

PENGUNAAN LAHAN OPTIMAL DALAM TRANSFORMASI HUJAN LIMPASAN DI DAS WAE RUHU

(Optimal Land Use for Rainfall-Runoff Transformation in Wae Ruhu Watershed)

ALY LATURUA¹⁾, HENDRAYANTO²⁾ DAN NINING PUSPANINGSIH³⁾

¹⁾Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Waehapu Batu Merah
^{2,3)}Dosen Departemen Manajemen Hutan, IPB

Email: alylaturua13@gmail.com

Diterima 14 Maret 2018 / Disetujui 31 April 2018

ABSTRACT

Flooding hit the island of Ambon in 2012 and 2013. Many analyzes has been developed to estimate the cause of the flooding. The study aims to predict optimal land management for reducing run-off. The method is simulation of CN value based on spatial analysis on watershed characteristics. The rainfall can't be managed by watershed. The level of run-off can be determined by CN value that depends on the type of land cover. The result shows that the land cover has changed about 90 ha, with the higher rainfall intensity is 2.118 in 2013. The result of simulation indicated that to change of shrub and bare land, mix dryland forest, and secondary dryland forest with agroforestry. Agroforestry can decrease run-off amount 0,86%. The change of land cover and high rainfall are the main factors that caused the flooding in 2012 and 2013. It is necessary to add a rainfall observation station so that the observation of surface flow can be done well.

Keywords: curve number, land cover change, watershed

ABSTRAK

Banjir melanda pulau Ambon pada tahun 2012 dan tahun 2013. Berbagai analisis telah di kembangkan untuk memperkirakan penyebab kejadian banjir tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi pengelolaan lahan optimal untuk mengurangi aliran permukaan. Metode simulasi nilai CN didasarkan oleh analisis spasial pada karakteristik daerah aliran sungai. Curah hujan tidak bisa dikendalikan oleh daerah aliran sungai. tingkat aliran permukaan bisa di tentukan oleh nilai CN yang tergantung dari jenis tutupan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan lahan telah berubah 90 ha dengan intensitas curah hujan yang lebih tinggi yaitu 2.118 mm pada tahun 2013. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan belukar, tanah kosong, hutan lahan kering campuran dan hutan lahan kering sekunder dirubah menjadi Agroforestry. Agroforestry bisa menurunkan aliran permukaan (Q) sebesar 0,86%. Perubahan tutupan lahan dan tingginya curah hujan merupakan faktor utama yang menyebabkan banjir di tahun 2012 dan tahun 2013. Perlunya penambahan stasiun pengamatan curah hujan agar pengamatan aliran permukaan bisa di lakukan dengan baik.

Kata kunci: bilangan kurva, daerah aliran sungai, perubahan penggunaan lahan

PENDAHULUAN

Fungsi hidrologis DAS dipengaruhi karakteristik fisik-klimatik DAS, dan penggunaan lahannya (Arsyad 2010). Penggunaan lahan tanpa memperhatikan kemampuan lahan dan tidak menerapkan kaidah konservasi tanah dan air menyebabkan terganggunya fungsi hidrologis DAS (Indrihastuti *et al.* 2016). Terganggunya fungsi hidrologis DAS dicirikan di antaranya oleh kejadian banjir dan kekurangan air di DAS tersebut (Arsyad 2010).

Besarnya pengurangan energi hujan pada waktu sampai di permukaan tanah di pengaruhi oleh kerapatan tajuk dan tinggi tajuk dari permukaan tanah. Semakin rendah tajuk dan semakin rapat tajuk maka akan semakin kecil energi hujan yang sampai di permukaan tanah. Tumbuhan yang merambat di permukaan tanah dengan rapat juga dapat memperlambat aliran permukaan dan mencegah pengumpulan air secara cepat (Arsyad 2010).

Pengaruh berbagai jenis tanaman terhadap erosi sangat berbeda satu sama lain. Berbagai jenis rerumputan mempunyai perakaran yang sangat baik dalam mencegah erosi. Kegiatan-kegiatan biologi yang di lakukan oleh bakteri, jamur / cendawan dan cacing tanah juga dapat memperbaiki porositas dan kemandapan agregat tanah. Tanah yang terbuka tidak ada tumbuhan penutup akan mudah terkena erosi seperti nampak pada lumpur yang terbawa oleh sungai dari daerah-daerah berbukit tanpa tumbuhan. Lumpur tersebut akan menyebabkan pendangkalan pada hilir sungai yang mengakibatkan berkurangnya daya tampung sungai hal ini bisa terjadi banjir di saat curah hujan yang tinggi (Arsyad 2010).

Banjir melanda pulau Ambon pada tahun 2012 dan tahun 2013 di DAS Wae Ruhu Kejadian banjir tahun 2013 mengakibatkan kerusakan fisik meliputi dari 28 rumah yang hanyut, 20 rumah di antaranya berada di Desa Batu Gajah. Sementara masing-masing 4 rumah hanyut berada di Desa Batu Meja dan Desa Air Besar.

Ada 68 Kepala Keluarga terdiri atas 150 orang ditampung di Zindam Korem 151, 176 Kepala Keluarga terdiri atas 450 orang ditampung di kantor PLN Batu Gajah. Sementara 2 gereja di Desa Batu Meja menampung 10 Kepala Keluarga terdiri atas 54 orang, SMP 3 di Hative Kecil menampung 133 Kepala Keluarga atau 532 orang, kemudian SD 1 dan SD 2 Tanah Tinggi serta SMP 6 Ambon menampung 160 Kepala Keluarga atau 507 orang dan korban meninggal mencapai 12 orang serta fasilitas umum mengalami kerusakan seperti talud, saluran irigasi, jalan dan sebagainya (BNPB 2013). Kejadian banjir tersebut diduga akibat penggunaan lahan yang belum optimal dalam mengendalikan banjir selain akibat kejadian hujan yang ekstrim. Analisis kejadian banjir hubungannya dengan penggunaan lahan telah banyak dilakukan dengan menggunakan model hidrologi yang berbeda (Arsyad 2010).

Salah satunya menggunakan model SCS-CN (*Soil Conservation Service Curve Number*) yang dikembangkan USDA pada tahun 1972 (Lyon *et al.* 2004). SCS-CN merupakan sebuah metode yang dikembangkan untuk mensimulasikan kejadian aliran permukaan pada curah hujan, tanah dan penggunaan lahan tertentu. Kemampuan sebidang tanah dengan penggunaan lahan tertentu dalam menahan air hujan menjadi aliran permukaan dinyatakan dalam sebuah Bilangan Kurva (CN) (Boughton 1989). Nilai curva (CN) merupakan abstraksi nilai kapasitas simpanan minimum dan bentuk kurva yang mewakili kemampuan simpanan berdasarkan jenis tutupan lahan (Ponce dan Hawkins 1996). Metode ini menjadi pendekatan penelitian ini agar tersedia strategi pengelolaan DAS yang sesuai.

