

Estimasi Limpasan Permukaan dengan Menggunakan Metode CN Modifikasi di Sub DAS Mamasa

Asikin Muchtar¹, Wahyullah^{1*}, Herawaty^{1,2}, Usman Arsyad³, dan Achmad Fuad Fathurrahman⁴

¹Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Indonesia Timur, Makassar; e-mail: wahyullah405@gmail.com

²Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Islam Makassar, Makassar

³Program Studi Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar

⁴Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Cahaya Prima, Watampone, Bone, Sulawesi Selatan

ABSTRAK

Penilaian limpasan permukaan merupakan langkah penting dalam pengelolaan sumber daya air dan ekosistem di Sub DAS Mamasa. Tingginya laju erosi dan sedimentasi dari daerah tangkapan Sub DAS Mamasa berdampak pada pendangkalan dan penurunan efektivitas dayaguna keberlangsungan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Bakaru. menghadapi tantangan dalam pengelolaan limpasan permukaan yang efektif, maka penelitian ini bertujuan menganalisis limpasan permukaan di Sub DAS Mamasa dengan menggunakan metode Curve Number (CN) yang dimodifikasi. Modifikasi ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi dalam menghitung limpasan permukaan berdasarkan karakteristik hidrologis dan topografi. Metode CN modifikasi melibatkan analisis terperinci terhadap tipe tanah, tutupan lahan, dan topografi, data curah hujan di Sub DAS Mamasa tahun 2020. Analisis sensitivitas dilakukan untuk menentukan pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap perhitungan limpasan permukaan dan kapasitas penahanan air tanah. Hasil penelitian ini memberikan gambaran tentang hubungan limpasan permukaan dengan nilai CN di Sub DAS Mamasa berkisar pada nilai CN 49 hingga CN 100 dan telah menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai CN maka semakin rendah nilai potensi resapan, sebaliknya semakin rendah nilai CN maka nilai potensi resapan semakin tinggi. Sumbangsih Q paling tinggi di Sub DAS Mamasa berada pada nilai CN 67 dengan luas 66% dan Q sebesar 884.186 m³/s/tahun sedangkan S paling tinggi berada pada nilai CN 79 dengan luas 15% dan S sebesar 128.496 m³/s/tahun. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman lebih mendalam tentang interaksi antara faktor-faktor limpasan permukaan yaitu pengaruh vegetasi, tanah dan topografi. Penilaian limpasan permukaan di Sub DAS Mamasa dan dapat menjadi landasan untuk perbaikan kebijakan pengelolaan sumber daya air di masa depan.

Kata kunci: CN modifikasi, limpasan permukaan, permeabilitas, slope, vegetasi

ABSTRACT

The assessment of surface runoff is a crucial step in the management of water resources and ecosystems in the Mamasa Sub-Watershed. The high erosion and sedimentation rates from the catchment area of the Mamasa Sub-Watershed have implications for the siltation and reduced efficiency of the Bakaru Hydroelectric Power Plant (PLTA). Facing challenges in effective surface runoff management, this research aims to analyze surface runoff in the Mamasa Sub-Watershed using the modified Curve Number (CN) method. This modification is carried out to improve accuracy in calculating surface runoff based on hydrological and topographical characteristics. The modified CN method involves a detailed analysis of soil types, land cover, and topography, as well as rainfall data in the Mamasa Sub-Watershed for the year 2020. Sensitivity analysis is conducted to determine the influence of these variables on surface runoff calculations and groundwater retention capacity. The research results provide an overview of the relationship between surface runoff and CN values in the Mamasa Sub-Watershed, ranging from CN 49 to CN 100. It has been shown that the higher the CN value, the lower the potential infiltration value, and vice versa. The highest contribution of Q in the Mamasa Sub-Watershed is at CN value 67 with an area of 66%, and Q is 884,186 m³/s/year, while the highest S is at CN value 79 with an area of 15%, and S is 128,496 m³/s/year. This research contributes to a deeper understanding of the interaction between surface runoff factors, namely the influence of vegetation, soil, and topography. The assessment of surface runoff in the Mamasa Sub-Watershed can serve as a basis for improving water resource management policies in the future.

Keywords: CN modification, permeability, surface runoff, slope, vegetation

Citation: Muchtar, A., Wahyullah, W., dan Herawaty, H., Arsyad, U. Fathurrahman, A.F. (2024). Penilaian Limpasan Permukaan dengan Menggunakan Metode CN Modifikasi di Sub-DAS Mamasa. Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(4), 1001-1008, doi:10.14710/jil.22.4.1001-1008

1. PENDAHULUAN

DAS memiliki banyak fungsi yang berkaitan dengan faktor ekologi, sosial dan ekonomi, dan politik seperti perkembangan organisme dan masyarakat yang hidup di sekitarnya. Salah satu DAS prioritas saat ini adalah Sub DAS Mamasa yang merupakan bagian dari DAS Saddang sebab memiliki fungsi dan peranan penting dalam keberlangsungan ekosistem sungai dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Bakaru bagian hilir Sub DAS Mamasa. Wahid (2007) mengemukakan bahwa volume air di Waduk PLTA Bakaru mengalami penurunan dari 6.919.900 m³ di tahun 1991 menjadi 6.331.400 m³ pada tahun 2005 dan diperkirakan akan penuh dalam waktu 50 tahun. Tingginya laju erosi dan sedimentasi dari daerah tangkapan berdampak pada pendangkalan dan penurunan efektivitas dayaguna Waduk PLTA Bakaru (Wahid 2009; Faridah and Ahmad 2011).

