 2021).

Jika hujan adalah faktor meteorologis yang sangat dinamis dan tidak dapat dikendalikan manusia, maka alih fungsi lahan sebagai hasil aktivitas manusia menjadi elemen fisik DAS yang paling progresif mengalami perubahan. Perubahan tutupan lahan diyakini dapat mempengaruhi besar volume limpasan, dimana pada lahan bervegetasi air hujan akan lebih banyak teresapkan sehingga volume limpasan menjadi lebih kecil dan peluang terjadinya banjir dapat tereduksi.

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara laju puncak limpasan langsung dengan intensitas hujan rerata (Chow et al., 1988; Krisnayanti et al., 2018; Stevania et al., 2021). Karena intensitas hujan sangat bervariasi maka sesungguhnya nilai ini sangat sulit ditentukan. Sehingga koefisien pengaliran juga dapat didefinisikan sebagai rasio limpasan terhadap curah hujan selama periode waktu tertentu, misal harian, bulanan, atau tahunan dengan membandingkannya terhadap data aliran sungai (Chow et al., 1988).

Koefisien pengaliran dinotasikan dengan simbol huruf C. Mengetahui nilai C sangat penting karena telah secara luas digunakan dalam persamaan untuk mendapatkan volume limpasan permukaan. Nilai C juga dapat digunakan sebagai indikator dalam menilai adanya gangguan fisik atau tingkat kerusakan suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) (Nganro et al., 2019; Paramitha and Rauf, 2018). Kekeliruan dalam penentuan nilai koefisien C dapat berdampak pada perolehan hasil debit banjir rancangan yang tidak sesuai (Zope et al., 2016). Dapat dikatakan bahwa makin tinggi angka koefisien pengaliran menunjukkan bahwa makin kedap suatu permukaan tanahnya (Farida and Aryuni, 2020; Verrina et al., 2013; Yusfiaka et al., 2020)

Terdapat beberapa metode yang telah dipublikasi luas yang dapat digunakan untuk menghitung koefisien limpasan permukaan diantaranya metode U.S. Forest Service, Hasing, dan Cook. Ketiga metode ini memiliki pendekatan dan cara perhitungan koefisien pengaliran yang berbeda. Penelitian ini menguji penggunaan ketiga metode tersebut dalam mengestimasi nilai koefisien pengaliran dan menilai keakuratannya jika dibandingkan dengan nilai koefisien pengaliran terukur yaitu dari hasil perbandingan pengukuran limpasan dan hujan. Hasil yang diperoleh adalah metode terbaik penentuan angka koefisien pengaliran yang dapat direkomendasikan untuk digunakan di lokasi studi atau DAS lain yang memiliki karakteristik yang hampir sama.

Tahapan Analisis

a. Analisis data aliran

Mengumpulkan data debit AWLR Sopak, lalu mencari nilai debit tahunan dan menghitung volume limpasan permukaan.

b. Analisis data hujan

Mengumpulkan data hujan dari Pos hujan Sopak (2009-2018), lalu mencari besaran hujan tahunan. Perhitungan dilanjutkan menghitung volume total curah hujan yaitu mengalikan curah hujan rerata daerah dengan luas areal DAS.

c. Analisis Nilai Koefisien pengaliran terukur (C)

Perhitungan nilai koefisien limpasan terukur dilakukan dengan persamaan:

$$C = \frac{r_d}{\sum_{m=1}^M R_m}$$

Dimana C = koefisien pengaliran; r_d = kedalaman limpasan (mm); R_m = hujan total (mm)

d. Analisis koefisien pengaliran dengan metode empirik

Perhitungan nilai koefisien pengaliran dengan beberapa metode empirik, diantaranya metode Hassing, U.S. Forest Service, dan Cook, dengan mengumpulkan beberapa peta seperti peta topografi/kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan tekstur tanah. Perhitungan nilai koefisien pengaliran dengan beberapa penggunaan lahan dilakukan dengan konsep perhitungan nilai komposit, dengan persamaan:

$$C_{komposit} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

dengan : C = koefisien limpasan; $C_{1,2,3,..n}$ = koefisien aliran parameter 1, 2,3.. n; dan $A_{1,2,3,..n}$ = luas parameter 1, 2, 3.. n