Beberapa penelitian terkait pengelolaan DAS agar terjadi keseimbangan pasokan air di DAS telah dikembangkan. Mack (1995) mengembangkan model komputer untuk mengukur debit dan infiltrasi dalam sebuah DAS dengan mempertimbangkan input data curah hujan harian. Metode SCS-CN yang dikembangkan USDA merupakan salah satu produk penelitian untuk mempermudah penyusunan rencana aksi. Namun demikian, Kayastha *et al.* (1999) mengatakan bahwa metode SCS-CN masih memiliki keterbatasan dalam menduga aliran dalam tanah sehingga asumsi yang dikembangkan adalah banjir terjadi hanya karena adanya *run-off* dan aliran lain dinyatakan tidak ada. Mereka melihat bahwa terdapat hubungan yang tidak linier antara nilai dengan kelembaban tanah. Untuk itu, Ferng (2009) mengatakan bahwa penggunaan SCS-CN merupakan sebuah tantangan terutama dalam menentukan nilai CN yang sesuai untuk mengontrol debit.

Nilai CN menyatakan pengaruh terhadap tanah, keadaan hidrologi dan kandungan air sebelumnya. Faktor-faktor ini dapat dinilai dari survai tanah, penelitian setempat dan peta penggunaan tanah. Dalam klasifikasi kompleks penutup tanah SCS-CN terdiri atas tiga faktor yaitu penggunaan tanah, perlakuan atau tindakan yang di berikan dan kondisi hidrologi (Arsyad 2010). Tutupan lahan sangat berkaitan dengan budaya kerja, mata pencaharian serta kearifan lokal yang ada. dengan demikian bahwa penelitian ini akan menggunakan model SCS-CN dalam menyusun rencana pemanfaatan lahan sehingga banjir yang pernah terjadi dapat diduga dan dikendalikan di waktu yang akan datang.

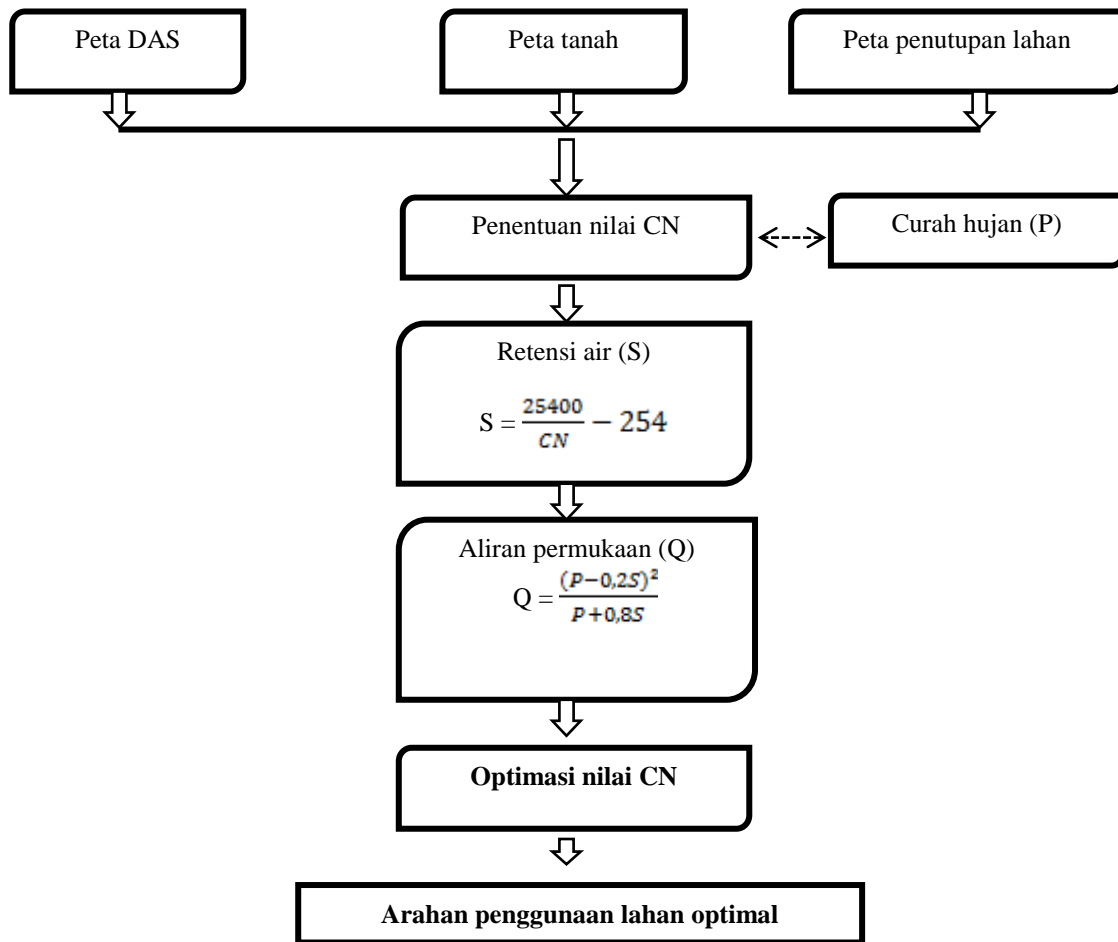
Tujuan penelitian adalah memprediksi penggunaan lahan optimal di DAS Wae Ruhu yang dapat mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan simpanan air tanah.

METODE PENELITIAN

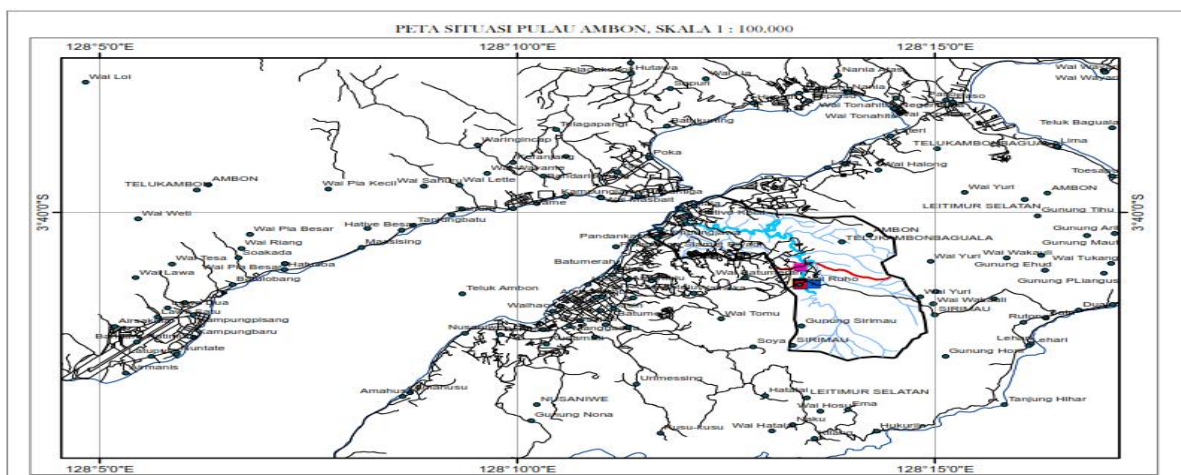
Respon hidrologi suatu DAS terhadap hujan untuk ditransformasikan menjadi debit dipengaruhi oleh karakteristik fisik-klimatik DAS dan penggunaan lahannya. Pendekatan dalam menduga transformasi hujan menjadi debit adalah pendekatan yang disebut sebagai model *Soil Conservation Service-run off curve number* (SCS-CN), yaitu model transformasi hujan-debit menggunakan indeks bilangan kurva aliran permukaan (*run-off curve number*, CN). Bilangan kurva (CN) menyatakan kemampuan penggunaan lahan pada kondisi hidrologis tanah tertentu dalam mentransformasikan hujan menjadi air hujan yang ditahan tanah dan yang menjadi aliran permukaan.

