



Evaluasi Daya Dukung dan Skenario Konservasi DAS Wosi di Kabupaten Manokwari, Papua Barat

(Evaluation of Carrying Capacity and Conservation Scenarios of Wosi Watershed at Manokwari Regency, West Papua)

Mahmud^{1*}, Danang Wijaya², Wahyudi¹ & Ambar Kusumandari³

¹Fakultas Kehutanan Universitas Papua, Manokwari, 98314

²Staf BPDASHL Remu Ransiki Manokwari Papua Barat, Manokwari, 98314

³Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

Email: mahmudalya6@gmail.com

HASIL PENELITIAN

DOI: 10.22146/jik.v15i2.1759

RIWAYAT NASKAH :

Diajukan (submitted): 27 April 2021

Diperbaiki (revised): 25 Agustus 2021

Diterima (accepted): 14 September 2021

KEYWORD

evaluation, carrying capacity
conservation scenario, maintained,
Wosi watershed

KATA KUNCI

evaluasi, daya dukung,
skenario konservasi, dipertahankan,
DAS Wosi

ABSTRACT

Around 12.62% of watersheds in Indonesia are damaged and need restoration immediately to prevent floods, landslides, and other related disasters. This study aimed to evaluate the Wosi watershed and formulate conservation scenarios to improve its conditions. The data collection included hydrology (quantity, continuity, and water quality), land (critical land index, percentage of vegetation cover, and erosion index), socio-economic (population pressure, welfare level, existence, and regulations enforcement), building investment (city classification and water building value classification), and the use of space (protected areas and cultivation areas). The evaluation of carrying capacity used a scoring analysis. The scenarios formulation used the information on potential carrying capacity and conservation strategies. The results suggested that the carrying capacity of the Wosi watershed from 2016-2019 had fallen into "bad" and "very bad" categories. To improve these conditions, the government can assign the riparian areas as a government asset, build ponds and dikes in the flood-prone areas, apply small recharge pond (SRP) on the cacao plantations, and assign Wosi Rendani protected forest (HLWR) as an urban forest. The implementation of these conservation strategies will result in the improvement of (a) the carrying capacity of the Wosi watershed and (b) the status into the "good" category to support environmentally friendly development in Manokwari city.

INTISARI

Indonesia memiliki 12,62 persen DAS yang telah rusak yang harus segera diperbaiki agar bencana banjir, longsor maupun bencana lain menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi DAS Wosi dan membuat skenario konservasi agar berubah menjadi baik. Data yang dikumpulkan antara lain: hidrologi (kuantitas, kontinuitas, dan kualitas air) lahan (indeks lahan kritis, persentase penutupan vegetasi, indeks erosi), sosial ekonomi (penduduk, kesejahteraan, keberadaan dan peraturan), dan pemanfaatan ruang (areal lindung dan areal budidaya) dan investasi bangunan (klasifikasi nilai bangunan air dan kota). Evaluasi daya dukung menggunakan analisis skoring sementara skenario berdasarkan kondisi daya dukung dan potensi konservasi yang bisa diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan daya dukung DAS dari tahun 2016–2019 berkategori buruk dan sangat buruk. Skenario konservasi yang perlu diterapkan yaitu penetapan sempadan sungai dari hulu ke hilir sebagai daerah perlindungan dan dijadikan aset pemerintah, membangun embung, tanggul, kolam resapan kecil (KRC) pada perkebunan coklat, dan menetapkan hutan lindung Wosi Rendani (HLWR) menjadi hutan kota. Simulasi KRC pada curah hujan kategori lebat sampai sangat lebat air tertampung dan tidak terjadi limpasan permukaan. Berbagai skenario konservasi tersebut diharapkan daya dukung DAS Wosi menjadi kategori baik, berubah dari DAS berstatus dipulihkan menjadi dipertahankan, untuk mendukung pembangunan kota Manokwari yang ramah lingkungan.

Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah rusak yang ditandai banyaknya bencana banjir, longsor dan banjir bandang pada awal tahun 2021 sebagai dampak pembangunan dan pengembangan kota, peningkatan jumlah penduduk dan penggunaan sumberdaya alam (SDA) yang terus-menerus. SDA dewasa ini dipergunakan sebagai *income* daerah terkadang tanpa memperhatikan aspek keberlanjutan sehingga menimbulkan bencana alam dan kerusakan daerah aliran sungai (DAS). DAS di Indonesia yang tergolong DAS prioritas (dipulihkan/rusak) pada tahun 1984 sebanyak 22 DAS, pada tahun 1994 meningkat sebanyak 39 DAS, tahun 1999 sebanyak 62 DAS dan pada tahun 2009 menjadi 108 DAS. Indonesia memiliki lebih dari 17.076 DAS yang tersebar di seluruh penjuru negeri, dimana 12.62% (2.145 DAS) berstatus perlu dipulihkan (KLHK 2019).

Sejak tahun 2012 pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS, dimana DAS berdasarkan statusnya dapat diklasifikasi menjadi 2 (dua) yaitu DAS yang dipulihkan/rusak dan DAS yang dipertahankan/baik. Ciri-ciri suatu DAS yang harus dipulihkan ditandai dengan terjadi seperti erosi, sedimentasi, tanah longsor dan banjir/banjir bandang yang menyebabkan kerusakan lingkungan. DAS yang dipulihkan perlu diperbaiki dengan berbagai cara seperti perencanaan/skenario, pelaksanaan dan evaluasi. Skenario sebagai tahap awal dalam pengambilan keputusan diharapkan dapat memulihkan daya dukung DAS menjadi lebih baik. Skenario ditentukan dengan menganalisis kondisi daya dukung dan potensi konservasi yang mungkin bisa diterapkan. Upaya perbaikan DAS juga dapat dilakukan melalui sinergi kebijakan, seperti melalui pengembangan dan evaluasi informasi geografis dan teknologi geografis diintegrasikan dalam

perencanaan tata ruang terpadu untuk pengelolaan banjir (Ran & Budic 2016).

Kerusakan DAS akan menimbulkan berbagai bencana alam, seperti bencana banjir, longsor, banjir bandang, dan menimbulkan kerugian materiil dan non-materiil, dengan nilai yang diperkirakan mencapai ratusan triliun tiap tahun. Kerusakan DAS Arui diduga sebagai dampak alih fungsi hutan menjadi kelapa sawit, sehingga menimbulkan bencana banjir bandang di Distrik Masni (Mahmud et al. 2018). Demikian juga kerusakan DAS daerah hulu menyebabkan banjir di Banjarmasin Kalimantan Selatan. Kerusakan DAS Ciliwung di bagian hulu menyebabkan Kota Jakarta menjadi langganan banjir setiap tahun (Ariebowo et al. 2020).

Sumberdaya suatu DAS terdiri dari sumberdaya alam, sumberdaya manusia, sumberdaya buatan, dan sumberdaya sosial (institusi), dimana masing-masing saling mempengaruhinya. Bencana banjir disamping karena kerusakan DAS di daerah hulu, juga disebabkan oleh kebiasaan buruk seperti buang sampah di sungai, alih fungsi hutan lindung, alih fungsi badan air menjadi pemukiman dan sempadan sungai menjadi daerah terbangun. Menurut Asdak (2010), masyarakat yang tinggal dalam DAS merupakan faktor terpenting bagi berhasilnya pengelolaan DAS yang baik dan sehat. Masyarakat sebagai bagian dari ekosistem DAS berusaha memanfaatkan semua sumber daya alam yang terdapat didalamnya. Hasilnya tidak selalu positif, terkadang negatif yaitu timbul erosi, longsor, kualitas dan kuantitas air yang rendah, tidak kontinuitas aliran dan bahkan banjir (Paroissien et al. 2014; Wahyuningrung & Putra 2018).