Peningkatan sedimentasi di sungai disebabkan oleh adanya penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air (Rahardian and Buchori 2016; Rahmansah et al. 2023). Isu perubahan tutupan lahan dan sedimentasi yang cukup parah membuat ekosistem DAS menjadi terganggu sehingga mengakibatkan daya dukungnya semakin menurun. Upaya konservasi secara vegetatif dan mekanik sebesar 13.831.25 ha Kawasan Penyangga, Kawasan Budidaya 90.738.25 ha dan membangun 9 checkdam pada di Sub DAS Mamasa mampu reduksi inflow sedimen di waduk PLTA Bakaru sebesar 2,839,008.46 ton/tahun (62.72%) (Sulfandi et al. 2016). Upaya pemulihan fungsi hutan dan lahan telah dilakukan oleh Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Hutan Lindung (BPDASHL) Jeneberang Saddang bekerjasama Pemerintah Jerman (FP IV) mulai tahun 2020 untuk pengelolaan Sub DAS Mamasa jangka menengah (FP-IV 2021).

Pertimbangan upaya pemulihan fungsi hutan dan lahan diperlukan data karakteristik DAS, hidrologi, meteorologi, morfologi dan morfometri untuk menentukan baseline besaran erosi dan sedimentasi. Limpasan permukaan erat hubungannya terhadap erosi dan sedimentasi sebagai energi aliran pengangkut partikel tanah. Limpasan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perubahan tutupan lahan, jenis tanah, kelerengan sungai (Dianasari et al. 2018) dan hujan (Aryani et al. 2022). Meningkatnya curah hujan tidak selalu meningkatkan limpasan permukaan pada penggunaan lahan yang berhutan da sawah (Faridah 2012; Mahmud et al. 2021). Volume limpasan permukaan meningkat berdasarkan banyak faktor seperti ukuran, bentuk, posisi, topografi, geologi, tanah, vegetasi dan tindakan pertanian masyarakat dalam DAS. Mengatasi kompleksitas tersebut, membutuhkan pendekatan konfigurasi model hidrologi yang mewakili dalam pendugaan

estimasi limpasan permukaan berdasarkan karakteristik DAS.

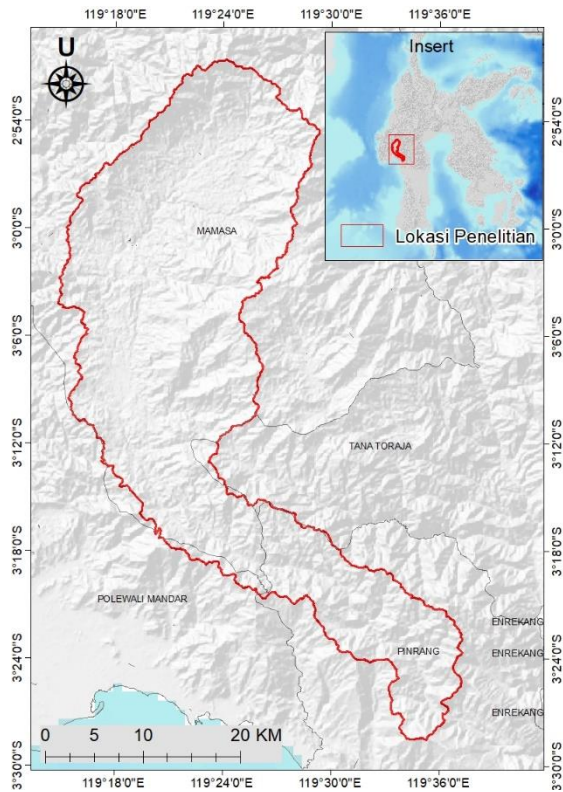
Penilaian limpasan permukaan merupakan komponen yang sangat penting dalam perencanaan DAS terpadu (Ogarekpe et al. 2022). Estimasi penilaian limpasan permukaan Sub DAS Mamasa sudah dilakukan menggunakan Analisis AVSWAT 2000 (Rahardian and Buchori 2016) dan metode ArcSWAT (FP-IV 2021). Pendekatan AVSWAT dan ArcSWAT yaitu berbasis fisik dengan model *Hydrologic Response Unit* (HRU) masih mengadopsi nilai CN standar yang telah dikembangkan oleh SCS (NRCS 1972). Menurut metode SCS-CN standar bahwa CN tergantung pada karakteristik lahan, tanah berdasarkan hidrologisnya (A, B, C, D) dan kelembaban profil tanah lima hari sebelum terjadinya hujan. Kelemahan dari metode CN standar adalah tidak memperhitungkan pengaruh kemiringan lahan (Savvidou et al. 2018).

Modifikasi SCS-CN untuk penilaian limpasan permukaan yang dikembangkan oleh *National Technical University of Athens* (NTUA) (Savvidou et al. 2018) sudah dianggap baik oleh (Kastridis and Stathis 2020; Ramadan et al. 2020;) dan telah banyak digunakan dalam perkiraan limpasan permukaan, debit puncak dan banjir bandang (Kastridis and Stathis 2020; Kastridis et al. 2021; Sapountzis et al. 2021; Wahyullah et al. 2023). Transformasi hujan-limpasan di Sub DAS Mamasa berdasarkan parameterisasi penggunaan lahan, tanah-batuan dan kemiringan lereng (topografi) dari retensi maksimum 20% belum diterapkan kinerjanya sebagai DAS Prioritas.