Metode Hassing memperoleh koefisien limpasan melalui penggabungan parameter topografi (Ct), tanah (Cs), dan vegetasi penutup (Cv) (Tabel 1) dimana koefisien pengaliran diperoleh dengan persamaan (Hald et al., 2004):

$$C_{Hassing} = Ct + Cs + Cv$$

Tabel 1. Nilai koefisien pengaliran metode Hassing

Ct (Topografi)		Cs (Tanah)		Cv (Vegetasi)	
Datar (< 1 %)	0,03	Pasir dan Kerikil	0,04	Hutan	0,04
Bergelombang (1 - 10 %)	0,08	Lempung berpasir	0,08	Pertanian	0,11
Perbukitan (10-20 %)	0,16	Lempung dan lanau	0,16	Rerumputan	0,21
Pegunungan (> 20 %)	0,26			Tanpa tanaman	0,28

Tabel 2. Nilai koefisien pengaliran menurut U.S. Forest Service

Tata guna lahan	Koefisien aliran (C)	Tata guna lahan	Koefisien aliran (C)
Perkantoran		Tanah Lapang	
Daerah pusat kota	0,70 – 0,95	Berpasir datar 2%	0,05 – 0,10
Daerah sekitar kota	0,50 – 0,70	Berpasir agak rata 2-7%	0,10 – 0,15
Perumahan		Berpasir miring 7%	0,15 – 0,20
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Tanah berat datar 2%	0,13 – 0,17
Rumah susun (pisah)	0,40 – 0,60	Tanah berat agak rata 2-7%	0,18 – 0,22
Rumah susun (sambung)	0,60 – 0,75	Tanah berat miring 7%	0,25 – 0,35
Pinggiran kota	0,35 – 0,40		
Daerah industri		Tanah Pertanian 0 -50%	
Kurang padat industri	0,50 – 0,80	A. Tanah kosong	
Padat industri	0,60 – 0,90	Rata	0,30 – 0,60
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Kasar	0,20 – 0,50
Tempat bermain	0,20 – 0,35	B. Ladang garapan	
Daerah stasiun KA	0,20 – 0,40	Tanah berat tanpa vegetasi	0,30 – 0,60
Daerah tak berkembang	0,10 – 0,30	Tanah berat bervegetasi	0,20 – 0,50
Jalan raya		Berpasir tanpa vegetasi	0,20 – 0,25
Beraspal	0,70 – 0,95	Berpasir bervegetasi	0,10 – 0,25
Berbeton	0,80 – 0,95	C. Padang rumput	
Berbatu-bata	0,70 – 0,85	Tanah berat	0,15 – 0,45
		Berpasir	0,05 – 0,25
		D. Hutan bervegetasi	0,05 – 0,25
Trotoar	0,75 – 0,85	Tanah tidak produktif > 30%	
		Rata kepad air	0,70 – 0,90
		Kasar	0,50 – 0,70

Tabel 3. Karakteristik DAS metode Cook

Karakteristik DAS	Karakteristik yang Menghasilkan Aliran			
	Ekstrim (100)	Tinggi (75)	Sedang (50)	Rendah (25)
Topografi	Curam (>30%)	Berbukit (10-30%)	Bergelombang (5-10%)	Datar (0-5%)
Bobot	40	30	20	10
Infiltrasi Tanah	Batuan yang tertutup lapisan tanah tipis	Lempung	Geluh berpasir, geluh berdebu, geluh berlempung	Pasir, pasir bergeluh
Bobot	20	15	10	5
Vegetasi penutup	Pemukiman, lahan kosong	Sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan	Kebun campuran, hutan kurang rapat	Hutan rapat
Bobot	20	15	10	5
Simpanan permukaan	Dapat diabaikan, pengatusan kuat, saluran curam, tidak ada danau	Sedikit, pengatusan baik, tidak ada danau	Sedang, pengatusan baik-sedang, 2% luas daerah berupa danau	Banyak, pengatusan kurang, banyak danau
Bobot	20	15	10	5

