

## BENCANA MULTI BAHAYA PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI KAPUAS, KALIMANTAN BARAT

Widjonarko<sup>1</sup>, Iwan Aminto Ardi<sup>2</sup>, Solikhah Retno Hidayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

### Informasi Artikel:

Diterima: 25 November 2021

Naskah perbaikan: 30 Desember 2021

Disetujui: 30 Desember 2021

Tersedia Online: 14 Januari 2022

### Kata Kunci:

Bencana, multi bahaya, DAS, Kapuas

### Korespondensi:

Widjonarko

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

### Email:

widjonarko@lecturer.undip.ac.id.

**Abstrak:** Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satu kesatuan ekosistem yang kompleks. Keberadaan ekosistem mempengaruhi sistem aktivitas makhluk hidup didalamnya. Salah satu peran penting ekosistem DAS adalah mengatur siklus hidrologi. Apabila ekosistem DAS terganggu maka akan berpengaruh terhadap siklus hidrologi dan dampaknya bagi masyarakat di sepanjang DAS. DAS Kapuas merupakan daerah aliran sungai terpanjang di Indonesia dengan panjang aliran sungai mencapai 1143 km membentang dari Kabupaten Kapuas Hulu hingga Kabupaten Mempawah dan Kota Pontianak di Hilir. Dinamika ekosistem pada DAS Kapuas seiring dengan perkembangan aktivitas perkebunan monokultur dan juga dinamika iklim menjadikan ancaman bahaya pada DAS Kapuas Meningkat. Bencana yang dipicu oleh aspek hidrometeorologi telah menjadi satu bencana rutin yang harus dihadapi oleh masyarakat pada sepanjang DAS. Wilayah dengan potensi ancaman bencana multibahaya sdang hingga menengah terdapat pada daerah-daerah tengah dan hilir DAS yang mendapatkan intervensi manusia. Bencana yang memberikan kontribusi terbesar adalah bencana banjir. Kawasan permukiman di sepanjang aliran Sungai Kapuas dan anak-anak sungainya merupakan kawasan yang paling rentan terdampak bencana banjir tersebut.

**Abstract:** Watershed (DAS) is a complex ecosystem unit. The existence of an ecosystem affects the activity system of living things in it. One of the important roles of the watershed ecosystem is to regulate the hydrological cycle. If the watershed ecosystem is disturbed, it will affect the hydrological cycle and its impact on communities along the watershed. The Kapuas River Basin is the longest watershed in Indonesia with a river flow length of 1143 km stretching from Kapuas Hulu Regency to Mempawah Regency and Pontianak City in the Downstream. The dynamics of the ecosystem in the Kapuas watershed along with the development of monoculture plantation activities and also the dynamics of the climate make the threat of danger to the Kapuas watershed increasing. Disasters triggered by hydrometeorological aspects have become a routine disaster that must be faced by the community along the watershed. Areas with the potential for medium to moderate multi-hazard disasters are located in the middle and downstream areas of the watershed that receive human intervention. The disaster that gives the biggest contribution is the flood disaster. Residential areas along the Kapuas River and its tributaries are the most vulnerable areas affected by the flood.

Copyright ©2021

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

## 1. PENDAHULUAN

Kalimantan yang dikenal sebagai pulau paling basah di Indonesia dengan intensitas curah hujan yang sangat tinggi dan keberadaan sumber air permukaan yang sangat berlimpah. Potensi sumber



daya air yang besar juga tidak terlepas dari karakter ekologi Pulau Kalimantan yang memiliki hutan hujan basah yang sangat luas yang berperan besar dalam mengatur siklus hidrologi di Pulau Kalimantan. Potensi sumber daya air yang berlimpah merupakan satu modal dasar pembangunan, karena dapat dikembangkan untuk menopang kebutuhan dasar, aktivitas ekonomi dan pengembangan energi ramah lingkungan. Apabila tidak ada satu kearifan dalam memanfaatkan potensi tersebut, dan orientasi ekonomi dalam pengembangan wilayah menjadi prioritas utama maka potensi air yang besar akan bisa berubah tekanan dalam pengembangan wilayah, berupa bahaya bencana.