Pencegahan bencana banjir (mitigasi) karena kerusakan DAS dapat dilakukan secara struktural dan non-struktural meliputi: sistem drainase, waduk, sistem peringatan dini, naturalisasi sungai, dam penahan, *gully plug*, sumur resapan air, hutan

kota dan konservasi hulu DAS (Yuniartanti 2018). Mitigasi banjir DAS Arui di Kabupaten Manokwari melalui normalisasi, pelurusan sungai, desain parit lorong buntu dan mengembalikan fungsi sempadan sungai (Mahmud et al. 2019b). Penanggulangan dan mitigasi banjir secara struktural juga dapat dilakukan dengan membuat jembatan lebih tinggi sehingga mampu melewati material banjir, sedangkan yang non-struktural melalui peringatan dini berdasarkan kearifan lokal (Hidayat & Iswardoyo 2019).

Kabupaten Manokwari memiliki 7 (tujuh) DAS yang harus dipulihkan, salah satunya adalah DAS Wosi (BPDASHL Remu Ransiki 2016). Daerah Wosi berada di daerah pusat pemukiman penduduk, jantung kota Manokwari yang terus berkembang dan berbatasan dengan garis pantai Teluk Soribo. Bencana banjir akibat limpasan permukaan sudah sering terjadi di daerah hilir DAS Wosi, termasuk sekitar bandar udara Rendani, pasar besar Wosi, dan berbagai wilayah pemukiman di kota Manokwari. Kerusakan DAS Wosi tidak bisa dibiarkan mengingat fungsinya menjaga kualitas air, mencegah banjir, longsor dan sedimentasi. Oleh karena itu, perlu evaluasi daya dukung DAS dan perencanaan skenario konservasi

yang mungkin bisa diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi daya dukung DAS Wosi dan menentukan berbagai skenario tindakan, untuk perencanaan pengelolaan DAS Wosi dari status diperbaiki/rusak menjadi dipertahanan/baik.

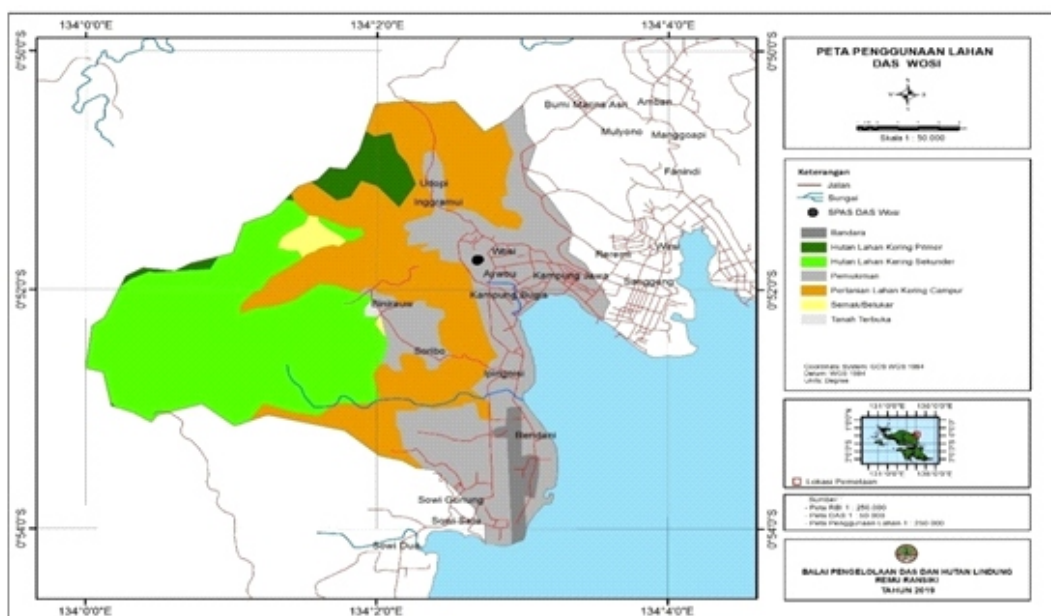
Metode

Lokasi Penelitian

DAS Wosi secara geografis terletak pada 133°0'0,722"BT–134°3'34,55"BT serta 0°50'25,5"LS–0°54'8,24"LS. Hulu DAS Wosi meliputi bukit yang cukup terjal di wilayah Wosi Rendani dan muaranya berada di teluk Pulau Mansinam. Luas wilayah DAS Wosi berdasarkan peta batas DAS adalah seluas 2.346,32 ha (Gambar 1).

Bahan dan Peralatan

Sebagai bahan penelitian yaitu debit sungai, sedimen, curah hujan dari tahun 2016 sampai 2019 yang diperoleh dari stasiun pengamat air sungai (SPAS) yang dipasang oleh BPDASHL Remu Ransiki seperti tersaji pada Gambar 1. Peta DAS Wosi (peta penutupan lahan skala 1:50.000, peta penggunaan lahan skala 1:50.000 dan peta kelerengan skala 1:50.000) untuk memperoleh data luas penggunaan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan SPAS
Figure 1. Map of research location and SPAS

Tabel 1. Evaluasi Daya dukung DAS Wosi
Table 1. Evaluation of carrying capacity Wosi watershed

Sub Kriteria	Bobot	Parameter	Nilai	Kelas	Skor
Koefisien ezim aliran (KRA)	5	$KRA = \frac{Q \text{ max}}{Q \text{ min}}$	KRA >110 80 < KRA ≤ 110 50 < KRA ≤ 80 20 < KRA ≤ 50 KRA ≤ 20	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Koefisien aliran tahunan (KAT)	5	$KAT = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}}$	KAT > 0,5 0,4 < KAT ≤ 0,5 0,3 < KAT ≤ 0,4 0,2 < KAT ≤ 0,3 KAT ≤ 0,2	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Muatan sedimen (MS)	4	MS = k x Cs x Q	> 20 15 < MS ≤ 20 10 < MS ≤ 15 5 < MS ≤ 10 MS < 5	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Banjir	2	Frekuensi kejadian Banjir	>1 kali dalam 1 tahun 1 kali tiap tahun 1 kali dalam 2 tahun 1 kali dalam 5 tahun Tidak pernah	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Indeks penggunaan air (IPA)	4	$IPA = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Persediaan Air}} \times 100 \%$	IPA < 1,700 0,75 < IPA ≤ 1,00 0,50 < IPA ≤ 0,75 0,25 < IPA ≤ 0,50 IPA ≤ 0,25	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Persentase lahan kritis (PLK)	20	$PLK = \frac{\text{Luas Lahan Kritis}}{\text{Luas DAS}} \times 100\%$	PLK > 20 15 < PLK ≤ 20 10 < PLK ≤ 15 5 < PLK ≤ 10 PLK ≤ 5	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Persentase penutupan vegetasi (PPV)	10	$PPV = \frac{LVP}{\text{Luas DAS}} \times 100\%$	PPV > 80 60 < PPV ≤ 80 40 < PPV ≤ 60 20 < PPV ≤ 40 PPV ≤ 20	Sangat Baik Baik Sedang Buruk Sangat Buruk	0,5 0,75 1 1,25 1,5
Indeks erosi (IE)	10	$IE = \frac{\text{Erosi aktual}}{\text{Erosi yg ditoleransi}} \times 100 \%$	> 2,0 1,5 < IE ≤ 2,0 1,0 < IE ≤ 1,5 0,5 < IE ≤ 1,0 IE ≤ 0,5	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Tekanan Penduduk (TP); Indeks ketersediaan lahan (IKL)	10	$IKL = \frac{\text{Luas Lahan Pertanian}}{\text{Jumlah KK Petani}}$	IKL > 4,0 2,0 < IKL ≤ 4,0 1,0 < IKL ≤ 2,0 0,5 < IKL ≤ 1,0 IKL ≤ 0,5	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Tingkat kesejahteraan penduduk (TKP)	7	$TKP = \frac{\text{Jumlah KK miskin}}{\text{Jumlah KK Total}} \times 100\%$	TKP > 30 20 < TKP ≤ 30 10 < TKP ≤ 20 5 < TKP ≤ 10 TKP ≤ 5	Sangat Buruk Buruk Sedang Baik Sangat Baik	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Ada dan Penegakan Aturan	3	Ada tidaknya suatu aturan masyarakat di DAS yang berkaitan dengan konservasi	Ada aturan tapi kontra konservasi Tidak ada peraturan Ada, tidak dipraktekkan Ada, dipraktekkan terbatas Ada, dipraktekkan luas	Sangat Buruk Buruk Sedang Baik Sangat Baik	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Klasifikasi kota	5	Status dan keberadaan kota	Kota Metropolitan Kota Besar Kota Madya Kota Kecil Tidak ada kota	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Nilai bangunan air (NBA; rupiah)	5	$NBA = \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Indeks Bangunan Air (IBA)}}$	NBA > 60 milyar 45 < NBA ≤ 60 milyar 30 < NBA ≤ 45 milyar 15 < NBA ≤ 30 milyar ≤ 15 milyar	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Areal lindung (AL)	5	$AL = \frac{\text{Luas liputan vegetasi}}{\text{Luas Hutan Lindung}} \times 100\%$	KL ≤ 15 15 < KL ≤ 30 30 < KL ≤ 45 45 < KL ≤ 70 KL > 70	Sangat Buruk Buruk Sedang Baik Sangat Baik	1,5 1,25 1 0,75 0,5
Areal budidaya (AB)	5	$AB = \frac{\text{Kelerengan lahan 0-25\%}}{\text{Luas areal Budidaya}} \times 100\%$	KB < 15 15 < KB < 30 30 < KB < 45 45 < KB < 70 KB > 70	Sangat Tinggi Tinggi Sedang Rendah Sangat Rendah	1,5 1,25 1 0,75 0,5