e. Evaluasi kesesuaian

Kesalahan relatif dihitung untuk mengetahui metode perhitungan koefisien limpasan yang paling baik yang hasilnya mendekati nilai koefisien limpasan C terukur, dengan persamaan (Arrokhman et al., 2021):

$$KR = \frac{\sum_{i=1}^n (X-Y)^2}{\sum X} \times 100$$

dengan: KR = kesalahan relatif (%); X = nilai C terukur; dan Y = nilai C empiric.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis diawali dengan perhitungan nilai koefisien pengaliran terukur menggunakan nilai rasio nilai hujan total terhadap tinggi limpasan hasil pengukuran (Chow et al., 1988). Perhitungan koefisien pengaliran terukur dilakukan untuk periode tahunan, dengan pertimbangan perhitungan periode yang panjang akan mereduksi fluktuasi aliran langsung akibat pengaruh faktor yang tidak dilakukan pengukuran, misalnya tertahannya sebagian aliran di cekungan yang ada dalam sistem DAS khususnya pada DAS besar yang cenderung memiliki banyak cekungan yang mengurangi limpasan permukaan (Harto, 1999), variasi tingkat kekeringan tanah ketika hujan jatuh, juga penambahan debit dari aliran air tanah akibat hujan sebelumnya, dan lain-lain. Tabel 4 berikut ini menyajikan perhitungan koefisien pengaliran terukur dengan periode tahunan.

Tabel 4. Koefisien pengaliran terukur

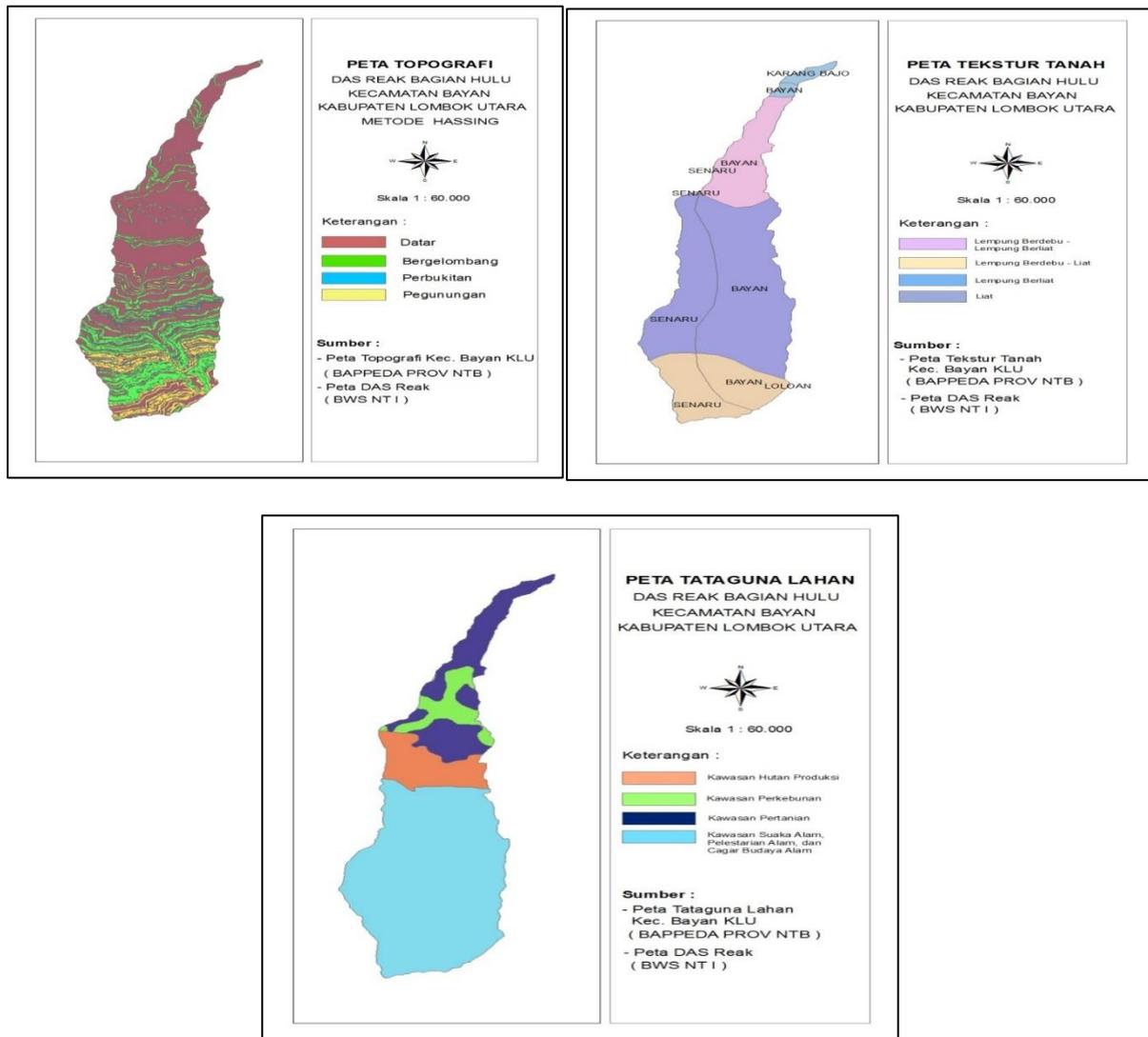
No.	Tahun	Curah hujan rerata daerah (mm)	Volume total curah hujan (m ³)	Volume limpasan permukaan (m ³)	C
1	2009	469,480	11,511,649.60	2,661,178.53	0.231
2	2010	1168,850	28,660,202.00	3,226,083.40	0.113
3	2011	658,630	16,149,607.60	2,735,918.81	0.169
4	2012	1256,150	30,800,798.00	9,500,227.06	0.308
5	2013	2844,040	69,735,860.80	5,534,538.60	0.079
6	2014	1547,150	37,936,118.00	8,162,352.18	0.215
7	2015	1526,780	37,436,645.60	29,144,448.00	0.779
8	2016	2123,330	52,064,051.60	6,228,576.00	0.120
9	2017	2225,180	54,561,413.60	9,705,312.00	0.178
10	2018	1343,450	32,941,394.00	5,952,096.00	0.181
Koefisien Limpasan C_{terukur} Rata-rata =					0,237

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai perbandingan antara limpasan permukaan dan hujan memiliki nilai yang bervariasi di setiap tahun dengan rentang nilai 0.079-0.779. Perubahan nilai koefisien C tahunan ini mengindikasikan adanya parameter lain yang bekerja dan mempengaruhi aliran permukaan yang tidak terukur sebagaimana hujan dan limpasan. Hal ini sangat dimungkinkan karena ketika hujan jatuh maka sebagian diantaranya akan meresap dan menjadi aliran antara atau mengisi cadangan air tanah dan akan mengalir lagi ke dalam sungai di waktu yang tidak dapat sepenuhnya diprediksikan. Nilai koefisien pengaliran observasi C, yang mewakili DAS Reak diperoleh dari nilai reratanya, yaitu sebesar 0.237. Hal

ini dapat diartikan bahwa 23,7 % hujan yang jatuh pada DAS Reak akan menjadi aliran permukaan.

a. Metode Hassing

Parameter topografi (Ct), tanah (Cs), dan vegetasi (Cv) pada metode Hassing didapat dengan cara reklasifikasi dan analisis peta topografi, peta tekstur tanah, dan peta penggunaan lahan di lokasi studi yaitu DAS Reak, yang disajikan pada gambar 2 dan Tabel 5.



Rincian dari masing-masing parameter beserta hasil rerata nilai C menurut metode Hassing ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai koefisien limpasan (C) metode Hassing

No	Topografi	Luas (A) ha	C	C x A	Ct	(C) = Ct + Cs + Cv
1	Datar (< 1 %)	1489	0,03	44,67		
2	Bergelombang (1 - 10 %)	634	0,08	50,71		
3	Perbukitan (10-20 %)	57	0,16	9,10	0,07	
4	Pegunungan (> 20 %)	272	0,26	70,81		
Total		2452		175,30		
No	Tanah	Luas (A) ha	C	C x A	Cs	
1	Pasir dan Kerikil	0	0,04	0,00		
2	Lempung berpasir	0	0,08	0,00		
3	Lempung dan lanau	2452	0,16	392,32	0,16	0,29
4	Lapisan batu	0	0,26	0,00		
Total		2452		392,32		
No	Vegetasi	Luas (A) ha	C	C x A	Cv	
1	Hutan	1887	0,04	75,46		
2	Pertanian	565	0,11	62,20		
3	Rerumputan	0	0,21	0,00	0,06	
4	Tanpa tanaman	0	0,28	0,00		
Total		2452		137,67		

Tabel 5 menunjukkan bahwa parameter tanah memberikan nilai terbesar dalam penentuan koefisien limpasan metode Hassing dengan nilai Cs sebesar 0,16. Hal tersebut dikarenakan tekstur tanah yang terdapat di DAS Reak bagian hulu seluruhnya adalah berjenis lempung. Sehingga nilai koefisien limpasan komposit menurut metode Hassing adalah 0,29, yang berarti 29% hujan yang jatuh di DAS Reak bagian hulu akan menjadi aliran permukaan.

Metode U.S. Forest Service

Penentuan koefisien limpasan metode U.S. Forest Service memberikan interval nilai C untuk setiap jenis penggunaan lahan. Pengaplikasian metode ini membutuhkan penyesuaian terlebih dahulu baik jenis penggunaan lahan maupun nilai koefisien limpasan yang digunakan. Karena memiliki rentang nilai, nilai C pada metode ini dipilih dan ditentukan dengan *trial and error*. Penelitian ini akan menguji pemakaian nilai C dari tabel U.S. Forest Service (Tabel 2) dengan pendekatan rentang nilai tersebut dibagi menjadi tiga bagian, yaitu untuk pemakaian nilai C terendah (minimum atau **Min**), nilai tengah (**Tengah**), dan nilai tertinggi (maksimum atau **Maks**) dan perhitungannya disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Analisis koefisien limpasan (C) metode U.S. Forest Service

No	Penggunaan Lahan	Luas A (Ha)	Nilai C U.S. Forest Service			A x C		
			Min	Tengah	Maks	Min	Tengah	Maks
1	Tanah berat bervegetasi (perkebunan)	155	0,2	0,35	0,5	31,07	77,67	54,37
2	Tanah berat bervegetasi (pertanian)	410	0,2	0,35	0,5	82,03	205,08	143,56
3	Hutan bervegetasi (hutan produksi)	256	0,05	0,15	0,25	12,82	64,12	38,47
4	Hutan bervegetasi (suaka alam, pelestarian alam, dan cagar budaya alam)	1630	0,05	0,15	0,25	81,51	407,54	244,52
Nilai Koefisien C U.S. Forest Service komposit						0,08	0,31	0,20

Metode Cook

Perhitungan koefisien pengaliran dengan metode Cook dilakukan dengan melakukan overlay peta karakteristik DAS, diantaranya peta topografi, infiltrasi tanah, vegetasi penutup serta simpanan permukaan menggunakan software GIS, sehingga diperoleh luasan dari masing-masing parameter Cook. Luasan dari masing-masing parameter tersebut ditampilkan pada tabel 7, sedangkan perhitungan koefisien C kompositnya disajikan pada tabel 8.

Tabel 7. Luasan dan pembobotan parameter metode Cook

Topografi	Curam (>30%)	Berbukit (10-30%)	Bergelombang (5-10%)	Datar (0-5%)
Bobot Luas (%)	(C = 40 %) 8,05	(C = 30 %) 5,28	(C = 20 %) 4,21	(C = 10 %) 82,46
Infiltrasi Tanah	Batuan yang tertutup lapisan tanah tipis	Lempung	Geluh berpasir, geluh berdebu, geluh berlempung	Pasir, pasir bergeluh
Bobot Luas (%)	(C = 20 %) 0,00	(C = 15 %) 100	(C = 10 %) 0,00	(C = 5 %) 0,00
Vegetasi penutup	Pemukiman, lahan kosong	Sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan	Kebun campuran, hutan kurang rapat	Hutan rapat
Bobot Luas (%)	(C = 20 %) 0,00	(C = 15 %) 16,73	(C = 10 %) 6,33	(C = 5 %) 76,94
Simpanan permukaan	Dapat diabaikan, pengatusan kuat, saluran curam, tidak ada danau	Sedikit, pengatusan baik, tidak ada danau	Sedang, pengatusan baik-sedang, 2% luas daerah berupa danau	Banyak, pengatusan kurang, banyak danau
Bobot Luas (%)	(C = 20 %) 0,00	(C = 15 %) 0,00	(C = 10 %) 0,00	(C = 5 %) 100

Tabel 8. Nilai koefisien limpasan (C) metode Cook pada DAS Reak

Topografi	Luas (ha)	Luas (%)	Bobot	C
Curam (> 30 %)	198	8,05	0,4	0,032
Berbukit (10 – 30 %)	129	5,28	0,3	0,016
Bergelombang (5 – 10 %)	103	4,21	0,2	0,008
Datar (0 – 5 %)	2022	82,46	0,1	0,082
Total	2452	100,00		0,139
Infiltrasi tanah				
Lempung	2452	100,00	0,15	0,150
Vegetasi penutup				
Sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan	410	16,73	0,15	0,025
Kebun campuran, hutan kurang rapat	155	6,33	0,1	0,006
Hutan rapat	1887	76,94	0,5	0,385
Total	2452	100,00		0,416
Simpanan permukaan				
Banyak, pengatusan kurang, banyak danau	2452	100,00	0,05	0,050
Nilai Koefisien pengaliran C_{Cook} komposit				0,755

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, diperoleh koefisien limpasan pada kelerengan > 30 % dengan luas 198 ha adalah 0,032, kelerengan 10-30 % seluas 129 ha adalah 0,016, kelerengan 5-10 % seluas 103 ha adalah 0,008, dan pada kelerengan 0-5 % seluas 2022 ha adalah 0,082. Koefisien limpasan pada infiltrasi tanah seluas 2452 ha adalah 0,15. Koefisien limpasan pada penggunaan lahan pertanian seluas 410 ha adalah 0,025, lahan perkebunan seluas 155 ha adalah 0,006 dan pada lahan hutan seluas 1887 ha adalah 0,385. Koefisien limpasan pada simpanan permukaan seluas 2452 ha adalah 0,050.

Sehingga didapatkan total nilai koefisien limpasan menurut metode Cook sebesar 0,755. Nilai C yang diperoleh lebih besar dari kedua metode sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa hujan yang jatuh di DAS Reak bagian hulu sebesar 75,5% akan menjadi aliran permukaan dan tergolong tinggi.

Evaluasi Kesesuaian

Analisis akurasi ketiga metode dilakukan dengan mengukur kesalahan relatif. Hal ini memberikan gambaran perbandingan serta ukuran kesesuaian antara nilai C empirik dari Hassing, U.S. Forest Service, dan Cook terhadap nilai C terukur. Sehingga diketahui metode mana yang nilai koefisien limpasannya paling dekat dan paling baik.

Rekapitulasi dari hasil perhitungan koefisien limpasan C berdasarkan hasil pengukuran, metode Hassing, U.S. Forest Service, dan Cook beserta evaluasi kesesuaiannya disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Kesalahan Relatif (KR) Koefisien pengaliran metode Empirik

C_{terukur}	C_{Hassing}	C U.S. Forest Service			C_{Cook}	Kesalahan Relatif (%)				
		C_{min}	C_{tengah}	C_{maks}		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		(2)	(3)	(4)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,237	0,29	0,08	0,20	0,31	0,755	1,19	10,40	0,58	2,25	113,22