Limpasan aliran permukaan di Sub DAS Mamasa merupakan salah satu kriteria untuk mengevaluasi kualitasnya terhadap besaran erosi dan sedimen. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis limpasan permukaan (Q) dengan menggunakan penilaian CN Modifikasi (Savvidou et al. 2018) di Sub DAS Mamasa. Penelitian tersebut berguna untuk perencanaan dan pengelolaan DAS dan sumber daya dengan prosedur GIS. Analisis ini dapat membantu identifikasi area yang mungkin rentan terhadap limpasan permukaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober tahun 2020 di Sub DAS Mamasa DAS Saddang Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian terletak di Sub Daerah Aliran Sungai Mamasa dengan luas 104.680,52 ha yang secara administratif berada dalam Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat dan Kabupaten Pinrang serta Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis data dilakukan pada Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, dikumpulkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis data sekunder dan sumbernya

Jenis data	Resolusi/skala	Sumber
DEM (Digital Elevation Model)	8 m x 8 m	DEMnas
Peta jenis tanah/geologi	1:50.000	Kementerian pertanian
Data curah hujan 2020	0.05° x 0.05° km	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)
Peggunaan lahan 2020/vegetasi	SHP (data vector)	DPDAS-HL Jeneberang Makassar

2.2. Analisis Limpasan Permukaan (Q)

Debit aliran langsung merupakan akumulasi limpasan permukaan (*overland flow*) dari setiap satuan lahan (unit lahan). Limpasan Permukaan dianalisis menggunakan metode SCS-CN yang dikembangkan oleh Dinas Konservasi Tanah Amerika Serikat pada tahun 1954 (SCS 1985). Model SCS-CN dengan menggunakan λ (*initial abstraction ratio*) = 0.2 disajikan dalam Persamaan 3, 4, dan 5. Penentuan nilai CN menggunakan pendekatan yang dikembangkan oleh *National Technical University of Athens* (NTUA) (Savvidou et al. 2018). Pendekatan CN yang mempertimbangkan faktor-faktor dominan yaitu permeabilitas air, penggunaan lahan, dan kapasitas drainase DAS (Persamaan 4).

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \text{ jika } P > 0,2S \dots\dots\dots (1)$$

$$Q = 0, \text{ jika } P < 0,2S; \dots\dots\dots (2)$$

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

$$CN = 10 + 9 \times i_{perm} + 6 \times i_{veg} + 3 \times i_{slope} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan, Q adalah kedalaman limpasan permukaan (mm), P adalah curah hujan (mm), S adalah retensi potensial maksimum (mm), CN adalah *curve number*, i_{perm} adalah permeabilitas (tanah dan air), i_{veg} adalah tutupan dan penggunaan lahan (vegetasi), i_{slope} adalah kapasitas drainase (kemiringan lereng dan struktur bangunan). Faktor i_{perm} , i_{veg} dan i_{slope} yang menggambarkan permeabilitas air, penggunaan lahan, dan kemampuan drainase dengan klasifikasi nilai faktor masing-masing kelas 1–5, dengan masing-masing variabel terdapat pada link ini (<https://www.mdpi.com/2073-4441/10/2/194/s1>). Pengkodean karakteristik fisiografi untuk estimasi parameter CN pedoman berdasarkan ketentuan kondisi acuan *Antecedent Soil Moisture* (AMC) Tipe II mewakili rasio abstraksi awal 20% (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi karakteristik parameter nilai CN

Kelas Permeabilitas	i_{perm}	Kelas Vegetasi	i_{veg}	Kelas Kapasitas Drainase	i_{slope}
Sangat tinggi	1	Padat	1	Datar	1
Tinggi	2	Sedang	2	Rendah	2
Sedang	3	Rendah	3	Sedang	3
Rendah	4	Jarang	4	Tinggi	4
Sangat rendah	5	Terbuka	5	Sangat tinggi	5