Optimasi tutupan lahan diperlukan guna mengalihragamkan hujan-limpasan (aliran permukaan) melalui peningkatan resapan air. Resapan air sangat bergantung kelerengan lahan. Semakin miring lereng maka laju *run-off* akan semakin tinggi dan sebaliknya. Untuk itu, dalam optimasi pemanfaatan lahan perlu dimasukkan kelerengan sebagai salah satu pembatas. Secara diagramatik alur pikir penelitian disajikan dalam Gambar 1.

Penelitian lapangan dilakukan dari bulan Mei 2017 sampai dengan Oktober 2017. Penelitian dilaksanakan di DAS Wae Ruhu, Pulau Ambon yang mengalami kejadian banjir pada tahun 2013. DAS Wae Ruhu secara administratif terletak di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, Provinsi Maluku (Gambar 2).



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. lokasi penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta DAS Wae Ruhu dari BPDASHL Wae Hapu Batu Merah skala 1:50.000, Peta Penutupan Lahan dari BPKH Wilayah IX skala 1:250 000, Peta Tanah skala 1:250.000, Peta Kelas Lereng skala 1:250.000, data curah hujan 5 tahun terakhir (tahun 2012–2016). Alat yang digunakan

dalam penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*) garmin CSX 76, *Software Arc Gis 10.1*, *Microsoft Excel*.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Adapun prosedur kerja pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Penentuan *Curve Number* (CN)

Penentuan CN dilakukan dengan cara teknik spasial *intersect* dan *query* dari hasil *overlay* data penutupan

lahan dan kelompok hidrologi tanah. Bilangan kurva (CN) yang digunakan sebagai referensi adalah CN sebagaimana disajikan dalam Tabel 1 (Arsyad 2010).

Tabel 1. Nilai CN di DAS Wae Ruhu

Penggunaan lahan	Kelompok hidrologi tanah	CN
Belukar (BK)	B	66
	C	77
Hutan lahan kering primer (HLKP)	B	55
	C	70
Hutan lahan kering sekunder (HLKS)	B	60
	C	73
Pemukiman (PMK)	B	72
	C	81
Pertanian lahan kering campuran (PLKC)	B	61
	C	74
Tanah kosong (TK)	B	69
	C	79

Sumber : Arsyad (2010)

Keterangan : Kelompok B : bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir; Kelompok C : lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah, dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

b. Pendugaan aliran permukaan (Q)

Pendugaan aliran permukaan di DAS Wae Ruhu menggunakan model hubungan hujan-limpasan menggunakan CN sebagaimana disajikan dalam persamaan (1) dan (2) (Mc Cuen 1982).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (1)$$

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (2)$$

Keterangan:

S : retensi air potensial maksimum (mm/thn)

CN : *curve number* (Bilang Kurva)

Q : jumlah aliran permukaan (mm/thn)

P : curah hujan (mm/thn)

S : retensi air potensial maksimum (mm/thn)

0,2 dan 0,8 : konstanta

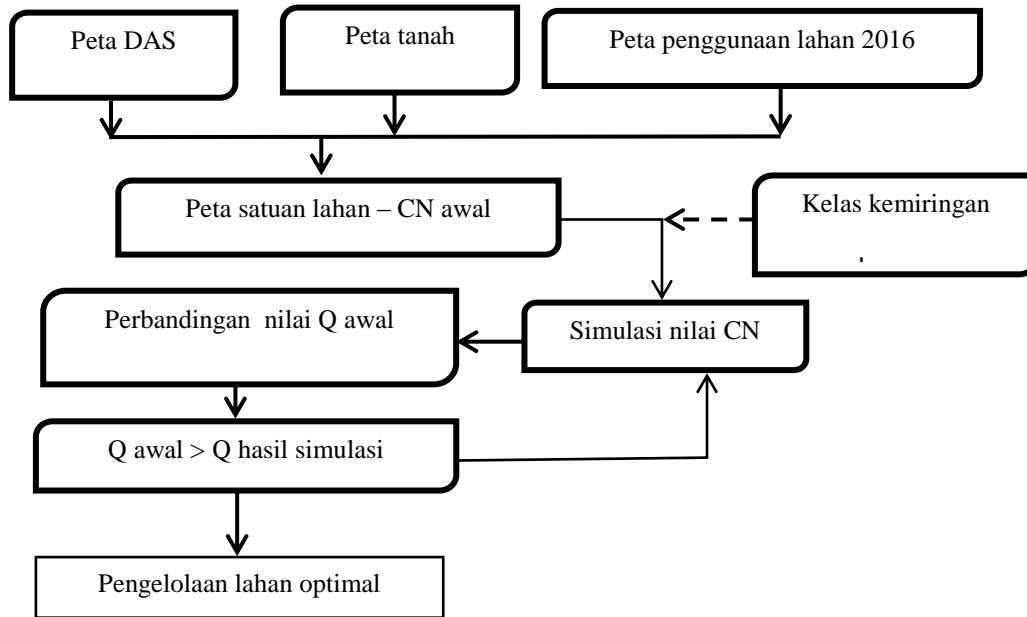
25.400; 254 : konstanta

c. Simulasi penutupan lahan optimal

Simulasi penutupan lahan optimal dilakukan melalui simulasi CN. Penutupan lahan optimal dicirikan dengan Q skenario < Q penggunaan lahan pada saat terjadinya banjir dengan input hujan tertinggi pada periode 2012–2016. Skenario penutupan lahan memperhatikan kelas kemiringan lereng sebagai prioritas perubahan penutupan lahan. Penutupan lahan referensi digunakan penutupan lahan tahun 2016. Secara diagramatik perumusan skenario penggunaan lahan disajikan dalam Gambar 3.