Keterangan: Q = debit air; P = tebal hujan; k = konstanta 0.0864; Cs = konsentrasi sedimen; DAS = daerah aliran sungai; KK = kepala keluarga; KL = kawasan lindung; KB = kawasan budidaya
 Remarks: Q = water discharge; P = precipitation; k = constanta 0.0864; Cs = sediment concentration; DAS = watershed; KK = householder; KL = protected area; KB = cultivation areas

lahan, lahan kritis, kelerengan kawasan, keberadaan kawasan konservasi, hutan lindung dan penutupan vegetasi. Peralatan yang digunakan diantaranya: *Automatic Rainfall Recorder* (ARR) digunakan untuk menentukan curah hujan; *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) digunakan untuk mengetahui tinggi muka air sungai; *current meter* digunakan untuk menentukan kecepatan arus sungai; meteran digunakan untuk menentukan panjang dan lebar sungai saat pengukuran manual di sungai; stopwatch digunakan untuk menentukan kecepatan arus sungai secara manual; *suspended sediment sampler* digunakan untuk menentukan sedimen; kertas filter bermanfaat untuk menyaring sedimen; oven pengering untuk mengeringkan sedimen; kalkulator untuk menghitung dengan cepat; sedangkan komputer dan printer untuk menulis dan mencetak artikel.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data tentang gambaran kondisi lahan, tata air, sosial ekonomi, pemanfaatan ruang dan investasi bangunan sesuai indikator-indikator yang ada pada Peraturan Menteri Kehutanan No. P.61/Menhut-II/2014 tentang monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS. Pengolahan data dari tahun 2016 sampai 2019 meliputi kondisi lahan ditujukan untuk mengetahui besar perubahan kondisi lahan yang sedang terjadi serta dampaknya pada degradasi lahan meliputi: indeks erosi, persentase penutupan vegetasi, indeks persentase lahan kritis. Sosial

ekonomi diantaranya tekanan penduduk (TP), kesejahteraan penduduk (KP), investasi bangunan, pemanfaatan wilayah dan keberadaan serta penegakan aturan. Sementara tata air untuk indikator kualitas, kontinuitas dan kuantitas air sangat terkait dengan permasalahan-permasalahan kekeringan dan banjir (Tabel 1).

Analisis Data

Evaluasi daya dukung DAS (DDD) diawali dengan menentukan skor untuk masing-masing parameter mengacu pada Permen No. 61/Menhut-II/2014 (Tabel 2). Sementara skenario konservasi berdasarkan kondisi daya dukung dan potensi konservasi yang memungkinkan bisa diterapkan. Masing-masing nilai, bobot, skor dari indikator dan parameter-parameternya dievaluasi dan dianalisis. Dengan menjumlahkan hasil kali nilai dan bobot dari masing-masing parameter akan diperoleh hasil akhir evaluasi DAS (Tabel 2).

Hasil dan Pembahasan

Evaluasi DAS

Koefisien Rezim Aliran

Pengukuran debit air merupakan bagian sangat penting untuk mengevaluasi sejauh mana curah hujan terjadi berpengaruh terhadap aliran permukaan, sedimen, tinggi muka air sungai dan daya tampung sungai. Hasil penelitian koefisien rezim aliran (KRA) tercantum pada (Tabel 3).

Tabel 2. Klasifikasi Kondisi Daya Dukung DAS

Table 2. Clasification of watershed carrying capacity condition

No	Nilai	Kategori
1.	$DDD \leq 70$	Sangat Baik
2.	$70 < DDD \leq 90$	Baik
3.	$90 < DDD \leq 110$	Sedang
4.	$110 < DDD \leq 130$	Buruk
5.	$DDD > 130$	Sangat Buruk

Sumber (Source): Permen No. 61 /Menhut-II/2014

Tabel 3. Nilai koefisien rezim aliran (KRA) pada DAS Wosi
Table 3. Flow regime coefficient (KRA) value on Wosi Watershed

Tahun	Debit maksimum (m ³ /det)	Debit minimum (m ³ /det)	KRA	Penilaian
2016	1,23	0,06	20,53	0,75 (rendah)
2017	2,37	0,04	60,57	1 (sedang)
2018	3,73	0,02	232,29	1,5 (sangat tinggi)
2019	7,1	0,01	711,87	1,5 (sangat tinggi)

Tabel 3 menunjukkan kecenderungan peningkatan perbedaan aliran air. Tahun 2016 hasil penilaian KRA rendah akan tetapi tahun 2019 hasil penilaian sangat tinggi. Hal ini menunjukkan terdapat penurunan daya dukung DAS dalam menerima, meresapkan dan mengalirkan air hujan ke sungai. Berdasarkan Mahmud et al. (2009), bila KRA kecil berarti aliran air sepanjang tahun dengan tidak menunjukkan tinggi muka air yang berarti, yakni kemampuan mengeluarkan air seperti pada mata air yang mengalir ke sungai. Sebaliknya, jika KRA sangat besar berarti aliran air sungai mudah berubah, terkadang rendah, maka bisa menyebabkan banjir. Hal ini mengindikasikan aliran sungai tidak baik, karena kemampuan hutan dan lahan dalam meresapkan, menyimpan, menerima air hujan, dan mengeluarkan air tidak baik. Intensitas hujan, penutupan vegetasi, tipe tanah, kelerengan dan teknik pengolahan lahan terdapat hubungan kemampuan DAS dalam menerima, menyimpan dan mengeluarkan serta mengalirkan air.

Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

Pengamatan aliran sungai menjadi bagian cukup penting untuk mengevaluasi sejauh mana limpasan permukaan, muka air sungai, daya tampung

sungai dan sedimen berpengaruh terhadap masukan air hujan. Hasil penelitian koefisien aliran tahunan (KAT) tercantum pada (Tabel 4).