Secara umum bahaya bencana dapat ditimbulkan oleh berbagai faktor antara lain bahaya yang disebabkan oleh alam dan yang ditimbulkan akibat aktivitas manusia. Bahaya yang disebabkan oleh aktor alam meliputi bahaya geologi, bahaya hidrologi, bahaya meteorologi, bahaya klimatologi, dan bahaya penyakit [1],[2]. Sedangkan bahaya akibat aktivitas manusia antara lain berupa eksploitasi yang berlebihan terhadap alam dan lingkungan karena motivasi ekonomi. Potensi bahaya bencana terkait geologi adalah potensi bencana yang sebabkan oleh faktor struktur geologi antara lain gempa, gerakan tanah, tsunami, dan likuifaksi [3]. Bencana hidrologi adalah potensi bencana yang terkait dengan keberadaan air, aliran air, dan ketersediaan air yang meliputi banjir, kekeringan, dan kejadian yang dipicu oleh faktor air antara lain erosi, dan longsor [4]. Bencana meteorologi adalah bencana yang dipicu oleh faktor iklim seperti temperatur ekstrem, gelombang panas, curah hujan ekstrem yang menimbulkan bahaya ikutan berupa banjir, kekeringan, badai dan sebagainya [5]. Sedangkan bencana akibat aktivitas dipicu oleh eksploitasi alam yang berlebih oleh manusia dengan motif atau kepentingan ekonomi.

Kepentingan ekonomi dalam pembangunan memberikan tekanan serius terhadap ekosistem akibat kebutuhan lahan untuk penguatan aktivitas ekonomi. Tekanan terhadap ekosistem pada gilirannya akan berpengaruh terhadap siklus alam, yang kemudian menyebabkan dinamika iklim yang sangat ekstrim. Penelitian di China [6] terkait pengaruh aspek ekonomi terhadap bencana, dan penelitian di Amerika Latin dan Caribia [7] terkait pengaruh perubahan iklim terhadap bencana menunjukkan bahwa faktor ekonomi dan dinamika iklim menyebabkan intensitas bencana semakin meningkat, khususnya bencana terkait hidrologi dan meteorologi, yang lebih dikenal dengan bencana hidrometeorologi [8].

Bencana hidrometeorologi sangat dipengaruhi oleh faktor ekosistem DAS, kualitas ekosistem DAS akan memberikan kontribusi terhadap besar atau kecilnya potensi bahaya bencana hidrometeorologi. Hasil penelitian tentang bencana di Kalimantan menunjukkan bahwa terganggunya ekosistem DAS menjadi pemicu utama bencana hidrometeorologi [9],[10]. DAS Kapuas sebagai salah satu daerah aliran sungai di Kalimantan memegang peranan penting dalam mendukung aktivitas makhluk hidup pada sepanjang aliran sungai. Sungai Kapuas merupakan salah satu urat nadi perekonomian, karena pemanfaatannya sebagai sumber air, prasarana transportasi antar kabupaten, sumber pangan melalui aktivitas perikanan darat, sekaligus sebagai pengatur tata air dan banjir pada sekitar aliran sungai. Perkembangan aktivitas ekonomi pada sepanjang DAS Kapuas dan subDAS didalamnya telah memberikan implikasi terhadap perubahan tutupan dan fungsi lahan ternyata berimbas terhadap kejadian banjir. Kajian Diah Aprilyani [11] pada subDAS Sempauk dan SubDAS Tempunak yang menjadi bagian dari wilayah hulu DAS Kapuas memberikan fakta empirik bahwa kepentingan ekonomi memberikan pengaruh terhadap bencana banjir pada DAS Kapuas.

Mengingat begitu beragamnya bencana pada DAS Kapuas, maka penting sekali dilakukan kajian terhadap potensi bencana multi bahaya, sebagai bagian awal dari penilaian risiko bencana pada masing-masing wilayah otonom di sepanjang DAS Kapuas. Rentang waktu kejadian bencana yang tidak terlalu panjang akan sangat berpotensi menimbulkan kerugian yang tidak sedikit kepada masyarakat, sehingga dengan penilaian potensi bencana multi bahaya pada DAS Kapuas dapat menjadi langkah awal untuk memperkuat upaya penguatan kapasitas daerah dalam menghadapi bencana alam.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Data

Penelitian ini menggunakan data potensi bencana alam dan kejadian bencana alama pada DAS Kapuas yang bersumber dari BMKG, Kementerian ESDM, dan BPBD kabupaten/kota pada sepanjang DAS Kapuas. Jenis bencana yang menjadi bahan kajian meliputi bencana banjir, bencana kekeringan, bencana kebakaran hutan dan lahan, dan bencana longsor yang salah satu faktor pemicunya adalah aspek hidrometeorologi.