Nilai Q hasil simulasi dibandingkan dengan nilai Q awal. Skenario penutupan lahan yang dibuat disajikan dalam Tabel 2. Skenario-1 adalah merubah seluruh tanah kosong (TK) dan belukar (BK) di tanah-tanah KHT B dan C di kemiringan lereng < 25% menjadi *Agroforestry* (AF), penambahan biopori di pemukiman (PMK) yang berlereng < 25% dan sumur resapan di pemukiman yang berlereng > 25% mampu merubah nilai CN dari 72 menjadi 68 (di KHT B) dan 81 menjadi 79 (di KHT C) yang berarti dengan curah hujan 2.118,5 mm mengurangi aliran permukaan ± 22 mm di KHT B dan 9 mm di KHT C. Setara dengan jumlah bio-pori ukuran diameter =10 cm dan kedalaman 1 m sejumlah 9-22 biopori per 100 m² lahan pemukiman. Skenario-2 adalah melanjutkan skenario 1 ditambahkan pengelolaan di pertanian lahan kering campuran (PLKC) dan hutan lahan kering sekunder (HLKS) pada kelas kemiringan lereng <25% dirubah menjadi *Agroforestry* (AF). Penutupan lahan BK, TK, PLKC, HLKS dirubah karena mempunyai nilai CN yang tinggi hal ini menyebabkan terjadi aliran permukaan (Q) yang besar dan retensi air (S) yang kecil di saat musim hujan.

Pertimbangan penentuan skenario ini karena pada lahan dengan kelas kemiringan lereng agak curam > 25 % terdapat hambatan dan butuh biaya yang besar dalam melakukan konservasi tanah serta pemilihan tanaman yang sangat terbatas (Banuwa *et al.* 2008). Pertimbangan hasil penelitian Saribun (2007) yang menyatakan kelas kemiringan lereng >30% memiliki kemampuan simpanan air tanah yang berbeda dengan kelas di bawahnya.



Gambar 3. Alur Simulasi Penutupan Lahan Optimal

Tabel 2. Strategi pengelolaan lahan

Skenario	Unit lahan	Kondisi awal			Kondisi perubahan					
		Seluruh kemiringan			<25%			>25%		
		Tuplah	CN	Luas (ha)	Tuplah	CN	Luas (ha)	Tuplah	CN	Luas (ha)
1	BK-B	BK	66	291,2	AF	60	242,1	BK	66	49,0
	BK-C	BK	77	45,2	AF	73	45,2	BK	77	0,0
	HLKP-B	HLKP	55	121,9	HLKP	55	98,2	HLKP	55	23,5
	HLKP-C	HLKP	70	130,6	HLKP	70	94,1	HLKP	70	36,4
	HLKS-B	HLKS	60	220,8	HLKS	60	202,5	HLKS	60	18,2
	HLKS-C	HLKS	73	6,2	HLKS	73	6,1	HLKS	73	0,0
	PMK-B	PMK	72	256,4	BP	68	249,0	SR	68	7,3
	PMK-C	PMK	81	219,9	BP	79	218,9	SR	79	0,9
	PLKC-B	PLKC	61	396,9	PLKC	61	341,2	PLKC	61	55,6
	PLKC-C	PLKC	74	72,5	PLKC	74	69,4	PLKC	74	3,0
	TK-B	TK	69	7,8	AF	60	7,8	AF	60	0,0
TK-C	TK	79	1,6	AF	73	1,5	AF	73	0,0	
2	BK-B	BK	66	291,2	AF	60	242,1	BK	66	49,0
	BK-C	BK	77	45,2	AF	73	45,2	BK	77	0,0
	HLKP-B	HLKP	55	121,9	HLKP	55	98,2	HLKP	55	23,5
	HLKP-C	HLKP	70	130,6	HLKP	70	94,1	HLKP	70	36,4
	HLKS-B	HLKS	60	220,8	AF	55	202,5	HLKS	60	18,2
	HLKS-C	HLKS	73	6,2	AF	70	6,1	HLKS	73	0,0
	PMK-B	PMK	72	256,4	BP	68	249,0	SR	68	7,3
	PMK-C	PMK	81	219,9	BP	79	218,9	SR	79	0,9

Skenario	Unit lahan	Kondisi awal			Kondisi perubahan					
		Seluruh kemiringan			<25%			>25%		
		Tuplah	CN	Luas (ha)	Tuplah	CN	Luas (ha)	Tuplah	CN	Luas (ha)
	PLKC-B	PLKC	61	396,9	AF	60	341,2	PLKC	61	55,6
	PLKC-C	PLKC	74	72,5	AF	73	69,4	PLKC	74	3,0
	TK-B	TK	69	7,8	AF	60	7,8	AF	60	0,0
	TK-C	TK	79	1,6	AF	73	1,57	AF	73	0,0
	Total (ha)			1.771			1.577			194

Sumber : KHT=Kelompok hidrologi tanah Arsyad (2010)

Keterangan : BK=Belukar, HLKP=Hutan lahan kering primer, HLKS=Hutan lahan kering sekunder, PMK=Pemukiman, PLKC=Pertanian lahan kering campuran, TK=Tanah kosong, AF=Agroforestry, BP=Biopori, SR=Sumur Resapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Umum DAS Wae Ruhu

a. Penggunaan/tutupan lahan

Daerah Aliran Sungai Wae Ruhu memiliki luas \pm 1.771 ha. DAS Wae Ruhu termasuk dalam kategori DAS sangat kecil (Kemenhut 2010). Penutupan lahan di DAS Wae Ruhu pada tahun 2016 didominasi permukiman (PMK) dan pertanian lahan kering campuran (PLKC). Luas permukiman mengalami peningkatan seluas 57 ha

dari tahun 2012, demikian juga belukar (BK) meningkat seluas 33 ha. Sedangkan hutan lahan kering sekunder (HLKS) dan pertanian lahan kering campuran (PLKC) berkurang luasannya, masing-masing seluas 33 ha dan 55 ha. Perubahan penggunaan lahan tahun 2012–2016 disajikan dalam Tabel 3 dan sebaran ruangnya disajikan dalam Gambar 4 dan Gambar 5. Selama periode tahun 2012–2014 tidak terjadi perubahan penutupan lahan. Perubahan terjadi pada tahun 2015 dan penutupan lahan tahun 2016 sama dengan penutupan lahan tahun 2015.

Tabel 3. Perubahan penutupan lahan tahun 2012–2016

2012 (ha)	2016 (ha)							
	BK	HLKP	HLKS	PMK	PLKC	TK	Total	
BK	304	0	0	2	0	0	306	
HLKP	0	252	0	0	0	0	252	
HLKS	33	0	227	0	0	0	260	
PMK	0	0	0	419	0	0	419	
PLKC	0	0	0	55	469	0	524	
TK	0	0	0	0	0	9	9	
Total	Ha	337	252	227	476	469	9	1.771
	%	19	14	13	27	26	1	100