Koefisien aliran tahunan mengindikasikan berapa persen curah hujan yang menjadi limpasan (*runoff*) di DAS. Tabel 4 menunjukkan pula KAT selalu berubah, mulai dari rendah sampai sangat tinggi. Penilaian KAT yang rendah berarti daya dukung DAS, baik sementara KAT yang sangat tinggi, menunjukkan daya dukung DAS mengalami penurunan. Curah hujan yang semakin meningkat akan tetapi tidak selalu diiringi peningkatan debit air diduga intensitas hujan yang rendah, distribusi hujan merata dan penutupan tajuk yang baik. Semakin banyak tajuk dan dengan penyebaran yang luas akan mengurangi cucuran tajuk, aliran batang untuk sampai ke permukaan tanah (Mahmud et al. 2019a). Saat sampai permukaan tanah, air akan meresap, jika telah jenuh akan menjadi aliran permukaan. Debit air semakin baik ini menunjukkan aliran air lebih banyak dari mata air dari pada aliran permukaan. Pemerintah dan pemerhati lingkungan harus mewaspadai masyarakat dalam pemanfaatan lahan untuk selalu menerapkan konservasi tanah & air serta mengikuti Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Manokwari.

Tabel 4. Nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada DAS Wosi
Table 4. Annual Flow Coefficient (KAT) value on Wosi Watershed

Tahun	Debit maksimum (m ³ /det)	Debit minimum (m ³ /det)	KRA	Penilaian
2016	1,23	0,06	20,53	0,75 (rendah)
2017	2,37	0,04	60,57	1 (sedang)
2018	3,73	0,02	232,29	1,5 (sangat tinggi)
2019	7,1	0,01	711,87	1,5 (sangat tinggi)

Tabel 5. Indeks erosi (IE) dan muatan sedimen (MS) 2016 sampai 2019 pada DAS Wosi
Table 5. Erosion index (IE) and sediment load (MS) 2016-2019 on Wosi Watershed

Tahun	Indeks erosi (IE)			Muatan sedimen (MS)			
	IE	skor	Penilaian	Sedimen ton/ha/tahun	Sedimen mm/tahun	skor	Penilaian
2016	3,74	1,5	sangat tinggi	247,63	17,6	1,5	tinggi
2017	9,38	1,5	sangat tinggi	223,64	15,97	1,25	tinggi
2018	39,69	1,5	sangat tinggi	347,48	24,82	1,5	sangat tinggi
2019	39,69	1,5	sangat tinggi	398,34	37,00	1,5	sangat tinggi

Indeks Erosi (IE) dan Muatan Sedimen (MS)

Sedimen dan erosi mempunyai hubungan yang sangat erat; hal ini berkaitan terhadap faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya erosi. Adapun indeks erosi (IE) dan muatan sedimen (MS) tertera di Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 di atas diketahui DAS Wosi memiliki nilai indeks erosi >2 dan termasuk dalam skor 1,5 kelas sangat tinggi. Peningkatan erosi berkaitan terhadap muatan sedimen yang bernilai sangat tinggi (Tabel 5). Dari hasil analisa peta lahan kritis DAS Wosi terlihat memiliki nilai persentase lahan kritis tinggi. Penurunan hasil pertanian berkaitan dengan proses erosi yang berkepanjangan karena terjadi penurunan produktivitas lahan (Ranzi et al. 2012; Zhao et al. 2013); dengan demikian menunjukkan semakin banyak material yang terbawa oleh air menuju ke sungai. Menurut Mahmud et al. (2019b), peningkatan IE menunjukkan semakin banyak partikel yang tidak mampu ditahan oleh serasah, tumbuhan bawah dan vegetasi lain. Semakin banyak serasah tumbuhan dan topografi yang cenderung alami akan mengurangi limpasan permukaan. Percepatan proses erosi dan sedimentasi sebagai dampak pemanfaatan lahan secara berlebihan dan tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air akan menurunkan kinerja DAS (Wahyuningrum & Putra 2018).

Banjir

DAS Wosi pernah terjadi banjir dengan frekuensi lebih dari 1 kali dalam 1 tahun, sehingga masuk dalam

kelas sangat tinggi dengan skor 1,5 nilai DDD sebesar 3. Awal tahun 2021, pemerintah telah meninggikan bangunan tanggul pada sungai Wosi (Gambar 2 dan 3) yang diharapkan bisa mengurangi frekwensi banjir yang tadinya lebih dari 1 kali dalam setahun menjadi 1 kali dalam 5 tahun, sehingga nilai DDD menjadi sebesar 1,5. Kebiasaan masyarakat yang tinggal di sempadan sungai dan di daerah rawa sedini mungkin harus dicegah dan selalu mematuhi RTRW. Pada DAS Wosi pernah terjadi banjir di kampung Wosi dan Tanimbar. Kampung Wosi dan Tanimbar berada di dataran agak rendah dan sedikit rawa yang memungkinkan air mudah tergenang. Menurut Mahmud et al. (2018), potensi banjir pada daerah yang lebih rendah dan cenderung cekung akan semakin terjadi karena air mudah terkonsentrasi pada daerah rendah. Masyarakat yang pernah kebanjiran sebaiknya direlokasi ke tempat yang lebih aman dan jangan membangun di sempadan sungai maupun daerah cenderung cekung.

Persentase Lahan Kritis (PLK) dan Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)

Berdasarkan Tabel 6, persentase lahan kritis (PLK) mulai tahun 2016–2019 cenderung mengalami peningkatan dengan kategori tinggi sampai sangat tinggi. Sistem pertanian masyarakat asli Papua yang cenderung berpindah-pindah dan membuka lahan dengan membakar diduga menyebabkan luas lahan kritis cenderung semakin meluas. Demikian juga menurut Maulana et al. (2019), persiapan lahan

Tabel 6. Persentase lahan kritis (PLK) dan persentase penutupan vegetasi (PPV) pada DAS Wosi
Table 6. Critical land percentage (PLK) and vegetation coverage percentage (PPV) on Wosi watershed

Tahun	PLK				PPV			
	LLK	luas DAS	PLK (%)	Penilaian	LVP	luas DAS	PPV (%)	Penilaian
2016	373,57 ¹	2.346,32	15,92	1,25(tinggi)	962,09	2.346,32	41	1(sedang)
2017	373,57 ¹	2.346,32	15,92	1,25(tinggi)	963,63	2.346,32	41,07	1(sedang)
2018	564,83	2.346,32	24,23	1,5 (sangat tinggi)	1.591,12	2.346,32	67,81	0,75 (baik)
2019	564,83	2.346,32	24,23	1,5 (sangat tinggi)	1.591,12	2.346,32	67,81	0,75 (baik)

Keterangan: LLK = luas lahan kritis; LVP = luas vegetasi permanen
 Remarks: LLK = critical land area; LVP = permanent vegetation area

Tabel 7. Tekanan penduduk/indeks ketersediaan lahan (IKL) dan tingkat kesejahteraan penduduk (TKP)
Table 7. Population pressure/land availability index and population welfare level

Tahun	IKL				TKP			
	Luas lahan pertanian (ha)	Σ keluarga petani (KK)	IKL	Penilaian	Σ KK miskin	Σ KK total	TKP (%)	Penilaian
2016	71,5	410	0,17	1,5 (sangat rendah)	440	720	61,11	1,5 (sangat buruk)
2017	50,75	250	0,20	1,5 (sangat rendah)	413	589	70,12	1,5 (sangat buruk)
2018	44,5	265	0,17	1,5 (sangat rendah)	314	490	63,8	1,5 (sangat buruk)
2019	43,5	210	0,207	1,5 (sangat rendah)	178	287	62,02	1,5 (sangat buruk)

Keterangan: KK = kepala keluarga
 Remark: KK = householder

dengan membakar pada perladangan berpindah berdampak penurunan kekayaan jenis tanaman dan berimbang pada susunan vegetasi pada lahan pasca perladangan.