Sumber (Savvidou et al. 2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

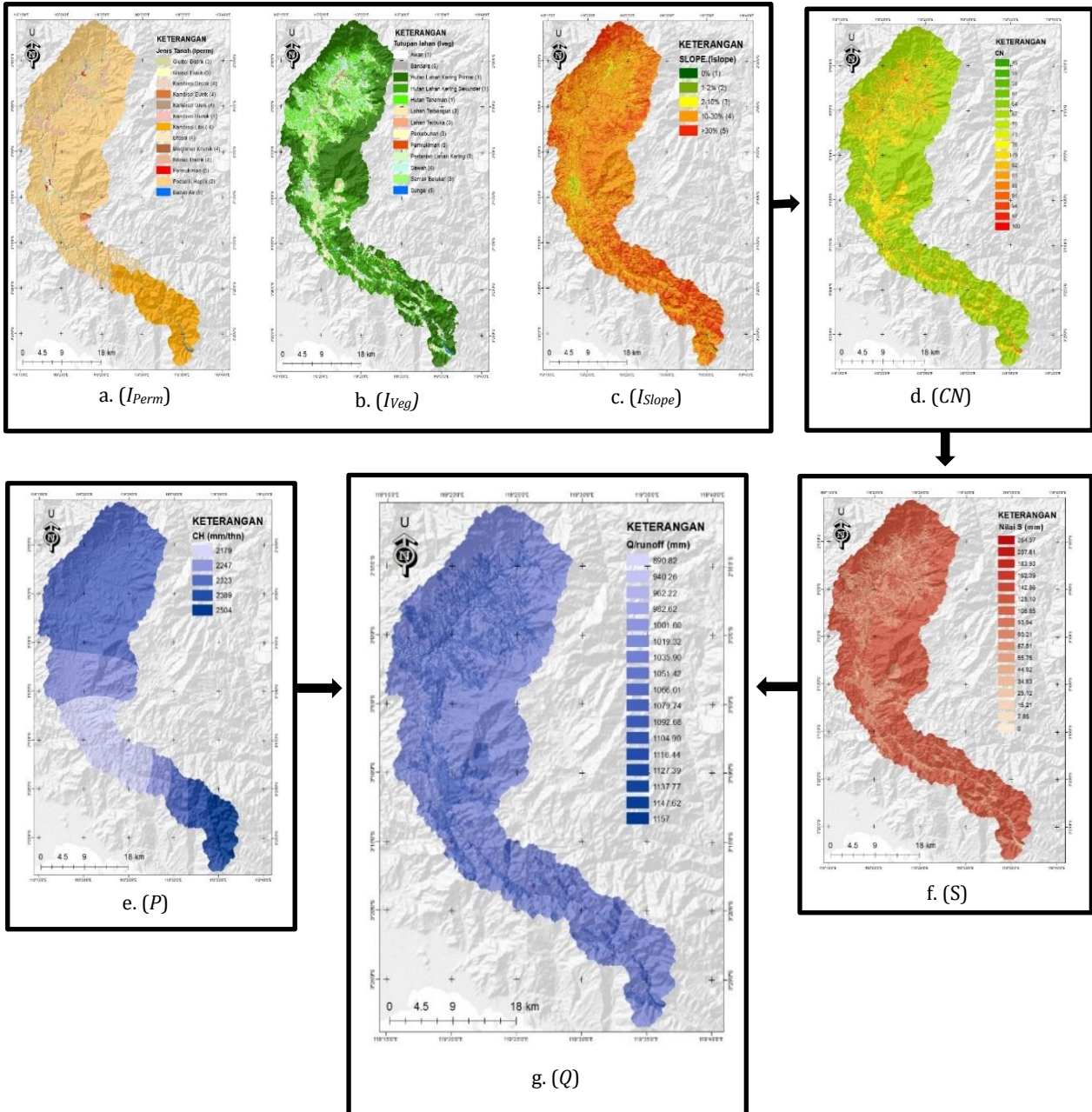
3.1. Peta Nilai CN

Curve Number (CN) adalah parameter empiris tak berdimensi yang digunakan untuk memperkirakan limpasan dan infiltrasi dari kelebihan curah hujan (Kastridis et al. 2021). Peta CN digunakan untuk menggambarkan HRU atau unit lahan, dengan asumsi bahwa setiap HRU menunjukkan perilaku karakteristik hidrologis yang serupa. Estimasi spasial nilai CN dilakukan dalam perangkat lunak sistem informasi geografis menggunakan tiga lembaran peta informasi spasial yaitu peta jenis tanah, peta tutupan lahan dan peta kemiringan lereng. Jenis tanah untuk kelas permeabilitas 1– 5 (Gambar 2a), tutupan lahan untuk kelas vegetasi 1– 5 (Gambar 2b), dan kemiringan lereng untuk kelas kapasitas drainase atau slope 1– 5 (Gambar 2c). Ke tiga lembaran peta tersebut digabungkan (*overlay*) untuk membentuk karakteristik hidrologi yang diasumsikan satu kesatuan HRU. Nilai CN Sub DAS Mamasa berkisar 49 hingga 100 terbagi atas 17 HRU (Gambar 2d), nilai tertinggi menunjukkan potensi limpasan yang lebih tinggi dan potensi resapan terendah. Nilai CN gabungan dari tiga faktor (tanah, vegetasi dan kemiringan) yang mempengaruhi kualitas limpasan permukaan di Sub DAS Mamasa.

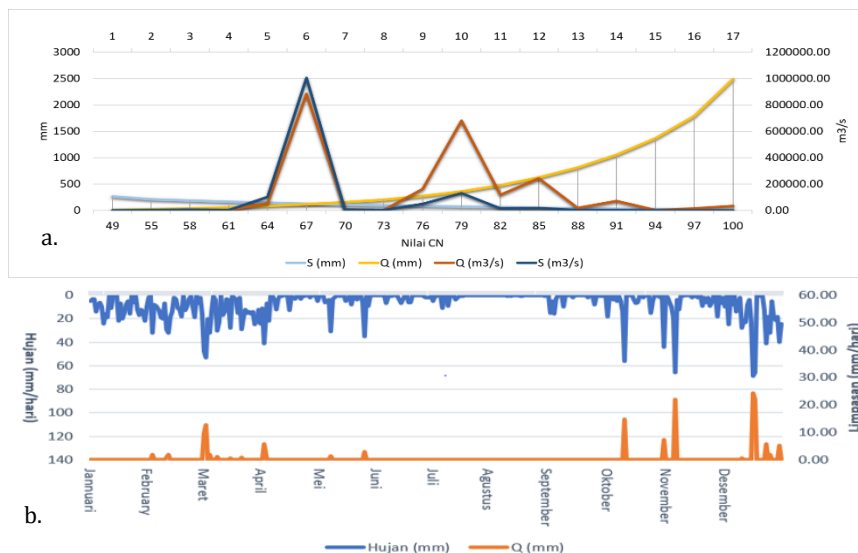
Faktor kelas permeabilitas (i_{perm}) dari 1–5 digambarkan sebagai permeabilitas sangat tinggi (1), tinggi (2), sedang (3), rendah (4) atau sangat rendah (5) seperti Gambar 2a. Ketetapan kelas 1 mengacu tekstur tanah kasar, Kelas 2 mewakili tanah berpasir,

Kelas 3 mewakili tanah liat pasir, Kelas 4 mewakili tanah liat halus, Kelas 5 mewakili tanah kedap air. Kelas i_{perm} pada tekstur tanah Sub DAS Mamasa berdasarkan klasifikasi jenis tanah (Subardja et al. 2014) yaitu kelas 3 (670 ha) mewakili (gleisol fluvik dan kambisol gleik), kelas 4 (103013 ha) mewakili (gleisol distrik, kambisol distrik, kambisol eutrik, kambisol humik, kambisol litik, litosol, mediteran kromik, nitosol distrik dan podsolik haplik), dan kelas

5 (699 ha) mewakili (permukiman dan tubuh air). Permeabilitas sangat tinggi mengacu pada tanah bertekstur kasar, berpasir, sedangkan permeabilitas sangat rendah mengacu pada batuan padat kedap air, tanah liat, tubuh air dan pemukiman padat. Di daerah pemukiman, klasifikasi yang sesuai ditentukan oleh kepadatan struktur, fitur bangunan dan pengembangan ruang terbuka.



Gambar 2. Faktor limpasan Permukaan, a. peta jenis tanah (I_{perm}), b. peta tutupan lahan (I_{veg}), c. peta kemiringan lereng (I_{slope}), d. peta nilai CN, e. peta nilai (S), f. peta curah hujan (P), g. peta limpasan (Q)



Gambar 3. Grafik Hubungan Limpasan Permukaan, a. Nilai CN dengan Limpasan tahunan, b. Hujan harian dengan limpasan harian

Kelas vegetasi (i_{veg}) 1– 5 digambarkan sebagai vegetasi padat, sedang, rendah, jarang dan terbuka. Tata guna lahan Sub DAS Mamasa tahun 2020 yaitu kelas 1 untuk vegetasi lebat atau hutan hijau sedangkan kelas 5 untuk lahan gundul atau non vegetasi. i_{veg} Kelas 1 (75.461 ha) mewakili (Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder dan Hutan Tanaman), kelas 3 (21.278 ha) mewakili (lahan terbangun, lahan terbuka, perkebunan, pertanian lahan kering dan semak belukar), kelas 4 (6.627 ha) mewakili (sawah), kelas 5 (1.014 ha) mewakili (bandara, permukiman dan tubuh air).

Kelas kapasitas drainase (i_{slope}) digambarkan sebagai kondisi topografi datar, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi, dan kemudian diberikan peringkat dari 1-5 (Gambar 2c). Kelas 1 menunjukkan area yang datar sedangkan kelas 5 untuk lereng sangat curam. Kondisi Sub DAS Mamasa yaitu kelas 1 (0 ha) mewakili kelas lereng 0 %, kelas 2 (1.243 ha) mewakili kelas lereng 0–2 %, kelas 3 (9.117 ha) mewakili kelas lereng 2–10 %, kelas 4 (66.494 ha) mewakili kelas lereng 10–30 %, dan kelas 5 (28.136 ha) mewakili kelas lereng >30 % atau relative pegunungan.

3.2. Limpasan Permukaan

CN berkisar dari 0 hingga 100, dan semakin tinggi nilai CN, semakin tinggi potensi limpasan permukaan. Hasil hubungan limpasan permukaan dengan nilai CN di Sub DAS Mamasa berkisar pada nilai CN 49 hingga CN 100 (Gambar 3a) dan telah menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai CN maka semakin rendah nilai potensi resapan, sebaliknya semakin rendah nilai CN maka nilai potensi resapan semakin tinggi. Tingkat nilai CN tertinggi mencerminkan karakteristik dengan kemampuannya untuk menyerap air hujan dan mengurangi limpasan permukaan. Nilai CN yang tinggi dapat menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki tanah yang sulit meresap air, misalnya, karena tanah yang sudah jenuh air atau adanya

lapisan tanah keras yang menghalangi penetrasi air ke dalam tanah. Hal tersebut, dapat mengakibatkan peningkatan limpasan permukaan dan risiko banjir. Sebaliknya, nilai CN yang rendah menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki kemampuan lebih baik untuk meresap air, mengurangi risiko limpasan permukaan, dan meningkatkan potensi resapan air ke dalam tanah. Potensi resapan yang rendah dan limpasan tinggi, dapat menunjukkan bahwa tanah di daerah tersebut kurang dapat menyerap air hujan dengan baik.

Peningkatan limpasan sering kali terjadi ketika kombinasi ketiga faktor menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan yaitu vegetasi, tekstur tanah dan topografi. Misalnya, pada lereng yang curam dengan tanah liat yang kurang permeabel dan tanpa vegetasi (misalnya, hutan yang ditebang), air hujan cenderung langsung mengalir ke permukaan tanah, menyebabkan peningkatan limpasan.

Peningkatan limpasan permukaan dan tutupan lahan memiliki hubungan yang erat dan kompleks. Tutupan lahan merujuk pada jenis penggunaan dan penutupan permukaan tanah, seperti hutan, pertanian, perkotaan, atau lahan terbuka. Perubahan dalam tutupan lahan dapat memiliki dampak signifikan pada aliran permukaan (Wen et al. 2023). Tutupan lahan mempengaruhi kemampuan tanah untuk menyerap dan menginfiltrasi air hujan. Misalnya, lahan dengan tutupan hutan biasanya memiliki vegetasi dan lapisan daun yang dapat menyerap air, memperlambat aliran permukaan, dan meningkatkan infiltrasi ke dalam tanah (Chen et al. 2018). Sebaliknya, tutupan lahan yang keras seperti beton atau aspal dalam lingkungan perkotaan dapat menyebabkan air hujan langsung mengalir ke permukaan, meningkatkan risiko limpasan. Hasilnya menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan meningkatkan limpasan permukaan dan mengurangi infiltrasi (Mansida et al. 2021).