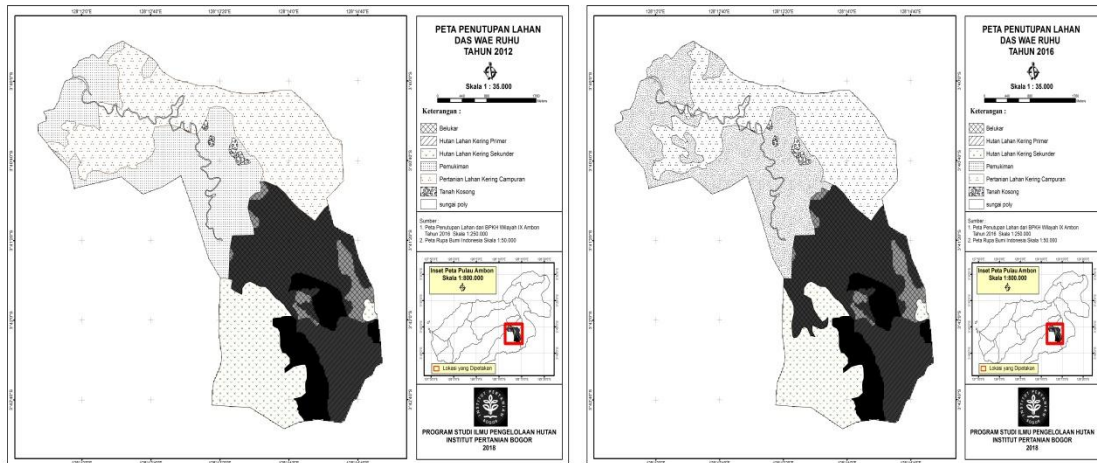
Sumber : hasil analisis peta tutupan lahan 2012 dan 2016 (BPKH wilayah IX Ambon)

Keterangan : BK=belukar, HLKP=hutan lahan kering Primer, HLKS= hutan lahan kering sekunder, PMK=permukiman, PLKC=pertanian lahan kering campuran, TK=tanah kosong.

Perubahan penutupan lahan dari HLKS menjadi BK akibat adanya aktivitas masyarakat berupa perladangan berpindah. ladang tersebut ditinggal ketika hasil panen menurun. Hal ini menyebabkan tutupan lahan berubah menjadi BK. Meningkatnya PMK dan menurunnya PLKC akibat PLKC digunakan sebagai PMK. Hal ini diduga karena adanya pertambahan penduduk. Pertambahan penduduk di Kecamatan Sirimau tahun 2012 sebanyak 160.858 jiwa dan pada tahun 2016 sebanyak 192.046 jiwa atau meningkat 19,38%

(DISDUKCAPIL 2017). Yudarwati (2016) menyebutkan bahwa peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan perubahan penutupan lahan untuk permukiman.

Pertumbuhan permukiman di daerah hilir sedangkan perubahan tutupan lahan terjadi di bagian tengah DAS. Hal ini terjadi karena pembukaan hutan oleh masyarakat untuk menanam cengkih dan tanaman perkebunan lainnya yang terjadi dan kemudian tidak terawat. Kondisi ini mengurangi luas hutan lahan kering primer.



(a) (b)
Gambar 4. Peta penutupan lahan tahun 2012 (a) dan Peta penutupan lahan tahun 2016 (b)

2. Jenis Tanah

Jenis tanah yang terdapat di daerah penelitian adalah Aluvial, Brunizem, Gleisoll, Kambisol, Litosol, Podsolik, Regosol dan Rensinal. Jenis tanah Kambisol merupakan tanah yang paling dominan di daerah penelitian dengan luas 1.114 ha atau 62,91 % dari luas daerah penelitian (Tabel 4). Tanah Kambisol, Cleisoll dan Litosol termasuk Kelompok Hidrologi Tanah (KHT) B yang menunjukkan kapasitas laju infiltrasi 4–8

mm/jam dengan tekstur tanah permukaan lempung berpasir, bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir dan Jenis tanah lainnya termasuk KHT C yang menunjukkan kapasitas laju infiltrasi 1–4 mm/jam dengan tekstur tanah permukaan lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah dan tanah-tanah berkadar liat tinggi (Arsyad 2010).

Tabel 4. Jenis tanah dan kelompok hidrologi tanah pada DAS Wae Ruhu

Jenis Tanah	KHT	Luas (Ha)	%
Kambisol (K)	B	1.114	62,9
Brunizem (B)	C	196	11,0
Podsolik (P)	C	174	9,8
Litosol (L)	B	166	9,4
Aluvial (A)	C	84	4,7
Rensinal (R)	C	22	1,2
Gleisoll (G)	B	15	0,8
Jumlah		1.771	100

Sumber : Peta Tanah BPKH wilayah IX Ambon. KHT=Kelompok hidrologi tanah Arsyad (2010)

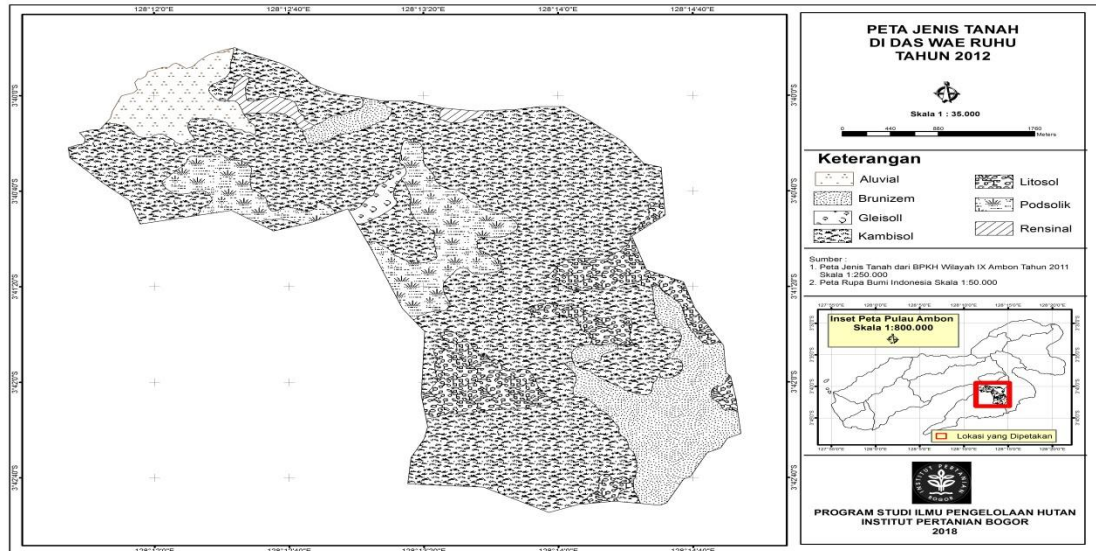
KHT dikembangkan oleh SCS telah mengelompokkan tanah berdasarkan tekstur dan pengaruhnya terhadap air (Arsyad 2010). Kelompok A dicirikan oleh tipe tanah berkomposisi pasir dan debu. Sementara kelompok B bercirikan *loess* dangkal dan lempung berpasir. Kelompok C bercirikan lempung berliat, lempung berpasir sangkal, tanah berkadar organik rendah dan tanah-tanah berkadar liat tinggi. Kelompok D dicirikan oleh tanah-tanah yang mengembang secara nyata bila basah, liat berat, plastis dan tanah-tanah saline tertentu. Berdasarkan klasifikasi tersebut, pada DAS Wae Ruhu tergolong dalam 2 kelompok yakni kelompok B

dan C. Adapun proporsi KHT berdasarkan jenis tutupan lahan dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa luas tutupan lahan PLKC paling besar pada KHT B yaitu sebesar 22,4%. Sementara pada KHT C, PMK yaitu sebesar 12,4% dari luas DAS. Permukiman, belukar, pertanian lahan kering campur dan tanah kosong terdapat pada kedua KHT ini. Namun, secara umum KHT B mempunyai luasan lebih besar yaitu sebesar 73,1 %. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi tanah di DAS Wae Ruhu adalah bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir. Pada kondisi ini maka dapat diprediksi bahwa aliran permukaan akan rendah

dan untuk meminimalkan aliran permukaan harus disertai dengan tindakan konservasi yang sesuai dengan tipe penggunaan lahan. Sebagai contoh hasil penelitian (Wiwoho 2008) menjelaskan bahwa penggunaan lahan

mempengaruhi laju infiltrasi, penggunaan lahan kebun memiliki klasifikasi tingkat infiltrasi secara kualitatif lebih baik dibandingkan dengan tegalan.



Gambar 5. Sebaran jenis tanah di DAS Wae Ruhu

Tabel 5. Proporsi KHT terhadap jenis tutupan lahan

Tutupan Lahan	Luas KHT (Ha)				Jumlah
	B	(%)	C	(%)	
BK	291,1	16,4	45.2	2,5	336.3
HLKP	121,8	6,8	130.9	7.3	252.4
HLKS	220,7	12,4	6.1	0.3	226.9
PLKC	396,9	22,4	72.4	4.0	469.3
PMK	256,4	14,4	219.9	12.4	475.9
TK	7,8	0,4	1.5	0.0	9.3
Jumlah	1.294,97	73,1	475,96	26,8	1.771

Keterangan: BK=belukar, HLKP=hutan lahan kering primer, HLKS=hutan lahan kering sekunder, PMK=permukiman, PLKC=pertanian lahan kering campuran, TK=tanah kosong, AF=agroforestry, BP=biopori, SR=sumur resapan, kelompok B : bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir, Kelompok C : lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah, dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

3. Curah Hujan

Data curah hujan selama 5 Tahun (2012–2016) dari stasiun pengukur hujan yang terletak di DAS Wae Ruhu disajikan dalam Tabel 6. Curah hujan tahunan beragam

dari 1.325 mm/th (2016) sampai 2.118 mm/th (2013), dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1.701 mm/thn. Curah hujan bulanan rata-rata sebesar 141,8 mm/bln, dengan kisaran dari 22–708,5 mm/bln.

Tabel 6. Data curah hujan tahun 2012–2016

Bulan	Jumlah curah hujan (mm/th)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	49,5	71	130,5	91,5	87,5
Februari	205	226	190	179	172
Maret	188,5	117	96,5	96,5	51,5
April	54	42,5	37,65	34	26,5
Mei	74,5	78	73	73	73
Juni	686,5	708,5	699,1	676,5	459
Juli	225,5	192,5	201	171	171
Agustus	154,5	276,5	104,5	104,5	104,5
September	56	175	66	6,0	60
Oktober	42	46	22	22	26
November	36,5	122,5	37,5	32,5	42,5
Desember	52	62	56	41	52
Jumlah CH	1.824	2.118	1.713	1.527	1.325

Sumber : Stasiun pengamat arus sungai (SPAS) di Ambon.

4. Perubahan Penggunaan Lahan dan Debit Dugaan

Selama periode Tahun 2012–2014 tidak terjadi perubahan luas penutupan lahan sehingga nilai CN pada DAS tetap. Perubahan luas terjadi pada tahun 2015 dan luas penutupan lahan tahun 2016 sama dengan luas penutupan lahan tahun 2015 sehingga nilai CN pada DAS mengalami peningkatan. Hal ini berdampak pada retensi air hujan (S) yang masuk ke dalam tanah menurun sementara aliran permukaan (Q) terus meningkat. Fenomena ini disebabkan oleh terjadi perubahan luas pada penggunaan lahan tertentu seperti luas lahan hutan lahan kering sekunder yang berkurang dari 253,4 ha di tahun 2012 dan tahun 2013 menjadi 220,8 ha di tahun 2016. Perubahan juga terjadi pada pertanian lahan kering campuran berkurang dari 433,8 ha di tahun 2012 dan tahun 2013 menjadi 396,9 ha di tahun 2016. Perubahan tersebut diakibatkan oleh adanya aktivitas perladangan berpindah. Ladangan tersebut akan ditinggal ketika hasil panen sudah menurun. Hal ini menyebabkan tutupan lahan berubah menjadi belukar (BK) yang menyebabkan berkurangnya tutupan vegetasi (Putuhena 2013).

Dengan demikian bahwa kejadian banjir di tahun 2013 tidak semata karena faktor curah hujan yang tinggi semata melainkan nilai CN lahan yang tinggi sehingga Q DAS tinggi dan mengakibatkan banjir. Bahwa nilai CN

menunjukkan kemampuan tanah untuk menyerap air hujan yang sangat bergantung pada penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi hidrologisnya Arsyad (2010). Perubahan nilai CN mempengaruhi pada perubahan nilai retensi air (S). Nilai aliran permukaan (Q) meningkat bila nilai curah hujan (P) mengalami peningkatan, begitu pula pada saat nilai curah hujan (P) mengalami penurunan maka nilai aliran permukaan (Q) akan menjadi turun (Daru *et al.* 2016; Ferijal 2012; Sunandar 2014; Tikno *et al.* 2016).

Kejadian banjir tahun 2013 dimana curah hujan mencapai 2.118,5 mm/tahun. Daya tampung sungai yang rendah mengakibatkan sungai meluap dan banyak lokasi terendam banjir. Nilai Q DAS hasil perhitungan dengan curah hujan 2.118,5 dan sebaran nilai CN seperti Tabel 7 sebesar 1.968,8 mm/thn. Nilai Q DAS Wae Ruhu tahun 2012-2016 dengan kejadian dan sebaran nilai CN pada masing-masing tahun tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa selama periode tahun 2012–2016 kejadian banjir terjadi pada tahun 2013 dengan Q DAS sebesar 1.968,8 mm/th, sedangkan Q DAS tahun-tahun lainnya < Q DAS 2013. Namun apabila pada tahun 2016 terjadi hujan sama dengan hujan 2013 (2.118,5 mm/th) nilai Q DASnya > Q DAS 2013, sehingga berpotensi banjir.

Tabel 7. Luas setiap penggunaan lahan dan Nilai Q DAS Tahun 2012–2016

Unit Lahan	KHT	CN	Luas setiap penggunaan lahan (ha)				
			2012	2013	2014	2015	2016
BK	B	66	259,7	259,7	259,7	291,2	291,1
BK	C	77	46,3	46,3	46,3	45,2	45,2
HLKP	B	55	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9
HLKP	C	70	130,6	130,6	130,6	130,6	130,6
HLKS	B	60	253,4	253,4	253,4	220,8	220,8
HLKS	C	73	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
PMK	B	72	218,3	218,3	218,3	256,4	256,4
PMK	C	81	201,0	201,0	201,0	219,9	219,9
PLKC	B	61	433,8	433,8	433,8	396,9	396,9
PLKC	C	74	90,3	90,3	90,3	72,5	72,5
TK	B	69	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
TK	C	79	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Jumlah Luas (ha)			1.771	1.771	1.771	1.771	1.771
CN rata-rata tertimbang	CN		66,6	66,6	66,6	67,1	67,1
	S (mm/thn)		131,9	131,9	131,9	129,5	129,5
	P (mm/thn)		1.825,5	2.118,5	1.714,7	1.528,5	1.325,5
	Q (mm/thn)		1.677,1	1.968,8	1.566,9	1.384,3	1.182,9

Sumber : KHT=Kelompok Hidrologi Tanah Arsyad (2010)

Keterangan : BK=belukar; HLKP=hutan lahan kering primer; HLKS=hutan lahan kering sekunder; PMK=permukiman; PLKC=pertanian lahan kering campuran; TK=tanah kosong; AF=agroforestry; BP=biopori; SR=sumur resapan; kelompok B : bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir; Kelompok C : lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah, dan tanah-tanah berkadar liat tinggi; CN= *curve number* (Bilang Kurva); S=retensi air potensial maksimum (mm); P= curah hujan (mm); Q= jumlah aliran permukaan (mm).

5. Kelas Kemiringan Lahan (*Slope*)

Slope menentukan pola penggunaan lahan (Banuwa *et al.* 2008). Ciri topografi di DAS Wae Ruhu tergolong datar sampai agak curam mencapai 1.577 ha. Hal ini memungkinkan simpanan air tanah tinggi bila pengelolaan lahan sesuai. Untuk itu, perancangan pengelolaan DAS harus mempertimbangkan *slope*.

Tabel 8 menunjukkan bahwa DAS Wae Ruhu tergolong datar sampai agak curam (90%). Berdasarkan kelompok hidrologi tanah (KHT) sebagian besar tutupan lahan tergolong dalam KHT B. Hal ini berarti bahwa pengelolaan lahan harus memperhatikan teknik

konservasi tanah sehingga nilai Q dapat diminimalkan. Sebagai contoh (Arsyad 2010) menyatakan bahwa pada lahan kelas II apabila akan digunakan untuk usaha pertanian, diperlukan tindakan konservasi tanah untuk mencegah erosi, seperti guludan, penanaman dalam strip, penggunaan mulsa, atau pergiliran tanaman atau kombinasi dari tindakan-tindakan tersebut. Selanjutnya lahan kelas III-12 mempunyai hambatan yang berat yang mengurangi pilihan penggunaan atau memerlukan tindakan. Namun untuk tujuan konservasi tanah dan air, pengelolaan lahan tetap dilaksanakan.

Tabel 8. Luas penutupan lahan berdasarkan kelompok hidrologi tanah dan kelas kemiringan lereng

Unit Lahan	KHT	Kelas kemiringan lereng				Total	Total (B+C)	(%)
		0–8%	8–15%	15–25%	>25%			
		(ha)						
BK	B	72,4	76,3	93,3	49,0	291,1	336,3	16,4
	C	22,4	21,3	1,4	0	45,2		2,5
HLKP	B	19,8	47,5	30,9	23,6	121,8	252,4	6,8
	C	14,2	27,3	52,5	36,4	130,5		7,3
HLKS	B	25,8	87,5	89,2	18,2	220,7	226,9	12,4
	C	0,0	1,7	4,3	0	6,1		0,3
PMK	B	122,2	80,2	46,6	7,2	256,2	475,9	14,4
	C	157,6	45,9	15,3	0,7	219,6		12,4
PLKC	B	132,5	115,6	93,0	55,6	396,9	469,3	22,4
	C	25,7	18,0	25,6	3,0	72,4		4,0
TK	B	3,4	4,3	0	0	7,8	9,3	0,4
	C	1,1	0,4	0	0	1,5		0,9
Jumlah		598	527	452	194	1 771	1.771	100

Sumber : KHT=Kelompok Hidrologi Tanah Arsyad (2010)

Keterangan : BK=belukar; HLKP=hutan lahan kering primer; HLKS=hutan lahan kering sekunder; PMK=pemukiman; PLKC=pertanian lahan kering campuran; TK=tanah kosong; AF=agroforestry; BP=biopori; SR=sumur resapan; kelompok B : bahan lepas (*loess*) dangkal, lempung berpasir; Kelompok C : lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

6. Penggunaan Lahan Optimal

Simulasi penggunaan lahan dimaksud untuk mendapatkan sebaran nilai CN di DAS yang menghasilkan DAS Wae Ruhu $< Q$ DAS 2016 dengan input hujan 2013 (2.118,5 mm/th). Berdasarkan distribusi nilai CN (penggunaan lahan) pada tahun 2016 dan skenario penggunaan lahan 1 dan 2 seperti yang disajikan pada Tabel 2, dihasilkan Q DAS dan S (retensi air) sebagaimana disajikan dalam Tabel 9. Perubahan penutupan lahan dari belukar di kelas kemiringan lereng $< 25\%$ menjadi Agroforestry (AF) dan tanah kosong menjadi AF (Skenario-1) telah mampu menurunkan aliran permukaan (Q) lebih kecil dari Q pada penutupan lahan tahun 2016 maupun tahun 2012 dan 2013 dengan input curah hujan yang sama (2.118 mm/thn). Penambahan perbaikan drainase di Pemukiman menggunakan sumur resapan maupun biopori (skenario-1) lebih menurunkan Q DAS dan Skenario-2 adalah melanjutkan skenario 1 ditambahkan pengelolaan di pertanian lahan kering campuran dan hutan lahan kering sekunder pada kelas kemiringan lereng $< 25\%$ dirubah menjadi Agroforestry (AF).

Pada kondisi sebelum simulasi pengolahan lahan, perhitungan nilai CN menghasilkan retensi air hujan (S) sebesar 131,9 mm/tahun dan jumlah aliran permukaan (Q) sebesar 1.968,8 mm/tahun. Berdasarkan Tabel 9 penggunaan lahan skenario-1 maupun skenario-2 menurunkan nilai Q dan $< Q$ tahun 2013 dan 2016. Skenario-1 adalah merubah seluruh tanah kosong (TK) dan belukar (BK) di tanah-tanah KHT B dan C di

kemiringan lereng $< 25\%$ menjadi agroforestry (AF), pembuatan bio-pori serta sumur resapan di pemukiman (PMK) sudah mampu menurunkan Q sampai batas $Q < Q_{\text{banjir } 2013}$. Apabila hutan lahan kering sekunder (HLKS) diubah menjadi HLKP (skenario-2) maka pengurangan aliran permukaan semakin bertambah, sehingga $Q_{\text{skenario-2}} < Q_{\text{skenario-1}} < Q_{2013}$.

Biopori di pemukiman yang berlereng $< 25\%$ dan sumur resapan di pemukiman yang berlereng $> 25\%$ mampu merubah nilai CN dari 72 menjadi 68 (di KHT B) dan 81 menjadi 79 (di KHT C) yang berarti dengan curah hujan 2.118,5 mm mengurangi aliran permukaan ± 22 mm di KHT B dan 9 mm di KHT C. Setara dengan jumlah bio-pori ukuran diameter =10 cm dan kedalaman 1 m sejumlah 9-22 biopori/100 m² lahan pemukiman.

Agroforestry yang dibangun adalah formasi tanaman yang bernilai CN 60 di KHT B dan 70 di KHT C. Nilai CN tersebut sama dengan nilai CN hutan lahan kering sekunder, sehingga AF yang dibangun di belukar paling tidak memiliki penutupan tajuk tanaman $> 60\%$ dengan tajuk berstruktur vertikal, dengan tetap menjaga tanaman penutup lahan. Salah satu bentuk agroforestry di hulu DAS Kota Ambon terdiri dari perpaduan antara tanaman Kenari (*Canarium commune* L.) dan Pala (*Myristica fragrans* Houtt). Pada strata teratas kenari dan strata kedua adalah pala. Lebih lanjut pola perpaduan tanaman agroforestry yang ada, juga menambahkan tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), melinjo (*Gnetum gnemon* L.) dan jenis tanaman lainnya yang bernilai ekonomis (Latuihamallo dan Putuhena 2016).

Tabel 9. Parameter hidrologi (P, Q dan S) DAS pada saat penutupan lahan tahun 2016 dan skenario penggunaan lahan 1 dan 2 di DAS Wae Ruhu

Parameter	Tuplah 2013	Tuplah 2016	Tuplah Skenario-1	Tuplah Skenario-2
P (mm/thn)	2.118,5	2.118,5	2.118,5	2.118,5
Q (mm/thn)	1.968,8	1.971,3	1.959,3	1.953,0
S (mm/thn)	131,9	129,5	139,4	145,4

Keterangan : S=retensi air potensial maksimum, P= curah hujan, Q= jumlah aliran permukaan.

SIMPULAN

Di DAS Wae Ruhu terjadi perubahan penutupan lahan dalam periode 2012-2016, yaitu hutan lahan kering sekunder menjadi belukar (33 ha), belukar menjadi pemukiman (2 ha), pertanian lahan kering campuran menjadi pemukiman (55 ha). Perubahan lahan tersebut apabila terjadi hujan \geq hujan 2013 berpotensi banjir melebihi banjir 2013. Penutupan lahan yang merubah penutupan lahan 2016 berupa belukar di lahan dengan kemiringan $< 25\%$ dan tanah kosong menjadi agroforestry (AF) dan membangun biopori atau sumur resapan di pemukiman merupakan penutupan lahan optimal yang dapat menurunkan aliran permukaan (Q) menjadi lebih rendah dibandingkan Q banjir 2013. Apabila hutan lahan kering sekunder dibangun menyerupai hutan lahan kering primer aliran permukaan akan semakin kecil, sehingga potensi banjir semakin berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Banuwa I, Sinukaban N, Tarigan D, Darusman D. 2008. Evaluasi kemampuan lahan DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Trop*. 13(1): 145–153.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2013. Pelajaran Berharga dari Ambon Manise. *Gema BNPB*. 3(2): 4-11.
- Boughton WC. 1989. A Review of the USDA SCS curve number method. *Aust. J. Soil Res*. 27: 511–523. doi:10.1061/9780784410042.ch02.
- Daru T, Andawayanti U, Limantara LM. 2016. Analisis Perubahan bilangan kurva aliran permukaan (*runoff curve number*) terhadap debit banjir pada DAS Brantas Hulu. *Jurnal Teknik Pengairan*. 7(1): 150–159.
- [DISDUKCAPIL] Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Ambon 2017. Distribusi dan pertumbuhan penduduk Kota Ambon menurut kecamatan tahun 2012-2016. Ambon (ID): DISDUKCAPIL.
- Ferng JJ. 2009. Applying input-output analysis to scenario analysis of ecological footprints. *Ecological Economics*. 69(2): 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.006>
- Ferijal T. 2012. Prediksi hasil limpasan permukaan dan laju erosi dari Sub DAS Krueng Jreu menggunakan Model SWAT. *Jurnal Agrista*. 16(1): 29–38.
- Indrihastuti D, Murtiaksono K, Tjahjono B. 2016. Analisis lahan kritis dan arahan rehabilitasi lahan dalam pengembangan wilayah Kabupaten Kendal Jawa Tengah. *Tataloka*. 18(3): 141–156.
- [KEMENHUT] Kementerian Kehutanan. 2010. *Pedoman Identifikasi Karakteristik DAS*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal BPDASPS.
- Kayastha RB, Ohata T, Ageta Y. 1999. Application of A Mass-balance Model to A Himalayan Glacier. *Journal of Glaciology*. 45(151): 559–567. <https://doi.org/10.1002/hyp>.
- Latuihamallo J, Putuhena JD. 2016. Analisis nilai guna hutan sebagai penyediaan air bersih dan implementasi PES (*Payment for Ecosystem Service*) bagi pemilik dusun di Hutan Lindung Gunung Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 1(1): 44–52.
- Lyon SW, Walter TM, Gerard-Marchant P, Steenhuis TS. 2004. Using a topographic index to distribute variable source area runoff predicted with the SCS curve-number equation. *Hydrological processes*. 18(15): 2757–2771. doi:10.1002/hyp.1494.
- Mack MJ. 1995. HER—hydrologic evaluation of runoff, the soil conservation service curve number technique as an interactive computer model. *Computers & Geosciences*. 21(8): 929–935. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(95\)00029-8](https://doi.org/10.1016/0098-3004(95)00029-8)
- Mc Cuen RH. 1982. *A Guide to Hydrologic Analysis Using SCS Methods*. Prentice-Hall, New Jersey (US): Inc. Englewood Cliffs.
- Ponce VM, Hawkins RH. 1996. Runoff curve number: Has it reached maturity. *Journal of Hydrologic Engineering*. 1(1): 11–19.
- Putuhena JD. 2013. Model dinamik pengelolaan daerah aliran sungai (*watershed*) dalam upaya penyediaan air yang berkelanjutan di Semenanjung Leitimor Pulau Ambon [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Saribun DS. 2007. Pengaruh jenis penggunaan lahan dan kelas kemiringan lereng terhadap bobot isi, porositas total, dan kadar air tanah pada Sub-Das Cikapundung Hulu [skripsi]. Bandung (ID): Fakultas Pertanian Universitas Pajajaran Bandung

- Sunandar AD. 2014. Penentuan luas hutan optimal ditinjau dari respon hidrologis di DAS Asahan [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Tikno S, Hariyanto T, Anwar N, Karsidi A, Aldrian E. 2016. Aplikasi metode *Curve Number* untuk mempresentasikan hubungan curah hujan dan aliran permukaan di DAS Ciliwung Hulu–Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 13(1): 25–36.
- Wiwoho BS. 2008. Analisis potensi daerah resapan air hujan di Sub DAS Metro Malang Jawa Timur. *MIPA*. 1(6): 91–96.
- Yudarwati R. 2016. Perubahan penggunaan lahan dan arahan pengendaliannya di Kabupaten Bogor dan Cianjur [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.