Berdasarkan hasil evaluasi di atas diperoleh nilai kesalahan relatif dari koefisien limpasan C DAS Reak bagian hulu yang dianalisis menggunakan metode Hassing, U.S. Forest Service (C min, C tengah, dan C maks), dan metode Cook berturut-turut adalah 1,19%; 10,40%; 0,58%; 2,25%; dan 113,22%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai C empirik yang paling mendekati nilai C terukur pada DAS Reak bagian hulu adalah nilai C U.S. Forest Service pada nilai C tengah dengan kesalahan relatif sebesar 0,58 %. Lalu terbaik kedua adalah metode Hassing dengan kesalahan relatif sebesar 1.19% dan terbaik ketiga adalah metode U.S. Forest Service untuk nilai maksimum dengan nilai KR sebesar 2.25%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Koefisien pengaliran (C) di DAS Reak bagian hulu berdasarkan data pengukuran adalah 0,237. Evaluasi kesesuaian metode empirik perhitungan nilai koefisien limpasan (C) yaitu metode Hassing, U.S. Forest Service (C min, C tengah, dan C maks), dan Cook memberikan hasil bahwa metode yang paling mendekati nilai C hasil pengukuran adalah metode U.S. Forest Service untuk nilai tengah dengan kesalahan relatif (KR) 0,58%. Nilai terbaik kedua dan ketiga adalah metode Hassing dan metode U.S. Forest Service pada nilai maksimum, dengan angka kesalahan relatif sebesar 1.19% dan 2.25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrokhman, N.A., Wahyuni, S., Suhartanto, E., 2021. Evaluasi Kesesuaian Data Satelit untuk Curah Hujan dan Evaporasi Terhadap Data Pengukuran di Kawasan Waduk Sutami. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* 1, 904–916.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Farida, A., Aryuni, V.T., 2020. Analisis Limpasan Permukaan Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Sorong Kota Sorong. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* 12, 146–161.
- Hald, T., Hassing, J., Hogedal, M., Jacobsen, A., 2004. Hydrology and Drainage, in: *Road Engineering for Development*. CRC Press, London and New York, p. 189.
- Harisuseno, D., Bisri, M., Yudono, A., Purnamasari, F.D., 2014. ANALISA SPASIAL LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MODEL HIDROLOGI DI WILAYAH PERKOTAAN. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology* 1, 51–57. <https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2014.001.01.8>
- Harto, S., BR, 1999. *Hidrologi, Teori, Masalah dan Penyelesaian*. Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.

- Krisnayanti, D.S., Karels, D.W., Nursyam, N.A., 2018. KOEFISIEN PENGALIRAN EMBUNG KECIL DI PULAU FLORES BAGIAN BARAT. *Jurnal Teknik Sipil* 7, 1–14.
- Nganro, S., Trisutomo, S., Barkey, R.A., Ali, M., 2019. ANALISIS KOEFISIEN LIMPASAN PERMUKAAN KOTA MAKASSAR DENGAN METODE COOK. *tataloka* 21, 285–292. <https://doi.org/10.14710/tataloka.21.2.285-292>
- Paramitha, T.A., Rauf, A., 2018. NILAI KOEFISIEN LIMPASAN (C) SUB DAS TARIPA DI KECAMATAN TOAYA KABUPATEN DONGGALA PROVINSI SULAWESI TENGAH. *Jurnal Warta Rimba* 6, 102–107.
- Sosrodarsono, S., Takeda, K., 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, 9th ed. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Stevania, R.T., Wibowo, H., Danial, M., 2021. ANALISIS LIMPASAN PERMUKAAN (RUNOFF) PADA BAGIAN HILIR DAS SEKAYAM. *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang* 8, 1–10. <https://doi.org/10.26418/jelast.v8i2.48924>
- Verrina, G.P., Anugerah, D.D., Haki, H., 2013. Analisa runoff pada Sub DAS Lematang hulu.
- Yusfiaka, A., Hartati, E., Nugraha, M.C., 2020. Hubungan Perubahan Tata Guna Lahan dengan Debit Air Limpasan pada Kawasan Hunian Pantai Indah Kapuk 2. *Jurnal Serambi Engineering* 5.
- Zope, P., Eldho, T., Jothiprakash, V., 2016. Impacts of land use–land cover change and urbanization on flooding: A case study of Oshiwara River Basin in Mumbai, India. *Catena* 145, 142–154.