Pembukaan perladangan berpindah dengan membakar berpotensi menyebabkan kerusakan hutan dan penurunan luas hutan 7,47% (25,75 ha) (Ernawati 1996). Sementara itu, persentase penutupan vegetasi (Tabel 6) cenderung semakin baik dari nilai sedang sampai baik. Semenjak pemerintah mencanangkan program 1 juta pohon, GNRHL—Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan, reboisasi dan penghijauan pada lahan kritis DAS Wosi, maka penutupan vegetasi semakin baik.

Tekanan Penduduk/ Indeks Ketersediaan Lahan (IKL) dan Tingkat Kesejahteraan Penduduk (TKP)

Pada Tabel 7, indeks ketersediaan lahan (IKL) DAS Wosi sebesar 0,17–0,207 pada kelas sangat rendah (skor 1,5) dalam 4 tahun cenderung tetap; ini

menunjukkan luas lahan yang sempit tidak sebanding dengan jumlah penggarap. Sementara itu, tingkat kesejahteraan penduduk (TKP) sebesar 61,11–70,12 bernilai sangat buruk. Pemerintah telah banyak melakukan pemberdayaan masyarakat asli Papua, seperti: wirausahaan muda Papua, peduli pelestarian alam, pelatihan anak muda Papua, program pertumbuhan wirausahaan pertanian, dan pertukangan kayu. Akan tetapi, seiring waktu pelaku ekonomi masih didominasi pendatang sehingga tingkat kesejahteraan masyarakat Papua masih agak rendah.

Keberadaan dan Penegakan Aturan

Sampai saat ini di DAS Wosi belum ada norma tentang konservasi tanah dan air. Sebenarnya masyarakat sekitar hutan pada DAS Wosi didominasi orang asli Papua yang memiliki kearifan lokal *Igyarso hanjop*. Pada masyarakat asli Papua yang menghuni di Kabupaten Pegunungan Arfak memiliki kearifan

lokal *Igyarso hanjop* (menjaga batas). Kearifan lokal tersebut memiliki peran penting dalam memanfaatkan lahan dengan membatasi lahan mana yang harus dibuka dan lahan mana yang harus dilindungi. Norma dan kearifan lokal *Igyarso hanjop* pada masyarakat DAS Wosi sebenarnya ada tapi belum dilaksanakan. Diharapkan, kearifan lokal *Igyarso hanjop* bisa dilaksanakan oleh masyarakat, sehingga DAS Wosi semakin baik (DAS dipertahankan). Sampai saat ini, kearifan lokal ada, tetapi tidak dilaksanakan; kategori kelas sedang skor 1 dengan nilai DDD sebesar 3.

Klasifikasi Kota

Berdasarkan jumlah penduduk yang ada di wilayah DAS Wosi berada di Distrik Manokwari Barat, maka kriteria kawasan termasuk perkotaan kecil karena jumlah penduduknya sebanyak 89.639 jiwa. Kriteria kawasan perkotaan berdasarkan jumlah penduduk tersebut berada pada kisaran antara 50.000 s/d 100.000 jiwa. Dalam perhitungan keberadaan dan status kota pada wilayah tersebut, maka diberi nilai sebagai kota kecil. Oleh karena itu, wilayah di DAS Wosi tersebut termasuk dalam kelas rendah, dengan skor 0,75 dengan nilai DDD sebesar 3,75

Nilai Bangunan Air (NBA)

Bangunan air yang dimaksud adalah dam, bendungan, waduk dan saluran irigasi (Permen No. 61 Menhut-II tahun 2014). Data bangunan air diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Dinas/instansi yang membidangi pengairan di provinsi/kabupaten/kota. Pemantauan nilai bangunan air (NBA) dilakukan untuk mengetahui nilai bangunan air (Rupiah) di DAS. Pada lokasi DAS Wosi tidak terdapat bangunan air sehingga nilai investasi bangunan air ≤ 15 milyar rupiah seperti bendungan, waduk, dam dan saluran irigasi. Oleh karena itu, NBA termasuk dalam kelas sangat rendah dengan skor 0,5 dengan nilai DDD sebesar 2,5. Akan tetapi, dalam DAS Wosi terdapat tanggul dengan nilai investasi ≤ 15 milyar rupiah. Hasil wawancara dengan masyarakat yang biasanya terdampak banjir merasa senang telah dibangunnya tanggul mulai tahun 2015 dan dilanjutkan 2020 yang mengurangi frekwensi banjir (Gambar 2). Namun, pada masyarakat lain ada sebagian tanggul belum selesai karena keterbatasan dana pemerintah; mereka agak was-was suatu saat nanti akan banjir (Gambar 3). Oleh karena itu, perlu skenario untuk melanjutkan pembangunan tanggul



Gambar 2. Tanggul telah selesai
Figure 2. The embankment has been finished



Gambar 3. Tanggul belum selesai
Figure 3. The embankment has been not finished

untuk tahun berikutnya dan tanggul dimasukkan sebagai kriteria bangunan air, karena tanggul mampu menahan luapan air banjir yang akan menuju kepemukiman.

Areal Lindung (AL)

Wilayah yang termasuk areal lindung adalah hutan konservasi, hutan lindung dan kawasan lindung lainnya. Kawasan DAS Wosi, mulai tahun 2016-2019 tidak terdapat fungsi kawasan lindung sehingga hasilnya 0 dari hasil analisis peta fungsi kawasan, diketahui terdapat 2 fungsi kawasan yaitu areal penggunaan lain (APL) dan hutan produksi konversi (HPK). Dari hasil perhitungan luas vegetasi permanen dalam kawasan lindung di DAS Wosi diperoleh hasil persentase vegetasi permanen dalam kawasan lindung termasuk dalam kelas sangat buruk ($KL \leq 15$) dengan skor 1,5 dengan nilai DDD sebesar 7,5.

Areal Budidaya (AB)

Areal budidaya (AB) merupakan kawasan lahan yang bisa dipergunakan untuk usaha tani dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Hasil penilaian areal budidaya tercantum Tabel 8.

Penggunaan lahan untuk usaha tani yang berlebihan

dan tidak mempraktekkan konservasi tanah dan air akan menyebabkan peningkatan erosi, sedimentasi dan degradasi lahan (Wahyuningrung & Putra 2018). Berdasarkan Tabel 8, kawasan budidaya DAS Wosi memiliki nilai sebesar (15,95-55,92%) dengan kategori didominasi tinggi. Kawasan budidaya akan cocok dengan kelas kelerengan 0-25%, sehingga semakin tinggi persentase luas unit lahan dengan kelerengan ini maka kondisi DAS semakin baik. Sebaliknya, kawasan budidaya tidak cocok dengan kelas kelerengan >25%, sehingga semakin tinggi persentase luas unit lahan dengan kelerengan ini maka kondisi DAS semakin tidak baik.

Indeks Penggunaan Air (IPA)

Nilai IPA merupakan salah satu indikator ketersediaan air dan merupakan bagian sangat penting dalam pengelolaan DAS. Hasil penilaian IPA tercantum pada Tabel 9.

Perhitungan IPA di DAS Wosi tahun 2016-2019 sebesar <1.700 dengan kelas sangat jelek dan skor 1,5 (Tabel 9). Penggunaan air di daerah DAS Wosi dinilai sangat jelek dikarenakan oleh jumlah penduduk di daerah DAS Wosi banyak tidak seimbang dengan ketersediaan air, sehingga DAS Wosi dinilai kurang mampu memenuhi kebutuhan penduduk sekitar Wosi.

Tabel 8. Areal budidaya (AB)
Table 8. Cultivation area (AB)

Tahun	Areal budidaya (AB)			
	Luas lahan kelerengan 0-25 %	Luas kawasan budidaya dalam DAS	% AB	Penilaian
2016	891,74	1594,56	55,92	0,75 (rendah)
2017	100,74	631,43	15,95	1,25 (tinggi)
2018	100,74	631,43	15,95	1,25 (tinggi)
2019	100,74	631,43	15,95	1,25 (tinggi)

Tabel 9. Indeks penggunaan air
Table 9. Water use index

Tahun	IPA			
	Kebutuhan air	Persediaan air	IPA	Penilaian
2016	13.038.081,37	89.639	145,45	1,5 (sangat jelek)
2017	12.909.855,27	102.644	125,77	1,5 (sangat jelek)
2018	12.909.855,27	109.064	118,36	1,5 (sangat jelek)
2019	16.018.933,58	109.064	146,88	1,5 (sangat jelek)

Tabel 10. Evaluasi daya dukung dan skenario konservasi
Table 10. Evaluation of carrying capacity and conservation scenarios

Kriteria/sub kriteria	2016	2017	2018	2019	2020*	2021*
A. Lahan						
1. PLK	25	25	30	30	-	15
2. PPV	10	10	7,5	7,5	-	7,5
3. IE	15	15	15	15	-	10
B. Tata air						
1. KRA	3,75	3,75	7,5	7,5	-	3,75
2. KAT	3,75	3,75	7,5	3,75	-	3,75
3. MS	6	5	6	6	-	2
4. Banjir	2,5	3	3	3	-	1,5
5. IPA	6	6	6	6	-	4
C. Sosial ekonomi						
1. Tekanan penduduk	15	15	15	15	-	10
2. TKP	10,5	10,5	10,5	10,5	-	7
3. Penegakan peraturan	3	3	3	3	-	3
D. Investasi bangunan						
1. Klasifikasi kota	3,75	3,75	3,75	3,75	-	3,75
2. Klasifikasi nilai bangunan air (NBA)	2,5	2,5	2,5	2,5	-	2,5
E. Pemanfaatan ruang						
1. Areal lindung	7,5	7,5	7,5	7,5	-	3,75
2. Areal budidaya	3,75	5	6,25	6,25	-	6,25
Total	118	120	131	127,25	-	83,7
	buruk	buruk	sangat buruk	buruk		baik

Keterangan: 2020* = Tidak dilakukan monitoring dan evaluasi DAS; 2021* = Hasil yang diharapkan
 Remarks : 2020* = Watershed monitoring and evaluation is not carried out; 2021* = Expected results

Skenario Konservasi DAS WOSI

Menurut Wollenberg et al. (2001), skenario berusaha untuk merangsang pemikiran kreatif yang membantu melepaskan dari tipe pemikiran terhadap situasi, kondisi, masalah dan merencanakan tindakan. Perencanaan skenario digunakan untuk mempertajam keputusan yang segera harus diambil terhadap permasalahan dan menentukan tindakan yang berdampak dimasa datang. Pemasalahan seperti banjir, banjir bandang, longsor, kekeringan telah menjadi musibah tahunan di Indonesia. Bencana tersebut menjadi beberapa ukuran apakah termasuk DAS dipertahankan maupun dipulihkan. Musibah banjir telah menyebabkan kerusakan bangunan, fasilitas ekonomi, sarana dan prasarana dan jumlah kematian paling banyak (Perry, 2000; Kodoatie & Sugiyanto 2002; Mahmud et al. 2018). Berdasarkan Tabel 10 total daya dukung DAS (DDD)

sebesar 118 sampai 131 berkategori buruk dan sangat buruk (DAS dipulihkan). Melalui skenario konservasi diharapkan dengan semakin gencarnya program GNRHL setiap tahun di DAS Wosi akan mengurangi persentase lahan kritis menjadi skor rendah dengan nilai DDD 15. Penutupan vegetasi dengan tetap dipertahankan hulu DAS, HLWR sebagai hutan kota seluas 88 ha dan sempadan sungai seluas 92,2 ha sebagai kawasan perlindungan maka penutupan vegetasi menjadi skor baik dengan nilai DDD 7,5. Indeks erosi menjadi sedang dengan nilai DDD 10. Demikian juga nilai KRA, RAT, muatan sedimen dan banjir menjadi skor rendah dengan nilai DDD secara berturut-turut 3,75; 3,75; 2; dan 1,5. Ada 2 sungai dengan total panjang sungai 8,38 km maka sempadan sungai menjadi ruang terbuka hijau (RTH) yang dilindungi, HLWR sebagai hutan kota dan DAS hulu sebagai kawasan lindung, maka pemanfaatan ruang

wilayah sebagai kawasan lindung skor baik dengan nilai DDD menjadi 3,75.

Sementara itu tekanan penduduk pada luas lahan pertanian 230 ha dengan jumlah keluarga petani sebanyak 210 KK, maka IKL sebesar $230/210 = 1,09$ (sedang) sehingga DDD menjadi 10. Kesejahteraan penduduk diambil sampel kampung Inggramui terdapat 26 KK miskin dari jumlah KK total 139 KK, maka tekanan penduduk menjadi $26/139 \times 100\% = 18\%$ (sedang) dengan nilai DDD menjadi 7. Dari hasil skenario konservasi diharapkan untuk tahun 2021 dan seterusnya total DDD DAS semakin baik (83,4) menjadi DAS yang dipertahankan, diantara skenario konservasi adalah:

Konservasi sempadan sungai

Sempadan sungai mengacu pada Permen PUPR No.28 Tahun 2015 adalah kawasan penyangga antara ekosistem daratan dan sungai. Dominasi kawasan ini diantaranya berbagai vegetasi dan/atau lahan basah. Vegetasi tersebut berupa pepohonan sepanjang tepi kiri dan/atau kanan sungai dapat berupa tumbuhan bawah, ataupun semak belukar. Menurut BPDASHL (2016), DAS Wosi memiliki panjang sungai 8,38 km (8.380 m). Sementara itu, jika rata-rata lebar sungai 10 m, sempadan sungai 50 m kanan dan kiri berarti kawasan perlindungan sepanjang 8.380 m dan lebar sempadan 110 m. Dengan demikian terdapat 921.800 m² atau 92,2 ha kawasan perlindungan sempadan sungai. Sempadan sungai mulai hulu sampai hilir harus dikuasai oleh pemerintah sebagai aset Pemerintah Daerah maupun Pusat. Akan tetapi menurut Permen PUPR No.28 Tahun 2015, agar tidak timbul masalah di kemudian hari sempadan sungai di kawasan yang berkembang menjadi kawasan perkotaan untuk peruntukan permukiman dan peruntukan lain, baik yang legal maupun yang ilegal, batas sempadan sungai perlu segera ditetapkan. Kalau pemerintah tidak segera miliki sempadan, sungai

akan diokupasi baik sebagai pemukiman maupun daerah terbangun, sebagaimana DAS Ciliwung perubahan lahan di badan air telah diokupasi menjadi permukiman sebesar 76,39% dari total luasan badan air yang berubah (Ariebowo et al. 2020). Upaya melindungi batas sempadan sungai dengan diberi tanda dan/atau patok batas sempadan sungai.

Kawasan perlindungan sungai kalau hanya sekedar tanda dan/ atau patok tidak cukup, karena dengan mudah masyarakat akan memperjualbelikan lahan pada daerah yang telah berkembang, seperti perkotaan. Masyarakat dengan mudah mendirikan bangunan sempadan sungai dengan cara menimbun dan menguruk sehingga sempadan sungai menjadi sempit. Sempadan sungai sedini mungkin menjadi perlindungan permanen tidak hanya patok dan papan larangan akan tetapi harus ada pencegahan pencemaran air yang bisa dilakukan yaitu melarang adanya pemukiman di sempadan sungai yang dituangkan dalam peraturan daerah dan menjadikan RTH. Sebagaimana menurut Mahmud et al. (2019b) dan Ariebowo et al. (2020), sempadan sungai harus diperbanyak tanaman *riparian* untuk menahan laju erosi dan membangun IPAL (instalansi pembuangan air limbah) komunal di pemukiman. Kawasan perkotaan lebih banyak pelanggaran dalam pemanfaatan tata ruang (Antaraneews 2021). Suatu saat daerah menjadi kota besar bisa dipastikan akan menjadi langganan banjir seperti kota-kota besar saat ini banjir di Jakarta, Tangerang, Semarang dan Makassar. Pemerintah akan kesulitan mengganti rugi sempadan sungai yang telah menjadi bangunan untuk menormalisasi sungai, padahal dulunya kawasan perlindungan. Untuk itu, sedini mungkin sempadan sungai dari hulu sampai hilir di DAS Wosi dan DAS lain di Indonesia sangat mendesak untuk dijadikan tanah negara sebagai aset daerah maupun pusat.

Membangun Embung

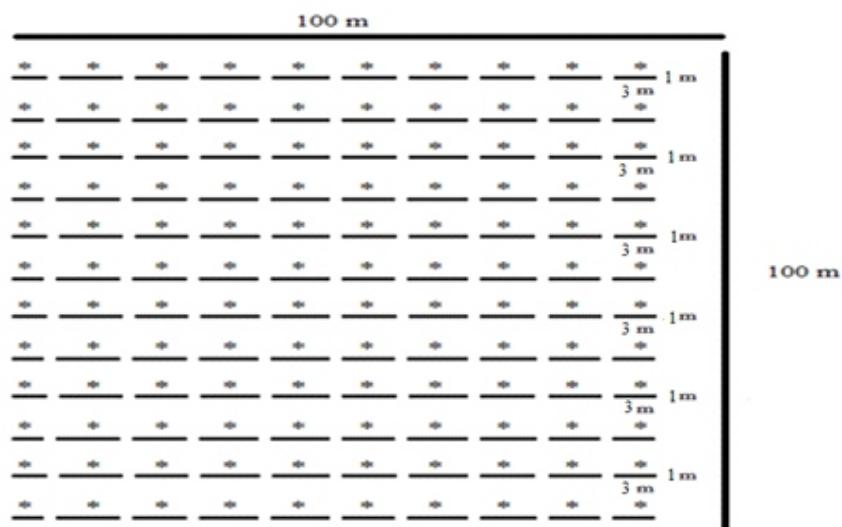
Embung merupakan bangunan penampung air yang berfungsi sebagai pemanen limpasan air permukaan dan air hujan. Menurut Tapari (2008), embung bermanfaat untuk menyediakan air pada musim kemarau yang bisa dimanfaatkan untuk pengairan lahan pertanian. Embung hendaknya dibangun pada kemiringan 5-30% ,bertekstur liat/lempung dan dekat dengan saluran air agar pengisian dan pendistribusian air lebih cepat dan mudah. Embung selain untuk mengairi lahan pertanian beberapa tempat embung oleh masyarakat dimanfaatkan untuk memandikan sapi dan hewan piaraan lain. Menurut Risi et al. (2018), daerah tangkapan air harus membangun bendungan ataupun embung yang menampung air sangat besar. Melalui pembangunan embung, air tersimpan sementara sebelum air mengalir ke sungai yang selanjutnya ke laut.

Kolam Resapan Kecil (KRK)

Penurunan luas lahan untuk resapan air memberikan dampak seperti banjir, longsor dan kekeringan (Sukmawardhono & Nugroho 2020). Dengan membuat resapan buatan diharapkan akan memperbesar resapan air ke dalam tanah,

memperlambat limpasan air yang akan mengurangi debit puncak dan tempat menyimpan tanah yang tererosi, sehingga sedimen tanah lebih mudah dikembalikan. KRK adalah galian tanah yang berbentuk segiempat dibuat memotong lereng yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan aliran permukaan. KRK merupakan modifikasi dari parit dan rorak. Sebagaimana menurut Kodoatie & Sugiyanto (2002), rorak akan menambah penyerapan air di bagian tengah dan hulu serta memperlambat aliran air pada bagian hulu. Sementara KRK seperti sumur gali yang berbentuk segiempat berfungsi menampung air limpasan dan secara perlahan-lahan air terserap ke dalam tanah. Menurut Pratiwi & Salim (2013), semakin dekat jarak antara rorak kehilangan unsur hara rendah, aliran permukaan berkurang, lebih banyak air yang tertampung dan erosi menurun.

KRK dibuat diantara tanaman coklat dengan panjang 3 m, lebar 0,5-1 m dan dalam 0,5-1 m. Jika dibuat ukuran 3 x 1 x 1 m dengan batas tiap KRK 3 m (Gambar 4), maka dalam 1 jalur (100 m) ada 33 KRK, jarak tanam coklat 3 x 3 m maka akan ada 1.089 KRK/ha. Luas perkebunan coklat 44,5 ha, maka jumlah KRK sebanyak 48.460. Berdasarkan Tabel 11, simulasi hasil rancangan KRK ukuran 3 x 1 x 1 m maupun lebih kecil; jika curah hujan 48 mm (lebat)



Gambar 4. Rancangan kolam resapan kecil; *= Tanaman coklat ; — = kolam resapan kecil (KRK); ukuran 3 x 1 x 1 m
Figure 4. Design of small recharge pond; *= Cocoa plant; — = small recharge pond (SRP); size 3 x 1 x 1 m

Tabel 11. Simulasi rancangan kolam resapan kecil (KRK) pada perkebunan coklat
Table 11. Simulation of design small infiltration well (KRK) on cocoa plantation

Curah hujan (mm)	Σ Curah hujan (m ³)	Ukuran (m)	Daya tampung (m ³)	Air tertampung	% Air tertampung	% Limpasan
48 (lebat)	21.360	1 x 1 x 3	145.380	+124.020	100	0
		0,5 x 1 x 3	72.690	+51.330	100	0
		0,5 x 0,5 x 3	36.345	+14.985	100	0
120 (sangat lebat)	53.400	1 x 1 x 3	145.380	+91.980	100	0
		0,5 x 1 x 3	72.690	+19.290	100	0
		0,5 x 0,5 x 3	36.345	-17.055	68	32
160 (ekstrem)	71.200	1 x 1 x 3	145.380	+74180	100	0
		0,5 x 1 x 3	72.690	+1490	100	0
		0,5 x 0,5 x 3	36.345	-34.855	51	49

Keterangan: + daya tampung air berlebih ; - terjadi aliran permukaan
 Remarks: + excess water capacity; - surface runoff

sampai 160 (sangat lebat), maka air tertampung semua tidak ada limpasan permukaan. Akan tetapi, pada curah hujan 120 mm (sangat lebat), ukuran 0,5 x 0,5 x 3 m, mulai terjadi limpasan permukaan sebesar 32%. Rancangan KRK jika curah hujan sebesar 160 mm (ekstrem) ukuran 0,5 x 0,5 x 3 m, maka juga terjadi limpasan sebesar 49%. Dengan demikian, rancangan KRK ukuran 3 x 1 x 1 m paling baik yang ditandai tidak ada limpasan permukaan.

Hutan Lindung Wosi Rendani Direkomendasikan Menjadi Hutan Kota

Dalam kawasan DAS Wosi sebenarnya terdapat hutan lindung Wosi Rendani (HLWR) yang sampai sekarang hanya sekedar penunjukan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Irian Jaya Nomor: 118/GIB/1969, 15 Agustus 1969, sebagai hutan lindung hidro-orologis. Akan tetapi, 52 tahun berlalu tidak berubah SK penunjukan yang seharusnya ditindaklanjuti ditetapkan oleh menteri Pertanian ataupun Kehutanan. Saat ini, HLWR telah terdegradasi dan terdeforestasi tersisa 88 ha dari yang sebelumnya 300,65 ha. Untuk mengurangi kerusakan lingkungan, memperbaiki daya dukung DAS dan menjadikan DAS Wosi menjadi DAS yang dipertahankan direkomendasikan HLWR menjadi hutan kota. Akan tetapi, jika HLWR terus dibiarkan

akan menjadi kawasan terbangun, mengurangi tumbuhan penutup tanah dan daerah resapan berkurang. Menurut Zhang et al. (2017), berkurangnya tumbuh-tumbuhan yang menutupi tanah akan menurunkan bahan organik yang berdampak mengurangi kapasitas infiltrasi. Jika HLWR menjadi hutan kota akan menambah penutupan vegetasi permanen yang akan memperbaiki daerah resapan, meningkatkan infiltrasi dan mengurangi sedimentasi.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan daya dukung DAS dari tahun 2016 sebesar 118 (buruk), tahun 2017 sebesar 120 (buruk), tahun 2018 sebesar 131 (sangat buruk), dan tahun 2019 sebesar 127,25 (buruk). Skenario konservasi yang perlu diterapkan seperti konservasi sempadan sungai mulai hulu sampai hilir harus dikuasai oleh pemerintah sebagai aset Pemerintah Daerah maupun Pusat, bukan sekedar pemasangan patok dan papan larangan sebagai daerah perlindungan. Skenario konservasi tanah dan air yang perlu diimplementasikan seperti membangun embung, melanjutkan pembangunan tanggul pada daerah rawan banjir, menerapkan KRK pada perkebunan coklat dan hutan lindung Wosi Rendani yang tidak jelas status sampai sekarang

direkomendasikan menjadi hutan kota. Hasil simulasi KRK ukuran 3 x 1 x 1 m pada curah hujan 48 mm (lebat) dan 160 mm (sangat lebat) tidak terjadi limpasan permukaan. Daya dukung DAS Wosi diharapkan menjadi lebih baik (83,7) dengan adanya skenario konservasi, sehingga berubah dari DAS dipulihkan menjadi DAS dipertahankan.

Daftar Pustaka

- AntaraneWS. 2021. Kementerian ATR: Pelanggaran tata ruang terbanyak di perkotaan. <https://www.antaraneWS.com>. Diakses April 2021.
- Ariebowo S, Arifin HS, Riani E. 2020. Analisis kandungan padatan tersuspensi total berdasarkan karakteristik hujan di DAS Ciliwung (Analysis of total suspended solid content based on rain characteristics in the Ciliwung river basin). *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 10(3):352-363.
- Asdak C. 2010. Hidrologi dan pengelolaan DAS. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- BPDASHL Remu Ransiki. 2016. Laporan monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS Wosi tahun 2016. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta
- Ernawati. 1996. Based on the extent and intensity of damage in the form Mansinam Island Manokwari District. Manokwari: Faculty of Agriculture, Cendrawasih University.
- Hidayat, R dan Iswardoyo J. 2019. Banjir bandang di Alas Malang Banyuwangi dan alternatif penanganannya (Flash flood at Alasmalang Banyuwangi and alternatives for its completion). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)* 3(2):127-140.
- KLHK. 2019. KLHK dan Kementerian ESDM berkomitmen percepat upaya Reklamasi Hutan dan Rehabilitasi DAS.No:SP.144/HUMAS/PP/HMS.3/4/2019. April 2021.
- Kodoatie RJ, Sugiyanto. 2002. Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Mahmud, Susanto S, Joko H. 2009. Penilaian status DAS (studi kasus sub DAS Serang) *Agritech Jurnal* 29(4):198-207.
- Mahmud, Kusumandari A, Sudarmadji, Supriyatno N. 2018. A study of flood causal priority in Arui Watershed, Manokwari Regency, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 24(2):81-94.
- Mahmud, Kusumandari, A, Sudarmadji, Supriyatno, N. 2019a. The species diversity and structure of the limited production forest in Arui Watershed of Manokwari District of West Papua, Indonesia. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education*. 11(2):279-288
- Mahmud, Kusumandari A, Sudarmadji, Supriyatno N. 2019b. Conservation design and scenario for flood mitigation on Arui Watershed, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*. 51(3):261-272.
- Maulana A, Suryanto P, Widiyatno, Faridah E & Suwignyo B. 2019. Dinamika suksesi vegetasi pada areal pasca perladangan berpindah di Kalimantan Tengah (the dynamics of succession of vegetation in the post-shifting cultivation area in Central Kalimantan). *Jurnal Ilmu Kehutanan* 13:181-194.
- Paroissien JB, Darboux FE, Couturier A, Devillers B, Mouillot F, Raclot, D, Bissonnais YL. 2014. A method for modeling the effects of climate and land use changes erosion and sustainability of soil in a mediterranean watershed Languedoc, France. *Journal of Environmental Management* 150:57-68.
- Peraturan Menteri Kehutanan. 2014. Keputusan Menteri Kehutanan No. P. 61/Menhut-II/2014 tentang monitoring dan evaluasi Daerah Aliran Sungai. Jakarta : Sekretariat Jenderal.
- Peraturan Menteri PUPR. 2015. Permen PUPR RI No. 28/PRT/m/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai Dan Garis Sempadan Danau. Pemerintah Republik Indonesia Jakarta.
- Perry CA. 2000. Significant floods in the United States during the 20th Century-USGS measures a century of floods: USGS Fact Sheet 024-00. U.S. Geological Society, Lawrence, Kansas.
- Pratiwi & Salim AG. 2013. Application of silt pit soil conservation system on Gmelina (*Gmelina arborea Roxb.*) planting in forest area in special purposes Carita, Banten. *Jurnal penelitian hutan dan konservasi alam*. 10(3):273-282.
- Ran J & Budic ZN. 2016. Integrating spatial planning and flood risk management: A new conceptual framework for the spatially integrated policy infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems Journal* 57:68-79.
- Ranzi R, Le TH & Rulli MC. 2012. A RUSLE approach to model suspended sediment load in the Lo River (Vietnam): Effects of reservoirs and land use changes. *Journal of Hydrology*, 422-423, 1719.
- Risi RD, Paola FD, Turpie J, Kroeger T. 2018. Life cycle cost and return on investment as complementary decision variables for urban flood risk management in developing countries. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 28:88-106.
- Sukmawardhono NA & Nugroho P. 2020 Pengaruh perubahan guna lahan terhadap infiltrasi di hulu DAS Beringin land use change effects to infiltration on the upper beringin watershed. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. 16(4):253-262.
- Tapari H. 2008. Teknologi embung di atas bukit, sebagai sentra pemberdayaan petani hortikultura. *Ungaran, Agustus 2015*. Yayasan Obor Tani Semarang. Retrieved from www.setbak.or.id. Jateng Prov.go.id. 26-2-2017. Diakses Februari 2021.
- Wahyuningrum N dan Putra PB. 2018. Evaluasi lahan untuk menilai kinerja subDAS Rawakawuk (Land evaluation to assess performance of Rawakawuk Sub Watershed). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*. 2(1):1-16. doi <https://doi.org/10.20886/jppdas.2018.2.1.1-16>
- Wollenberg E, Edmunds D, Buck L. 2001. Menganalisis Perubahan: Skenario Sebagai Sarana Pengelolaan Hutan Secara Adaptif. Center for International Forestry Research (CIFOR). SMK Grafika Desa Putera. Indonesia
- Yuniartanti RK. 2018. Mitigasi banjir struktural dan non-struktural untuk DAS Rontu di Kota Bima (Structural

and non-structural flood mitigation for Rontu Watershed in Bima City) *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)* 2(2):137-150.

Zhao G, Mu X, Wen Z, Wang F, & Gao P. 2013. Soil erosion, conservation and eco-environment changes in the Loess Plateau of China. *Land Degrad. Develop.*, 24:499-510.

Zhang FB, Bai YJ, Xie LY, Yang MY, Li ZB, Wu XR. 2017. Runoff and soil loss characteristics on loess slopes covered with aeolian sand layers of different thicknesses under simulated rainfall. *Journal of Hydrology* 549:244-251.