Tabel 3. Hasil Limpasan Permukaan (Q) Sub DAS Mamasa tahun 2020

No.	CN	Luas (ha)	S (mm)	S (m ³ /s)	Q (mm)	Q (m ³ /s)
1	49	1	264	20	5	0
2	55	24	208	589	22	62
3	58	187	184	3.986	36	781
4	61	59	162	1.102	55	371
5	64	6.117	143	101.151	79	55.699
6	67	69.398	125	100.4829	110	884.186
7	70	372	109	4.690	150	6.466
8	73	99	94	1077	202	2.313
9	76	5.205	80	48.322	269	162.118
10	79	16.443	68	128.496	357	679.272
11	82	2.133	56	13.765	471	116.344
12	85	3.384	45	17.557	619	24.2474
13	88	192	35	770	807	17.939
14	91	572	25	1.663	1.049	69.402
15	94	15	16	29	1.363	2.411
16	97	62	8	56	1.790	12.744
17	100	119	0	0	2.490	34.235
Total		104.382		1.328.100		2.286.818

Gambar 3 adalah hasil perhitungan limpasan permukaan (*runoff*) dengan hujan harian, sedangkan pada Tabel 3 adalah jumlah runoff dengan hujan tahunan. Hasil Tabel 3 dan Gambar 3a menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai CN maka potensi resapan (nilai S) rendah dan potensi limpasan semakin tinggi (nilai Q) begitupun sebaliknya. Pada rerata jumlah curah hujan (P) tahunan sekitar 2.492 mm/tahun menghasilkan total limpasan sebesar 2.286.818 m³/s/tahun dan total resapan 1.328.100 m³/s/tahun. Nilai CN 100 adalah daerah kurang permeabel seperti batuan, tanah liat dan tubuh air yang nilai Q-nya mencapai 100% dan nilai S-nya 0%. Sumbangsih Q paling tinggi di Sub DAS Mamasa berada pada nilai CN 67 dengan luas 66% dan Q sebesar 884.186 m³/s/tahun sedangkan S paling tinggi berada pada nilai CN 79 dengan luas 15% dan S sebesar 128.496 m³/s/tahun. Berdasarkan hasil tersebut yang menjadi pokok utama dalam pengelolaan Sub DAS Mamasa adalah pada nilai CN 67 (luas 66%) dan CN 79 (luas 15%) sebagai sumbangsih nilai S dan nilai Q terbesar.

Hubungan antara peningkatan limpasan permukaan dan kapasitas drainase tanah erat kaitannya dengan kemampuan tanah untuk menyerap dan mengalirkan air. Kapasitas drainase merujuk pada kecepatan di mana air dapat meresap melalui tanah atau batuan dan mengalir ke lapisan air tanah. Kemiringan lereng dapat mempengaruhi kapasitas drainase. Pada lereng yang curam, air hujan cenderung mengalir lebih cepat, meningkatkan risiko limpasan (Zhang et al. 2021). Pada kemiringan yang lebih landai, tanah memiliki lebih banyak kesempatan untuk menyerap dan mengalirkan air ke dalam tanah. Kapasitas drainase adalah kemampuan suatu sistem drainase untuk mengalirkan air hujan secara efektif dan efisien. Kemiringan lereng faktor utama dalam menentukan kapasitas drainase dengan kondisi

curam atau sangat curam serta pergerakan aliran permukaan lebih cepat dan konsentrasi resapan menurun. Pergerakan aliran pada lereng yang lebih rendah berkontribusi memusatkan tekanan pergerakan genangan sehingga pergerakan aliran permukaan lebih rendah dan konsentrasi resapan meningkat. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas drainase antara lain ukuran saluran drainase, kedalaman saluran, kecepatan aliran, serta kemiringan lantai saluran (Savvidou et al. 2018).

Hubungan antara peningkatan limpasan permukaan dan jenis tanah dapat dipahami melalui karakteristik infiltrasi air yang berbeda-beda dari setiap jenis tanah (Song and Wang 2019). Infiltrasi adalah proses masuknya air hujan ke dalam tanah. Jumlah besaran pori-pori tanah maka kapasitas infiltrasi makin besar (Irawan and Yuwono 2016). Jenis tanah berperan penting dalam menentukan permeabilitasnya atau kemampuannya untuk menyerap air (Alnasir et al. 2020). Tanah yang kasar, seperti pasir atau kerikil, cenderung memiliki tingkat permeabilitas yang tinggi. Sebaliknya, tanah yang halus, seperti tanah liat, memiliki permeabilitas yang rendah. Pada tanah yang permeabel, air dapat lebih mudah meresap ke dalam tanah, mengurangi kemungkinan limpasan permukaan (Zhang et al. 2021). Tanah yang memiliki kemampuan infiltrasi yang tinggi dapat menyerap air dengan cepat, mengurangi volume air yang tersedia untuk membentuk limpasan permukaan. Sebaliknya, tanah yang kurang permeabel menyebabkan air hujan lebih cenderung mengalir ke permukaan tanah, meningkatkan potensi limpasan. Kandungan humus dalam tanah dapat mempengaruhi sifat fisik tanah. Tanah yang kaya akan humus cenderung lebih porus dan dapat meningkatkan infiltrasi air. Tanah yang subur juga lebih mampu menahan air, mengurangi risiko limpasan. Jenis tanah juga mempengaruhi kapasitas penyimpanan air. Tanah yang memiliki kapasitas penyimpanan air yang tinggi dapat menahan lebih banyak air hujan, mengurangi risiko limpasan. Sebaliknya, tanah yang memiliki kapasitas penyimpanan yang rendah dapat lebih mudah menyebabkan limpasan.

Peningkatan limpasan permukaan memiliki hubungan erat dengan curah hujan (Zhang et al. 2021), dan ini merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi besarnya aliran permukaan (Deshmukh et al. 2013). Pada umumnya, semakin tinggi intensitas curah hujan dan semakin lama durasinya, semakin besar kemungkinan terjadinya limpasan permukaan (Miao et al. 2020). Hujan dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan air hujan tidak dapat diserap dengan cepat oleh tanah, sehingga lebih cenderung mengalir di permukaan dan menyebabkan limpasan. Semakin besar jumlah curah hujan yang jatuh di suatu wilayah, semakin besar potensi limpasan permukaan. Jika tanah tidak dapat menyerap atau menampung seluruh volume air hujan, air tersebut akan mengalir ke permukaan tanah dan membentuk limpasan. Jika tanah sudah jenuh karena

Muchtari, A., Wahyullah, W., dan Herawaty, H., Arsyad, U. Fathurrahman, A.F. (2024). Penilaian limpasan permukaan dengan menggunakan metode CN modifikasi di Sub-DAS Mamasa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1001-1008, doi:10.14710/jil.22.4.1001-1008

hujan sebelumnya atau kelebihan air dari sumber lain, kapasitas tanah untuk menyerap air tambahan dapat terbatas (Miao et al. 2020). Ini dapat meningkatkan risiko limpasan permukaan karena air lebih cenderung mengalir di atas tanah yang jenuh daripada meresap ke dalam tanah.

Faktor utama pengangkutan sedimentasi dari proses erosi merupakan hasil dari besaran limpasan permukaan atau volume aliran dalam DAS pada saat waktu hujan berlangsung. Perubahan dalam tata guna lahan, seperti pertanian, urbanisasi, atau kegiatan manusia lainnya, dapat mengubah sifat permukaan tanah dan mempengaruhi limpasan permukaan. Permukaan yang keras atau tanah yang terbuka tanpa tutupan vegetasi dapat meningkatkan aliran permukaan. Curah hujan yang tinggi dan tanah yang tidak terlindungi oleh vegetasi dapat meningkatkan risiko erosi tanah. Erosi tanah dapat menyebabkan kehilangan lapisan tanah subur dan meningkatkan jumlah sedimen yang terbawa oleh aliran permukaan. Oleh karena itu, *Forest Programme IV* kerja sama BPDAS-HL Jenneberang komitmen ingin mengatasi permasalahan praktik penggunaan lahan dan prinsip konservasi tanah dan air di Sub DAS Mamasa selama 6 tahun sejak tahun 2020.

4. KESIMPULAN

Penilaian transformasi hujan menjadi limpasan di Sub DAS Mamasa menggunakan CN modifikasi melibatkan faktor yang mempengaruhi aliran permukaan yaitu perubahan dalam tata guna lahan, seperti pertanian, urbanisasi, atau kegiatan manusia lainnya, dapat mengubah sifat permukaan tanah dan mempengaruhi limpasan permukaan. Semakin tinggi nilai CN maka semakin rendah potensi resapan, sebaliknya semakin rendah nilai CN maka potensi resapan semakin tinggi. Permukaan tanah yang terbuka tanpa tutupan vegetasi dapat meningkatkan aliran permukaan dan sebaliknya permukaan tanah dengan vegetasi yang lebat dapat menurunkan limpasan permukaan. Pengukuran debit langsung di outlet Sub DAS Mamasa perlu dilakukan untuk menguji validitas limpasan permukaan langsung terhadap hasil limpasan menggunakan CN modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

[NRCS] The National Regulator for Compulsory Specifications. 1972. *SCS National Engineering Handbook, Section 4*; NRCS: Washington, DC, USA.

[FP-IV] Laporan Proyek Forest Programme-IV. 2021. *Peningkatan Kapasitas Stakeholder Utama Pengelolaan SubDAS Mamasa Melalui Pelatihan Penggunaan Aplikasi Pemodelan SWAT dalam Pengelolaan SubDAS Mamasa dan FGD (Focus Group Discussion) Penentuan Baseline proyek FP-IV untuk Besar Erosi dan Sedimentasi*. PROYEK FP-IV SUBDAS MAMASA, Makassar.

Alnasir, M. Y., Afriani, L., and Adha, I. 2020. Analisis Permeabilitas Tanah yang Dipadatkan dengan Menggunakan Metoda Cubic Permeameter. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 8(1): 213–220.

Aryani, I., Ichwana, I., and Devianti, D. 2022. Perkiraan Erosi dan Sedimen Menggunakan Erosion Potential Method (EPM) Pada Sub DAS Krueng Jreu. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 7(4): 905–911. DOI: 10.17969/jimfp.v7i4.21822

Chen, H., Zhang, X., Abla, M., Lü, D., Yan, R., Ren, Q., Ren, Z., Yang, Y., Zhao, W., Lin, P., Liu, B., and Yang, X. 2018. Effects of vegetation and rainfall types on surface runoff and soil erosion on steep slopes on the Loess Plateau, China. *CATENA* 170: 141–149. DOI: 10.1016/j.catena.2018.06.006

Deshmukh, D. S., Chaube, U. C., Ekube Hailu, A., Aberra Gudeta, D., and Tegene Kassa, M. 2013. Estimation and comparison of curve numbers based on dynamic land use land cover change, observed rainfall-runoff data and land slope. *Journal of Hydrology* 492: 89–101. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.001

Dianasari, Q., Andawayanti, U., and Cahya, E. N. 2018. Pengendalian Erosi Dan Sedimen Dengan Arahan Konservasi Lahan Di Das Genting Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Teknik Pengairan* 9(2): 95–104. DOI: 10.21776/ub.pengairan.2018.009.02.3

Faridah, N. S., and Ahmad, M. 2011. Pengelolaan DAS Berbasis Penggunaan Lahan Dengan Metode Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Studi Kasus DAS Mamasa Sulawesi). 21–22.

Faridah, S. N. 2012. Sedimentation Rate Estimation from Community Land Use in Mamasa Watershed. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 19(1): 12–20.