### 2.2. Metode Analisis

Analisis potensi bencana multi bahaya menggunakan metode skoring terhadap masing-masing potensi bahaya bencana yang terdapat di DAS Kapuas. Hasil skoring terhadap masing-masing bencana kemudian digunakan untuk membuat indeks bencana multi bahaya pada DAS Kapuas. Proses awal dalam penentuan tingkatan bencana multi bahaya pada DAS Kapuas dilakukan melalui proses identikasi terhadap tiap jenis bencana yang ada.

Penilaian terhadap masing-masing bahaya bencana kemudian digunakan sebagai dasar dalam penentuan indeks bencana multi bahaya. Metode yang digunakan untuk penentuan indeks bencana multi menggunakan indeks komposit, yang pada prinsipnya merupakan penilaian rerata hitung kontribusi masing-masing bencana terhadap tingkatan bahaya. Secara matematis penilaian indeks secara komposit dapat dirumuskan dalam model matematis sebagai berikut.

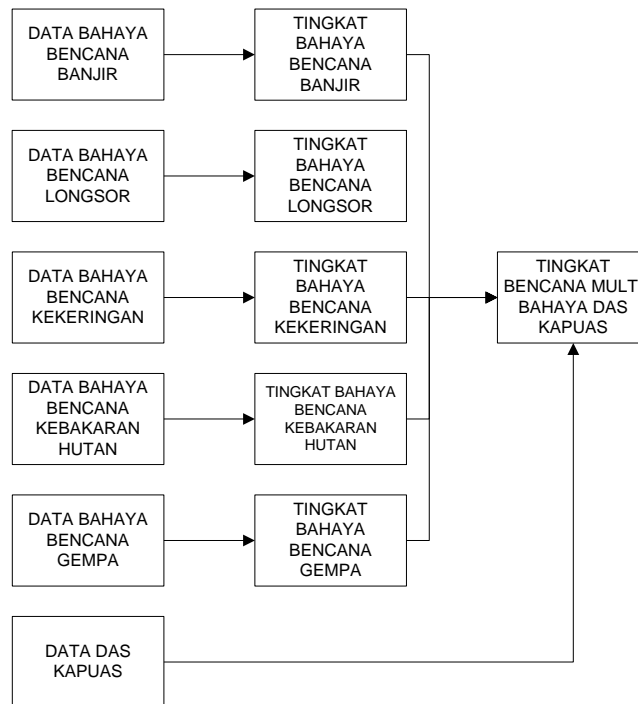
$$IKBMB = \sqrt[N]{BAHAYA 1 \times BAHAYA 2 \times BAHAYA KE N}$$

Keterangan:

IKBMB = Indeks Komposit Bencana Multi Bahaya

Bahaya 1-N adalah: jenis dan banyaknya bencana yang terdapat pada DAS Kapuas

Secara diagramatis proses penilaian bencana multi bahaya pada DAS Kapuas dapat digambarkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skema Penilaian Bencana Multi Bahaya Pada DAS Kapuas  
(Sumber: Penyusun, 2021)

Proses penilaian indeks komposit bencana multi bahaya pada DAS Kapuas akan menggunakan bantuan sistem informasi geografis untuk memudahkan proses penilaian dan memberikan gambaran keruangan sebaran tingkat kerawanan bencana multibahaya pada tiap daerah di sepanjang DAS Kapuas. Proses penilaian diawali dengan pemberian nilai pada tiap jenis bahaya bencana yang ada dengan rentang nilai 1 (bahaya paling rendah) hingga 5 (bahaya paling tinggi). Hasil nilai indeks komposit juga akan berkisar 1 sampai dengan 5 yang menunjukkan tingkat bencana multi bahaya paling rendah dengan nilai sebesar 1 dan paling tinggi dengan nilai sebesar 5. Untuk memberikan gambaran proses penilaian tingkat kerawanan bencana multi bahaya pada DAS Kapuas dapat diikuti pada tabel 1.

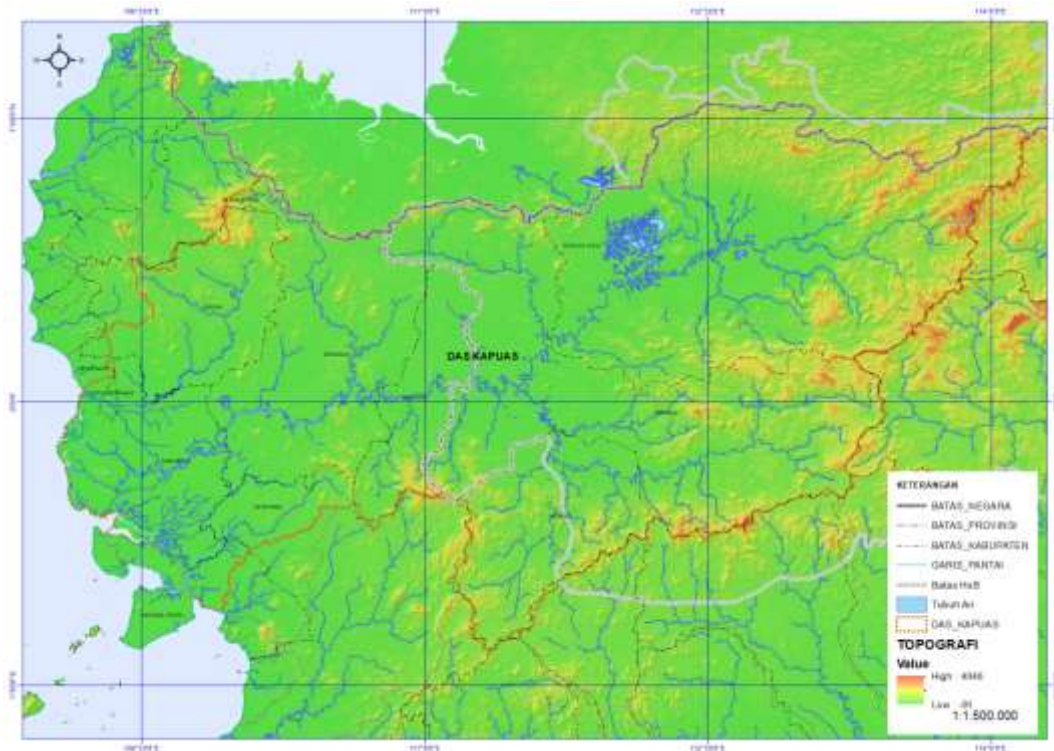
**Tabel 1.** Kriteria Penilaian Bahaya Bencana Pada DAS Kapuas

Tingkatan Bahaya	Jenis Bencana dan Rentang Nilai					Indeks Komposit
	Banjir	Kekeringan	Karhutla	Longsor	Gempa	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	$(2*3*4*5*6)^{(1/5)}$
Sangat Rendah	1	1	1	1	1	1 (sangat rendah)
Rendah	2	2	2	2	2	2 (rendah)
Menengah	3	3	3	3	3	3 (menengah)
Tinggi	4	4	4	4	4	4 (tinggi)
Sangat Tinggi	5	5	5	5	5	5 (sangat tinggi)

(Sumber: Penyusun, 2021)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

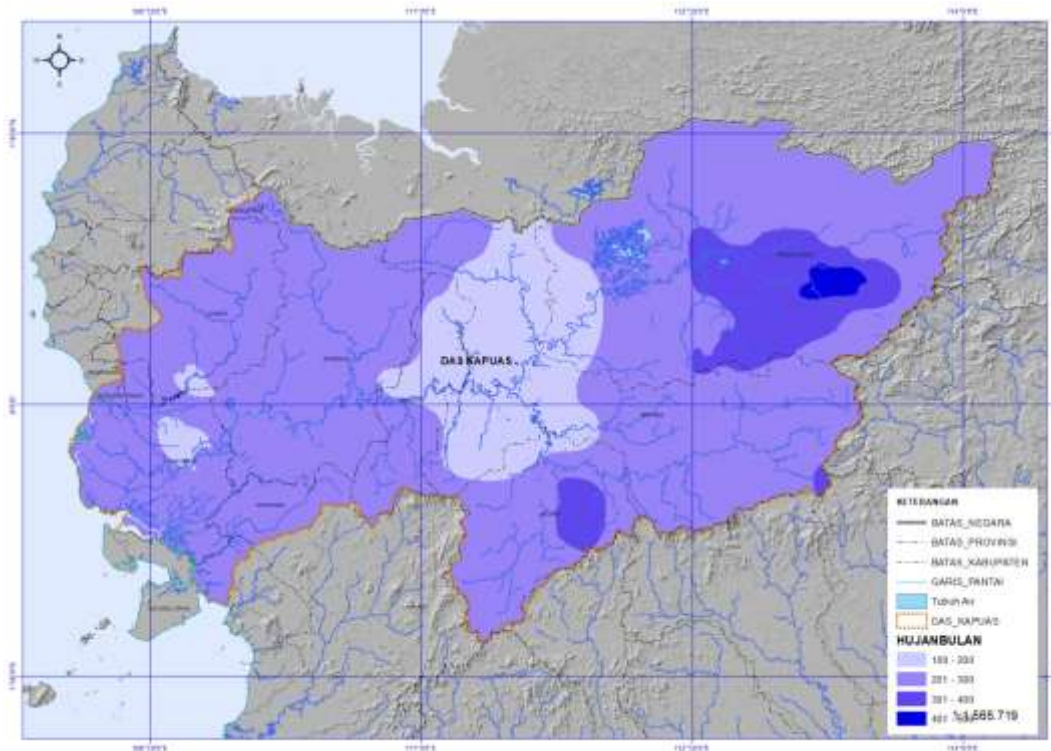
DAS Kapuas berada pada wilayah Provinsi Kalimantan Barat memiliki hulu di Kabupaten Kapuas Hulu dan bermuara di Kabupaten Kubu Raya dan Kota Pontianak. Bagian hulu DAS Kapuas merupakan bagian dari Heart of Borneo dan sangat berperan dalam mengatur tata aliran air pada DAS Kapuas dan DAS lainnya di Pulau Kalimantan. DAS Kapuas terdiri dari 55 sub das berada pada bagian hulu, tengah dan hilir [12]. DAS Kapuas mencakup 11 daerah otonom kabupaten dan kota di Provinsi Kalimantan Barat (Gambar 2).



**Gambar 2.** Delineasi DAS Kapuas  
(Sumber: Keppres RI No 12 Tahun 2012)

Karakteristik iklim pada DAS Kapuas dikategorikan iklim basah. Curah hujan pada DAS Kapuas tergolong sangat tinggi. Berdasarkan pada data BMKG 10 tahun terakhir curah hujan pada beberapa stasiun hujan dalam area DAS Kapuas mencapai 4500 mm/tahun. Curah hujan tertinggi tahun 2020 tercatat pada stasiun hujan Nanga Pinoh, Kabupaten Melawi, yaitu sebesar 4458 mm/tahun atau mencapai 400mm/bulan. Kondisi curah hujan yang sangat tinggi apabila tidak diimbangi dengan kapasitas alam dalam pengaturan tata air maka yang terjadi adalah potensi bahaya banjir. Indikasi menurunnya kapasitas pengaturan tata air pada DAS Kapuas dapat dilihat dari fenomena banjir tahunan yang terjadi di DAS Kapuas. Gambaran lebih jelas curah hujan di DAS Kapuas dapat diikuti pada Gambar 3.

Karakteristik wilayah dengan 55 sub DAS, topografi yang berlereng pada bagian hulu, curah hujan yang tinggi dan dinamika perkembangan kawasan yang dinamis pada tiap kabupaten memberikan konsekuensi tekanan pada fungsi ekosistem DAS. Perubahan fungsi kawasan hutan menjadi kawasan perkebunan monokultur yang terjadi pada pada wilayah DAS Kapuas termasuk pada daerah tangkapan air subDAS menjadikan ancaman besar bagi potensi bencana hidrologi pada DAS Kapuas. Selain itu dinamika perubahan iklim yang makin terasa dampaknya menjadikan bahaya bencana terkait hidrologi dan meteorologi pada DAS Kapuas semakin sering terjadi. Gambaran kondisi bencana di DAS Kapuas dapat diikuti pada subbab berikut.

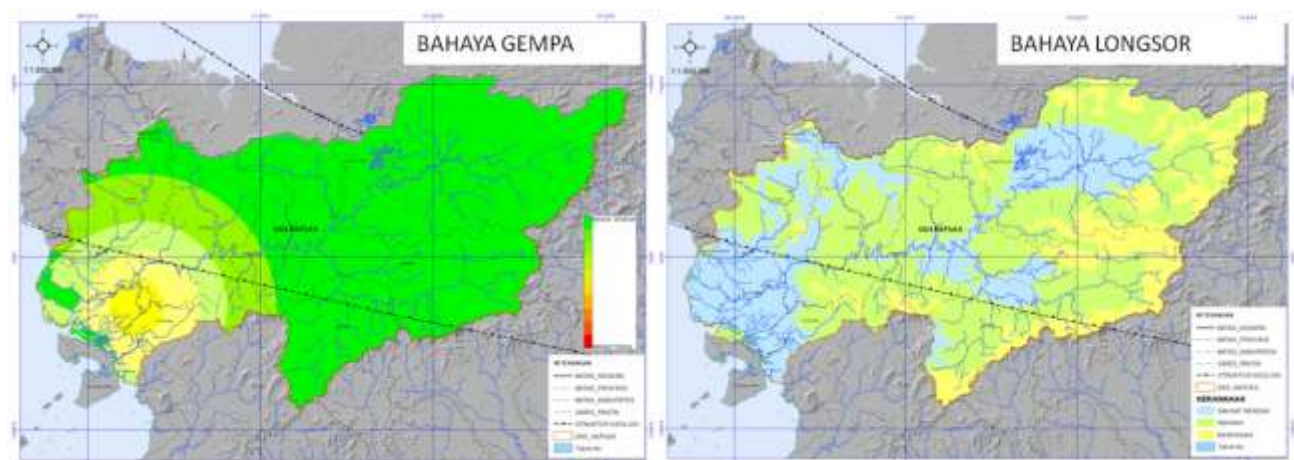


**Gambar 3.** Hujan Bulanan Pada DAS Kapuas 2020  
(Sumber: BMKG, 2020)

**3.1. Jenis Bencana Alam Pada DAS Kapuas**

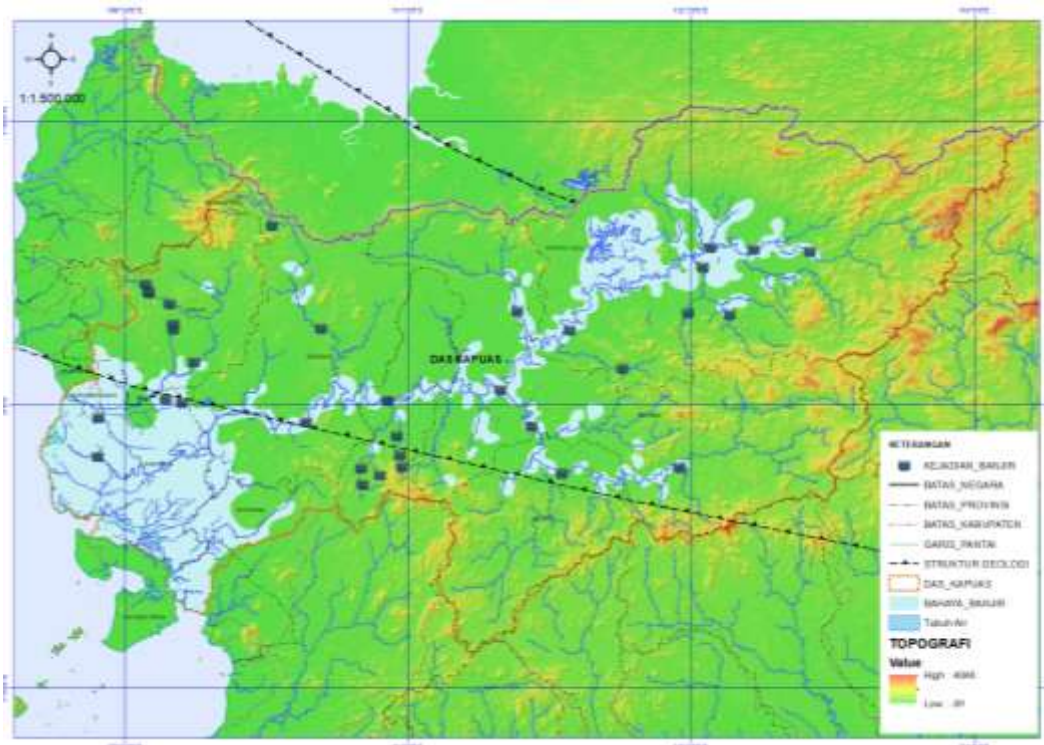
Sebagaimana diuraikan pada bagian pengantar, DAS Kapuas memiliki berbagai jenis bencana alam yang terkait dengan aspek geologi, hidrologi dan meteorologi. Bencana geologi yang mengancam wilayah DAS Kapuas adalah bencana gempa dan longsor, keberadaan Sesar Adang serta karakter batuan yang didominasi oleh batuan muda dan faktor curah hujan yang tinggi pada daerah hulu menjadikan ancaman bencana geologi pada DAS Kapuas cukup tinggi.

Berdasarkan kajian Badan Geologi Kementerian ESDM potensi bahaya gempa dan longsor pada wilayah DAS Kapuas masuk kategori bahaya tingkat menengah. Bahaya gempa terdapat pada bagian hilir DAS, sedangkan bahaya longsor mayoritas terdapat pada wilayah hulu DAS, khususnya pada wilayah Kabupaten Kapuas Hulu. Gambaran bahaya gempa dan longsor pada DAS Kapuas dapat diikuti pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Bahaya Bencana Geologi (Gempa dan Longsor) Pada DAS Kapuas  
(Sumber: Badan Geologi Kementerian ESDM, 2019)

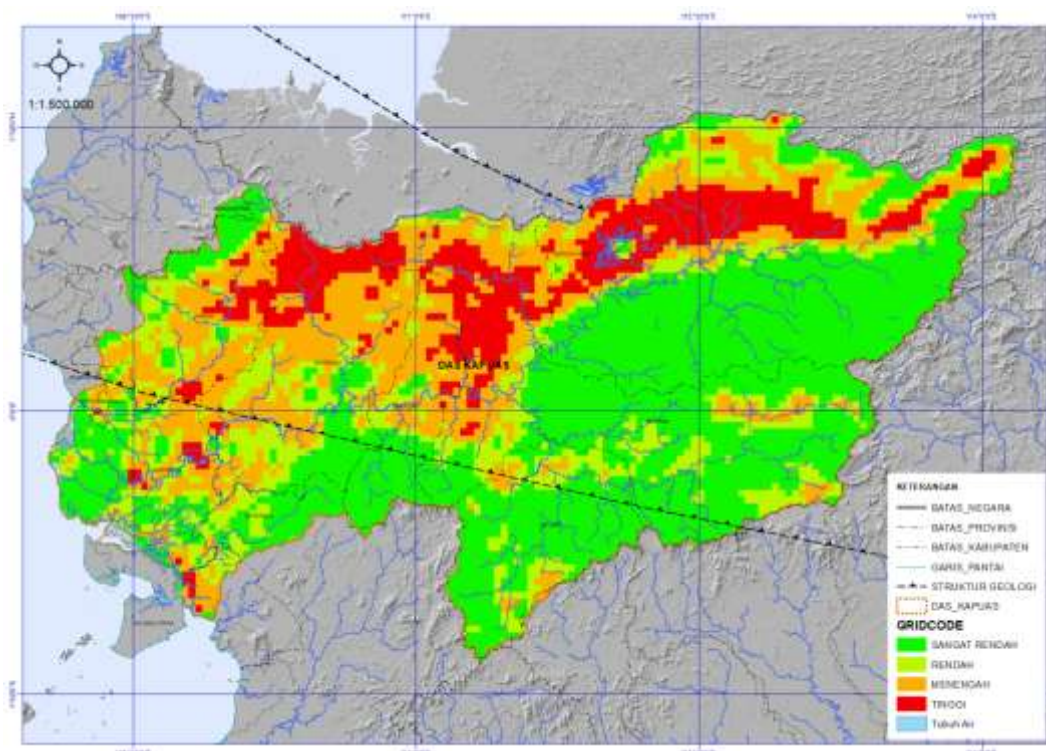
Bahaya bencana hidrologi dan meteorologi di wilayah DAS Kapuas dengan tingkatan bahaya bencana tinggi adalah bahaya bencana banjir. Bahaya kekeringan pada DAS Kapuas masuk kategori bahaya yang sangat rendah. Rendahnya tingkat bahaya kekeringan pada DAS Kapuas tidak terlepas dari faktor curah hujan tinggi dan ketersediaan air permukaan yang berlimpah sepanjang tahun. Bahaya banjir di DAS Kapuas secara keruangan berada di sepanjang aliran Sungai Kapuas dan beberapa anak sungai yang bermuara ke Sungai Kapuas. Kejadian banjir selama lima tahun terakhir pada DAS Kapuas juga cukup merata, kejadian banjir terjadi pada bagian hulu maupun hilir DAS Kapuas. Gambaran lebih jelas potensi bahaya banjir di DAS Kapuas dapat diikuti pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Bahaya Banjir dan Kejadian Banjir 2015-2020 Pada DAS Kapuas  
(Sumber: BMKG dan BPBD Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Barat, 2020)

Potensi bahaya bencana pada DAS Kapuas yang merupakan kombinasi faktor meteorologi dan intervensi manusia adalah bahaya kebakaran hutan. Karakter DAS Kapuas yang memiliki lahan gambut dan pola pembukaan lahan yang kurang hati-hati menyebabkan bahaya kebakaran pada DAS Kapuas cukup tinggi. Hasil kajian bahaya kebakaran hutan di DAS Kapuas pada 2015 [13] menunjukkan wilayah hilir memiliki bahaya kebakaran hutan yang tinggi. Dinamika pengembangan pembukaan lahan untuk perkebunan baru dan kurang arifnya dalam pembukaan lahan untuk perkebunan ternyata memberikan pengaruh signifikan terhadap potensi bahaya kebakaran di DAS Kapuas. Hasil penginderaan jauh oleh LAPAN dengan menggunakan Citra Himawari dan Sadewa Lapan menunjukkan bahwa potensi ancaman kebakaran hutan semakin meluas tidak hanya pada daerah hilir tetapi mengarah hingga kawasan hulu DAS Kapuas. Kondisi ini tidak terlepas dari kondisi lahan yang mudah tersulut api akibat keberadaan gambut yang cukup luas di DAS Kapuas. Gambaran bahaya kebakaran hutan di DAS Kapuas dapat diikuti pada gambar 6.

Berdasarkan pada data kondisi kebencanaan yang terdapat pada DAS Kapuas maka dapat dirumuskan potensi kerawanan bencana multi bahaya pada DAS Kapuas. Uraian lebih lanjut potensi bencana multi bahaya pada DAS Kapuas dapat diikuti pada subbab 3.2.



**Gambar 6.** Potensi Ancaman Bahaya Kebakaran Hutan Pada DAS Kapuas  
 (Sumber: <https://sipandora.lapan.go.id/app/simba/peringatan-dini-bencana/sistem-peringkat-bahaya-kebakaran-1/map/7431>, diakses Mei 2021)

### 3.2. Potensi Bencana Multi Bahaya Pada DAS Kapuas

Hasil perhitungan indeks kerawanan bencana multi bahaya pada DAS Kapuas menunjukkan bahwa tingkatan kerawanan bencana pada skala sangat rendah – menengah (1 sampai dengan 2,5). Pada sepanjang aliran Sungai Kapuas teridentifikasi sebagai kawasan dengan tingkat kerawanan bencana multi bahaya tingkat menengah. Faktor pemicu utama tingkat kerawanan bencana pada sepanjang aliran Sungai Kapuas adalah faktor bahaya banjir, bahaya karhutla dan bahaya longor. