

KERAWANAN BANJIR LIMPASAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI ARUI DISTRIK MASNI KABUPATEN MANOKWARI

(Flash Flood Vulnerability at Arui Watershed in Masni Sub-district, Manokwari)

DANANG JATMIKA WAHYU WIJAYA¹, IRNANDA AIKO FIFI DJUUNA^{1,2}, WAHYUDI^{1,3✉},
THOMAS FRANS PATTIASINA^{1,4}

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Papua Manokwari Papua Barat, 98314

²Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Papua Manokwari Papua Barat, 98314

³Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari Papua Barat, 98314

⁴Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua Manokwari Papua Barat, 98314

✉Penulis Korespondensi: Email wahyudi.s.pono@gmail.com

Diterima: 20 Juni 2022 | Disetujui: 22 Juli 2022

Abstrak. Daerah aliran sungai (DAS) Arui merupakan salah satu DAS di Kabupaten Manokwari yang masuk dalam klasifikasi dipulihkan. Hal tersebut dikarenakan DAS Arui mengalami dampak kejadian banjir limpasan setiap hujan dengan intensitas yang tinggi. Kajian tentang kerawanan, variabel geomorfologi yang berpengaruh terhadap banjir limpasan dan tindakan mitigasi yang tepat diperlukan untuk pengendalian banjir limpasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tentang bahaya kerawanan banjir limpasan di DAS Arui, mengetahui faktor-faktor bio-fisik atau geomorfologi yang mempengaruhi kerawanan banjir limpasan, serta merekomendasikan mitigasi banjir limpasan. Penelitian ini dirancang dengan metode deskriptif kuantitatif, dimana data digital dari variabel penelitian di kuantifikasi dengan skor dan bobot untuk mendapatkan skor total. Data digital peta diolah dengan menggunakan *Arc. GIS* dan disajikan dalam bentuk tabel dan peta. Hasil penelitian menunjukkan wilayah DAS Arui memiliki potensi kerawanan banjir limpasan tinggi hingga sangat tinggi seluas 12.371,71 ha (55,89%), variabel geomorfologi yang dominan berpengaruh terhadap banjir limpasan sebesar 55,89% adalah kelerengan. Kegiatan normalisasi Sungai Nimboy telah dilakukan sebagai upaya mitigasi struktural, dan non struktural lebih menekankan kepada partisipasi aktif masyarakat setempat.

Kata kunci: DAS Arui, banjir limpasan, kemiringan lahan, dan mitigasi struktural dan non struktural

Abstract. Arui watershed is one of several watersheds located in Manokwari regency and classified as critical watershed, which is needed to be restored or rehabilitated. Flash flood, runoff flood and waterlogged are frequently occurred when the Arui's watershed is hit with heavy rain. Reliable data and information related to vulnerability of flags flood, geomorphology variables or attributes contributed, and mitigation actions required to prevent flash flood are not available for future plans and actions. This research is designed to determine the vulnerability of flash flood, runoff or waterlogged across Arui's watershed area, variables contributed the most, and selected actions of mitigation recommended. This research was designed with description method with quantitative analysis, where data are collected from digital based, grouped into indicator and core and multiplied to obtain total score. The total scores are then used and plotted to produce map. *Arc. GIS* was used for analyzing and processing digital data. The results shown that majority of Arui's watershed had range of flash flood vulnerability form high to extreme high with total area of 12.317,71 ha or 55,89% of the

total area. This vulnerable area is spread out mostly at the downstream regions. The most influenced variable for geomorphology is land slope for 56%. River normalization, such as in building bypass cannel, water channer at Nimboy River for structural mitigation and regulations released by any technical offices at local and national level, as well as direct local community participations.

Keywords: *Arui watershed, flash flood, land slope, and structural and non-structural mitigation*

PENDAHULUAN

Banjir sering terjadi di seluruh wilayah Indonesia seiring datangnya musim hujan dengan intensitas yang tinggi. Perubahan iklim berkontribusi terhadap pola cuaca, bergesernya musim hujan dan kemarau, peristiwa La nina, El nino, dan beberapa faktor lainnya (Hani et al. 2021). Kodoatie dan Sugiyanto (2002) menyatakan bahwa faktor penyebab terjadinya banjir dapat dikelompokkan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh faktor alami seperti curah hujan, pengaruh fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Sedangkan faktor non alami atau akibat tindakan manusia ialah perubahan kondisi daerah pengaliran dan banjir oleh manusia, karakteristik alami Sungai, kawasan kumuh, dan sampah (Alimin dan Wicaksono 2015).

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang menerima, menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut atau danau melalui satu sungai utama. DAS Arui merupakan salah satu DAS yang dipulihkan dan kritis di Kabupaten Manokwari. Kekritisitas DAS Arui dapat terlihat dari banjir yang terjadi setiap kali terjadi hujan deras, selain degradasi dan tutupan lahan hutan, DAS Arui tidak mampu lagi berfungsi sebagai penampung, penyimpan, dan penyalur air hujan yang baik (BPDASHL Remu Ransiki 2018). Banjir tersebut berasal dari aliran limpasan air permukaan (*run off*), dari air hujan yang tidak masuk kedalam tanah dan sebelum masuk ke sistem sungai. Kondisi bio-geofisika dan curah hujan yang ekstrem, dapat membentuk banjir

bandang (*flash flood*) (Ramadhan dan Susetyo 2021). Banjir limpasan atau banjir bandang ialah banjir yang terjadi dengan cepat, tiba-tiba dan bersifat merusak lingkungan, fasilitas umum dan banyak menimbulkan korban jiwa dan kerugian lainnya (Nugroho 2012).

Kerawanan banjir adalah keadaan yang menggambarkan mudah atau tidaknya suatu daerah terkena banjir. Kerawanan banjir dapat ditentukan dengan menggunakan berbagai variabel, seperti asperk meteorologi dan karakteristik alami DAS. Intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung adalah factor-faktor meteorologi, dan karakteristik alami DAS meliputi kemiringan lahan/kelerengan, ketinggian lahan, testur tanah dan penggunaan lahan (Suherlan 2001).

Dalam perencanaan pengelolaan DAS dibutuhkan sumber data dan informasi untuk menentukan kebijakan pengelolaan DAS yang benar di masa mendatang. Data dan informasi tersebut salah satunya dapat berupa data spasial dengan pemanfaatan Sistem Informasi Geografi seperti peta kerawanan bencana banjir sebagai pedoman dalam perencanaan pengelolaan DAS ke depan. Peta kerawanan banjir tersebut dapat memberikan informasi wilayah atau daerah mana yang sangat rawan terhadap bencana banjir sehingga dapat menjadi perhatian dalam pengelolaan DAS. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran kerawanan banjir limpasan di DAS Arui, mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang memepengaruhi, dan mitigasi untuk mengurangi dampak banjir limpasan di DAS Arui.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

DAS Arui pada secara administratif berada di bawah administrasi di Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, dengan luas berdasarkan peta batas DAS 22.194,40 hektar (BPDASHL Remu Ransiki 2018). Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, dari November 2020 – Januari 2021.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2020 dengan skala 1 : 50.000, Peta Landsystem DAS Arui skala 1 : 250.000 dan DEM (Digital Elevation Model), menggunakan DEM dari SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) yang memiliki resolusi 30 m (*1 arc second*) dari Bakosurtanal (BIG); Peta DAS Arui skala 1 : 50.000 dan Peta Topografi DAS Arui skala 1 : 250.000 skala BPDASHL Remu Ransiki dan Peta Penggunaan Lahan DAS Arui skala 1: 250.000 dari BPKH Wilayah XVII Manokwari. Alat yang digunakan adalah laptop, kamera, printer, GPS, hand phone, perangkat lunak *Arc. GIS 10.4*, *Google earth Pro 7.3.2.5776*, *Avenza map*, dan peralatan tulis lainnya.

Metode dan Analisis Data

Penelitian ini dirancang menggunakan metode deskriptif kuantitatif, data dikumpulkan dengan melakukan digitalisasi atau kuantifikasi dari berbagai peta. Selanjutnya data dari masing-masing variabel diolah dengan menggunakan pembobotan (*score*) untuk menghasikan kerawanan banjir limpasan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk Tabel dan peta. Ground checking dilakukan untuk mencocokkan

data yang diperoleh dari digitalisasi dengan kondisi di lapangan. Ground check dilakukan pada enam kampung, Prafi Barat, Mokwam, Sumber Boga, Kampung Kali Merah, Meiforga, dan Aska, guna melakukan wawancara dengan penduduk tentang banjir limpasan. Variabel penggunaan lahan dilakukan ground check terhadap sawah/lahan petani, perkebunan, pemukiman, pertanian lahan kering, semak belukar, dan hutan lahan kering.

Variabel

Variabel yang berpengaruh terhadap banjir limpasan diantaranya adalah kemiringan lahan (*slope*), timbunan air permukaan (*Surface storage*), infiltrasi tanah (*soil infiltration*) dan penggunaan lahan (*land used system*). Kemiringan lahan ditentukan menurut metode Meijerink (1970) *disitasi* Gunawan (1991), dimana kemiringan lahan dikelompokkan kedalam empat kelas, kelas I (datar) dengan kemiringan 0-5%, II (bergelombang) kemiringan 5-10%, III (berbukit) kemiringan 10-30% dan IV (curam) dengan kemiringan >30%. Potensi limpasan permukaan (C) di DAS Arui dihitung dengan formula: $C = f (Pl+L+If+Ss)$, dimana *C* = Koefisien limpasan permukaan, *Pl* = Penggunaan Lahan, *L* = Lereng, *If* = Infiltrasi tanah, dan *Ss* = *Surface storage* atau timbunan air permukaan.

Timbunan air permukaan di kelompokkan menurut metode Linsley (1949) dan Meijerink (1970) *dicitasi* Gunawan (1991), seperti di tampilkan pada Tabel 1. Kelas infiltrasi tanah ditentukan dengan menggunakan metode Karmono (1980) dan Meirink (1970) *dicitasi* Gunawan (1991).

Tabel 1. Kelas timbunan air permukaan

Kerapatan Aliran (mil/mil ²)	Klasifikasi Linsley dengan modifikasi	Klasifikasi metode Cook	Bobot	Skor	Skor Total
< 1	Selalu mengalami genangan	Drainase jelek, timbunan air permukaan besar	5	1	5

1 – 2	Depresi permukaan agak besar, aliran permukaan cukup, terdapat banyak rawa	Normal, depresi permukaan dipertimbangkan, ada danau, empang atau rawa <2% daerah pengaliran	5	2	10
2 – 5	Sistem saluran cukup baik	Sistem drainase baik	5	3	15
> 5	Pengeringan terlalu ekstrim	Depresi permukaan dangkal, daerah pengaliran curam, tidak ada rawa	5	4	20

Sumber : Linsley, 1949 & Meijerink, 1970 dalam Gunawan, 1991

Tabel 2. Kelas infiltrasi tanah

Tekstur Tanah	Tingkat Infiltrasi	Klasifikasi menurut Cook	Bobot	Skor	Skor Total
Pasir, pasir bergeluh	Tinggi	Pasir dalam, tanah terakgregasi baik	5	1	5
Geluh berpasir, geluh berdebu, geluh, geluh berlempung	Normal	Tanah geluh, tanah berstruktur liat	5	2	10
Lempung berpasir	Lambat	Infiltrasi lambat, tanah lempung	5	3	15
Lempung	Tidak efektif	Tak ada penutup tanah yang efektif, batuan padatan tipis	5	4	20

Sumber : Karmono, 1980 dan Meijerink, 1970 dalam Gunawan, 1991

Tabel 3. Kelas penggunaan lahan

Klasifikasi bentuk penggunaan lahan	Karakteristik penggunaan lahan berdasarkan metode Cook	Bobot	Skor	Total
Hutan rapat, tutupan lahan rapat hingga sangat rapat	Tumbuhan penutup baik, daerah pengaliran tertutup baik oleh rumput, hutan atau tumbuhan penutup >90%	5	1	5
Hutan tak rapat, kebun campuran, tutupan lahan sedang, padang rumput	Tumbuhan penutup sedang-baik, daerah pengaliran tutupan secara baik oleh rumput, hutan atau tumbuhan penutup >50%	5	2	10
Pertanian, semak	Tumbuhan penutup kurang-sedang, pertanian yang diolah tumbuhan alami kurang	5	3	15
Bangunan, pemukiman diperkeras, lahan terbuka	Tumbuhan penutup tidak efektif	5	4	20

Sumber : Meijerink, 1970 dalam Gunawan, 1991

Nilai kerawanan banjir ditentukan dari total penjumlahan skors seluruh parameter yang dipakai dalam analisis. Nilai kerawanan didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: $K = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times X_i)}{n}$, dimana K = Nilai Kerawanan, W_i = Bobot untuk parameter ke- i , X_i = Skor kelas pada parameter ke- i .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerawanan Banjir Limpasan

Hasil analisis peta kerawanan banjir limpasan DAS Arui diperoleh kriteria koefisien limpasan tinggi pada wilayah hulu daerah pegunungan dan sepanjang aliran sungai Arui dan sebagian kecil pada wilayah transmigrasi atau kampung seluas 12.222,17 ha atau 55,21% (Tabel 4).

Tabel 4. Kerawanan banjir limpasan di DAS Arui

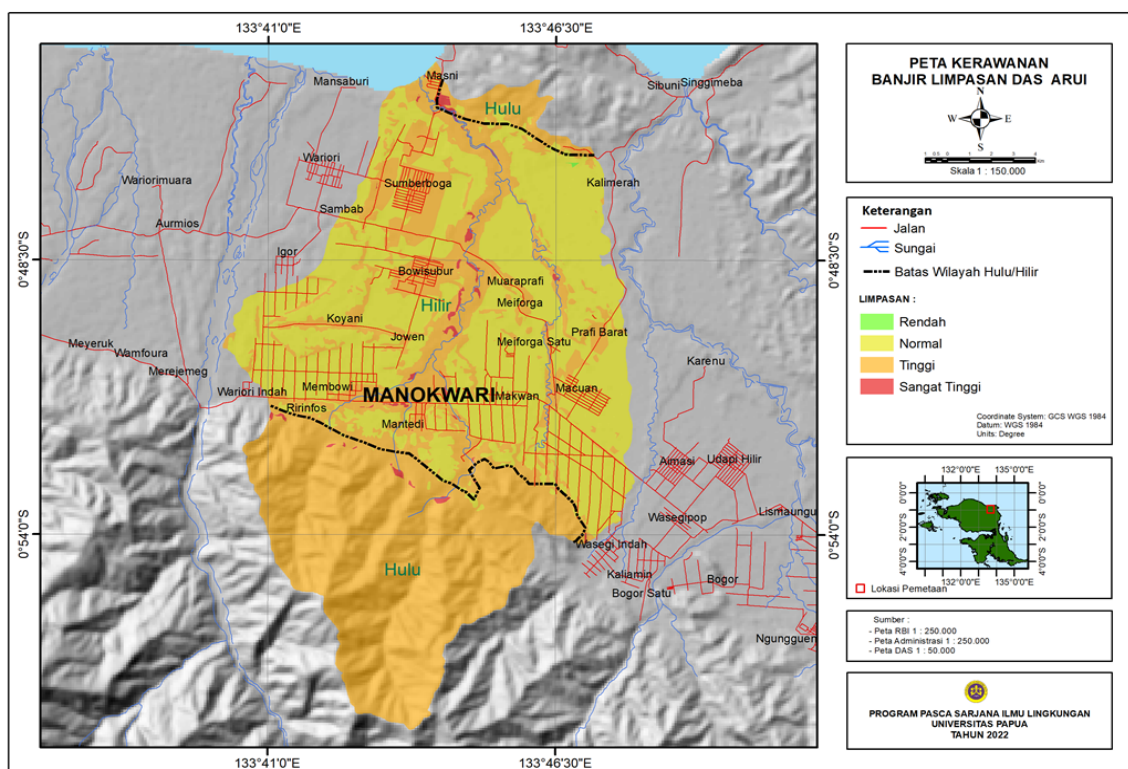
No.	Kelas limpasan	Luas (HA)	Persentase (%)
1	Rendah	3,12	0,01
2	Normal	9.762,82	44,10
3	Tinggi	12.222,17	55,21
4	Sangat Tinggi	149,54	0,68
	Jumlah	22.137,65	100,00

Sedangkan limpasan dengan kriteria sangat tinggi berada di wilayah spot-spot di wilayah hulu dan sungai dengan luasan 149,54 ha atau 0,68%, wilayah ini memiliki nilai tertinggi karena memiliki areal yang kelerengan yang curam dan termasuk dalam aliran yang memiliki pengeringan terlalu ekstrem serta tutupan lahan yang terbuka atau semak-belukar. Kerawanan banjir limpasan kategori rendah di DAS Arui terdapat di wilayah hilir DAS Arui atau berada di Kampung Kalimerah dengan luas 3,12 ha (0,01%). Daerah tersebut memiliki kelas banjir limpasan rendah karena lokasi tersebut merupakan daerah hutan rawa primer dengan kelas kelerengan 0-5% dan memiliki tekstur

tanah agak kasar sehingga sangat kecil sekali kemungkinan terjadi banjir limpasan. Wilayah-wilayah yang memiliki limpasan tinggi dan sangat tinggi memiliki topografi bentang lahan mulai berbukit sampai curam (>10%).

Semakin tinggi persentase kelerengan suatu lahan maka air permukaan (*run-off*) juga semakin besar karena adanya gaya gravitasi dari lereng tinggi ke lereng rendah. Sehingga semakin besar kumpulan air permukaan akan mengakibatkan terjadinya limpasan air permukaan yang besar. Wilayah dengan katagori limpasan tinggi dan sangat tinggi ini sebagian besar berada pada lereng yang curam karena bobot terbesar parameter limpasan permukaan adalah kemiringan lereng yaitu 40%. Sebaliknya wilayah dengan banjir limpasan rendah memiliki kelerengan <10% (datar sampai bergelombang).

Wilayah-wilayah di DAS Arui yang memiliki kategori banjir limpasan tinggi dan sangat tinggi berada pada daerah dengan sistem drainase yang baik sampai pengeringan terlalu ekstrem dimana daerah tersebut dangkal, daerah tersebut memiliki kelerengan curam dan wilayah tersebut tidak terdapat rawa atau danau (Gambar 1). Wilayah tersebut berada disekitar wilayah sungai memiliki kerapatan aliran yang tinggi sehingga sepanjang sungai di DAS Arui memiliki nilai limpasan yang tinggi. Sebaliknya wilayah dengan limpasan rendah berupa wilayah datar dengan ada cekungan seperti danau atau rawa dan kerapatan aliran tidak rapat karena drainase yang jelek. Semakin tinggi kerapatan aliran sungai maka kecepatan aliran untuk menjadi limpasan akan semakin besar dan menyebabkan simpanan air (*surface storage*) menjadi kecil (Mahmud et al. 2021).



Gambar 1. Peta kerawanan banjir limpasan DAS Arui

Oleh karenanya hubungan antara simpanan air dengan air permukaan mempunyai hubungan yang berbanding terbalik. Wilayah yang memiliki limpasan sangat tinggi disebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan yang rapat seperti hutan berubah menjadi areal terbuka atau areal yang bervegetasi jarang. Dengan demikian maka apabila terjadi perubahan pada penggunaan lahan, maka akan mempengaruhi keseluruhan sistem ekologi termasuk hidrologi pada wilayah DAS tersebut.

Dalam skala besar dampak perubahan tersebut adalah terjadinya gangguan perilaku air sungai, pada musim hujan debit air sungai akan meningkat tajam sementara pada musim kemarau debit air sangat rendah (Asdak 2007).

Variabel Banjir Limpasan

Hasil analisis variabel banjir limpasan, kemiringan lereng, timbunan air permukaan, infiltrasi tanah, dan penggunaan lahan diringkas pada Tabel 4.

Tabel 5. Analisis variabel banjir limpasan, kemiringan lereng, timbunan air permukaan, infiltrasi tanah, dan penggunaan lahan

Kemiringan lereng					
No	Kelas %	kriteria	Luas (ha)	Persentase (%)	skor
1	0-5	Datar	11.411,71	51,55	10
2	5-10	Bergelombang	1.697,70	7,66	20
3	10-30	Berbukit	3.157,21	14,23	30
4	30-70	Curam	5.918,96	26,68	40
Jumlah			22.185,58	100,00	

Kelas Kerapatan aliran DAS Arui

No	Klasifikasi Linsey	Klasifikasi Cook	Luas (ha)	Persentase (%)	skor
1	Selalu mengalami genangan	Drainase jelek, timbunan air permukaan besar	5.517,44	24.86	5
2	Depresi permukaan agak besar	Normal, depresi permukaan dipertimbangkan, ada danau, empang, rawa <2% daerah pengaliran	5.455,17	24.58	10
3	Sistem Saluran cukup baik	Sistem drainase baik	5.757,60	25.95	15
4	Pengeringan terlalu ekstrim	Depresi permukaan dangkal, daerah pengaliran curam, tidak ada rawa	5.460,64	24.61	20
Jumlah					

Infiltrasi tanah

No	Grup tanah	Tekstur	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
1	Dystropepts	Agak kasar	713,76	3,22	5
2	Dystropepts	Sedang	6.579,72	29,65	10
3	Eutropepts	Sedang	4.800,77	21,63	10
4	Tropaquents	Sedang	828,27	3,73	10
5	tropofluvents	Agak halus	9.011,39	40,61	10
6	tropuduslts	Halus	258,07	1,16	15
Jumlah			22.191,99	100	20

Penggunaan lahan

No	Kelas	Luas (ha)	Persentase (%)	Skor
1	Hutan rapat, tutupan lahan rapat hingga sangat rapat	7.769,11	35,01	5
2	Hutan tak rapat, kebun campuran, tutupan lahan sedang, padang rumput	9.365,51	42,20	10
3	Pertanian, semak	3.316,91	14,95	15
4	Bangunan, pemukiman diperkeras, lahan terbuka	1.740,83	7,84	20
Jumlah		22.192,35	100	

Tutupan lahan di DAS Arui dengan katagori koefisien limpasan tinggi dan sangat tinggi sebagian besar berupa daerah yang terbuka, pemukiman dan semak belukar (Tabel 4). Wilayah tersebut mudah terjadi limpasan karena tidak terdapat tutupan atau vegetasi yang menghambat jatuhnya air hujan sampai permukaan tanah. Sebaliknya daerah dengan limpasan rendah banyak ditutupi oleh vegetasi hutan, perkebunan dan pertanian dimana tutupan tersebut menghambat air hujan jatuh ke

permukaan tanah melalui proses intersepsi hujan (Mahmud et al. 2020). Pengaruh vegetasi terhadap limpasan permukaan dapat diterangkan bahwa vegetasi dapat menghalangi jalannya air larian dan memperbesar jumlah air yang tertahan diatas permukaan tanah (*surface detention*), dengan demikian menurunkan laju limpasan permukaan (Asdak 1995). Hal tersebut didukung oleh Laoh (2002) *disitasi* Verrina dkk. (2013) menjelaskan bahwa pada lahan bervegetasi lebat seperti hutan, air hujan yang

jatuh akan tertahan pada vegetasi dan meresap ke dalam tanah melalui vegetasi, sehingga limpasan permukaan kecil. Salah satu faktor atau parameter yang mempengaruhi koefisien limpasan permukaan adalah tekstur tanah. Di DAS Arui yang memiliki kerawanan limpasan tinggi dan sangat tinggi memiliki tekstur tanah agak halus sampai sedang, berarti tekstur tanah yang halus akan menyebabkan air sukar masuk dalam rongga-rongga tanah atau infiltrasi sehingga air permukaan akan tetap mengalir menjadi limpasan. Sebaliknya tekstur tanah yang kasar menyebabkan air mudah meresap dalam tanah dan aliran permukaan (*run-off*) menjadi kecil.

Kelas tekstur halus (*Tropudults*) dan agak halus (*Tropofluvents*) di DAS Arui berada di wilayah hilir das, kelas tekstur sedang (*Dystropepts*, *Eutropepts*, *Tropaquents*) berada di wilayah hulu das dan kelas tekstur agak kasar (*Dystropepts*) berada di wilayah hulu das. Berdasarkan kelas tekstur tersebut wilayah hilir das memiliki koefisien limpasan yang tinggi dibanding wilayah hulu das karena wilayah hilir das air sulit mengalami infiltrasi ke dalam tanah sehingga menjadi aliran permukaan dan menyebabkan koefisien limpasan menjadi tinggi. Kerawanan banjir limpasan DAS Arui dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi skor kemiringan lereng atau curam suatu tempat, semakin kecil timbunan air permukaan atau semakin tinggi skor drainase, semakin kecil

infiltrasi tanah atau semakin halus tektur tanah, dan semakin tidak rapat tutupan vegetasi maka limpasan permukaan akan menjadi semakin besar dan berpotensi menjadi banjir limpasan. Berbanding terbalik apabila setiap parameter memiliki skor rendah, potensi menjadi limpasan permukaan akan mengecil.

Mitigasi Banjir Limpasan

Mitigasi banjir limpasan pada DAS Arui dapat dilakukan menggunakan dua metode, yaitu dengan membangun prasarana fisik (*Struktural*) dan sarana non fisik (*non struktural*). Beberapa mitigasi yang ditemukan dilapangan adalah normalisasi sungai Nimboy, melalui kegiatan pembuatan tanggul sungai metode Bronjong (Gambar 2a), membuat saluran sodetan (*by pass*), pengerukan sediment, larangan membangun di sekitar badan sungai, membuat bendungan (*check dam*), dan Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL). Sedangkan beberapa metode non struktural yaitu terbitnya berbagai peraturan dari berbagai instansi teknis, seperti Kementerian pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Badan Nasional Penganggungan Bencana (BNPB), dan berbagai instansi teknis pada berbagai kementerian terkait lainnya. Metode non structural lainnya yang sangat penting adalah peran dan partisipasi masyarakat secara langsung (Gambar 2b), baik dalam pemahaman dan kegiatan-kegiatan dalam mengurangi dampak banjir limpasan tersebut.



Gambar 2. Mitigasi banjir limpasan, (a) bronjong (struktural), dan (b) partisipasi aktif masyarakat

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kerawanan banjir limpasan di DAS Arui antara lain ialah wilayah DAS Arui memiliki potensi kerawanan banjir limpasan tinggi - sangat tinggi seluas 12.371,71 ha (55,89%) tersebar di bagian Hulu DAS dan sepanjang aliran sungai. Hal tersebut dipengaruhi faktor kelerengan yang curam dan timbunan air permukaan kecil. Faktor geomorfologi yang dominan berpengaruh terhadap banjir limpasan sebesar 55,89% adalah kelerengan. Beberapa kegiatan normalisasi Sungai Nimboy telah dilakukan sebagai upaya mitigasi struktural, dan non struktural lebih menekankan kepada partisipasi aktif masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimin M, Wicaksono KS, Sudarto. 2015. Estimasi limpasan permukaan das mikro brantas hulu Kecamatan Bumiaji Kota Batu menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 2(2): 171-177.
- Asdak C. 1995. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asdak C. 2007. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Edisi Revisi Kelima. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- BPDASHL Remu Ransiki. 2018. Laporan kinerja DAS Arui tahun 2018. Desember. BPDASHL Remu Ransiki. Manokwari.
- Gunwan T. 1991. Penerapan teknik pengindraan jauh untuk menduga debit puncak menggunakan karakteristik lingkungan fisik DAS (Studi kasus di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu, Jawa Tengah). [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana, IPB.
- Hani F, Hadian MSD, Hendrawan. 2021. Analisis pengaruh perubahan lahan terhadap debit banjir pada sub DAS Cibeureum, Kawasan Bandung Utara. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 12(1): 1-5. <https://doi.org/10.34126/jlbg.v12i1.330>.
- Mahmud, Danang W, Wahyudi, Ambar K. 2021. Evaluation of carrying capacity and conservation scenarios of Wosi Watershed at Manokwari Regency, West Papua. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 15(2); 231–246. <https://doi.org/10.2214/jik.v15i1.1759>.
- Mahmud M, Budirianto HJ, Wahyudi W, Kusumandari A. 2020. A study conversion to be mining cement in Maruni protected forest Manokwari Regency. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(3): 545–558. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.3.545-558>.
- Ramadhan IKB, Susetyo C. 2021. Prediksi debit limpasan air permukaan pada daerah rawan banjir di Kabupaten Jombang berdasarkan pemodelan penggunaan lahan. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2): 56–C63. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54046>.
- Kodoatie RJ, Sugiyanto. 2002. Banjir (beberapa penyebab dan metode pengendalian banjir dalam perspektif lingkungan). Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Nugroho SP. 2012a. Menghadang banjir bandang. Kepala Pusat Data Informasi dan Humas BNPB.
- Suherlan. 2001. Zonasi tingkat kerentanan banjir Kabupaten Bandung menggunakan Sistem Informasi Geografis. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.
- Verrina GP, Anugrah DD, Sarino. 2013. Analisa *runoff* pada sub DAS Lematang Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1): 22-31.