FP-IV, L. 2021. *Peningkatan Kapasitas Stakeholder Utama Pengelolaan SubDAS Mamasa Melalui Pelatihan Penggunaan Aplikasi Pemodelan SWAT dalam Pengelolaan SubDAS Mamasa dan FGD (Focus Group Discussion) Penentuan Baseline proyek FP-IV untuk Besar Erosi dan Sedimentasi*. PROYEK FP-IV SUBDAS MAMASA, Makassar.

Irawan, T., and Yuwono, S. B. 2016. Infiltrasi Pada Berbagai Tegakan Hutan Di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 4(3): 21. DOI: 10.23960/jsl3421-34

Kastridis, A., and Stathis, D. 2020. Evaluation of Hydrological and Hydraulic Models Applied in Typical Mediterranean Ungauged Watersheds Using Post-Flash-Flood Measurements. *Hydrology* 7(1): 12. DOI: 10.3390/hydrology7010012

Kastridis, A., Theodosiou, G., and Fotiadis, G. 2021. Investigation of Flood Management and Mitigation Measures in Ungauged NATURA Protected Watersheds. *Hydrology* 8(4): 170. DOI: 10.3390/hydrology8040170

Mahmud, Wahyudi, Bataradewa, S., Budirianto, H. J., Mutakim, and Muhlis, L. ode. 2021. Hubungan Curah Hujan Terhadap Limpasan Permukaan dan Sedimen pada Berbagai Penggunaan Lahan di DAS Arui, Kabupaten Manokwari. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 23(2): 85–92. DOI: 10.29244/jitl.23.2.85-92

Mansida, A., Gaffar, F., Zainuddin, M. A., and Syamsuri, A. M. 2021. Analysis of infiltration and surface runoff using rainfall simulator with variation of rain intensity and vegetation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1088(1): 012108. DOI: 10.1088/1757-899x/1088/1/012108

Miao, C., Zheng, H., Jiao, J., Feng, X., Duan, Q., and Mpofu, E. 2020. The Changing Relationship Between Rainfall and Surface Runoff on the Loess Plateau, China.

- Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 125(8). DOI: 10.1029/2019JD032053
- Ogarekpe, N. M., Nnaji, C. C., and Antigha, R. E.-E. 2022. A preliminary case for modification of the SCS-CN hydrologic model for runoff prediction in Imo River sub-basin. *Arabian Journal of Geosciences* 15(8): 786. DOI: 10.1007/s12517-022-09995-3
- Rahardian, A., and Buchori, I. 2016. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak Sub DAS Gajahwong Hulu Kabupaten Sleman. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota* 11(4): 127. DOI: 10.14710/pwk.v12i2.12890
- Rahmansah, null, Ardi, M., and Lullulangi, M. 2023. Analysis of Community Behavior Maintaining the Settlement Environment in the River Flow Area (Das) Mamasa Upstream Section. *American Journal of Environmental Science and Engineering* 7(32): 51–55. DOI: 10.11648/j.ajese.20230702.13
- Ramadan, A. N. A., Nurmayadi, D., Sadili, A., Rizaldy Solihin, R., and Sumardi, Z. 2020. Studi Penentuan Nilai Curve Number DAS Pataruman berdasarkan Satuan Peta Tanah Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil* 26(2): 258–266.
- Sapountzis, M., Kastridis, A., Kazamias, A., Karagiannidis, A., Nikopoulos, P., and Lagouvardos, K. 2021. Utilization and uncertainties of satellite precipitation data in flash flood hydrological analysis in ungauged watersheds. *Global NEST Journal* 23(10): 1–12. DOI: 10.30955/gnj.003905
- Savvidou, E., Efstratiadis, A., Koussis, A., Koukouvinos, A., and Skarlatos, D. 2018. The Curve Number Concept as a Driver for Delineating Hydrological Response Units. *Water* 10(2): 194. DOI: 10.3390/w10020194
- Song, S., and Wang, W. 2019. Impacts of Antecedent Soil moisture on the Rainfall–Runoff Transformation Process Based on High-Resolution Observations in Soil Tank Experiments. *Water* 11(2): 296. DOI: 10.3390/w11020296
- Subardja, D., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., and Subandiono, R. E. 2014. *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Sulfandi, Rispiningtati, and Suhartanto, E. 2016. Studi pengaruh perubahan tataguna lahan di DAS Mamasa terhadap usia guna waduk PLTA Bakar. *Jurnal Teknik Pengairan* 7(1): 139–149.
- The National Regulator for Compulsory Specifications (NRCS). 1972. *SCS National Engineering Handbook*. NRCS: Washington, DC, USA.
- Wahid, A. 2007. Analisis karakteristik sedimentasi di Waduk Plta Bakar. *Jurnal Hutan dan Masyarakat* 2(2): 229–236.
- Wahid, A. 2009. Model Perkembangan Laju Sedimentasi di Waduk Bakar. Akibat Erosi yang Terjadi di Hulu Sub Das Mamasa Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal SMARTek, Vol. 7, No. 1* 7(1): 1–12.
- Wahyullah, W., Hendrayanto, H., and Suharnoto, Y. 2023. Simulation of the impact of land use change on surface run-off in Karst Leang Lonrong Sub-Watershed. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)* 13(2): 313–326. DOI: 10.29244/jpsl.13.2.313-326
- Wen, B., Duan, G., Lu, J., Zhou, R., Ren, H., and Wen, Z. 2023. Response relationship between vegetation structure and runoff-sediment yield in the hilly and gully area of the Loess Plateau, China. *CATENA* 227: 107107. DOI: 10.1016/j.catena.2023.107107
- Zhang, L., Liu, X., Song, Y., Li, J., Cai, C., Zhao, X., and Li, Z. 2021. Characterization of Surface Runoff Pathways and Erosion Using Hydrological Attributes Under Simulated Rainfall. *Frontiers in Earth Science* 9. DOI: 10.3389/feart.2021.683473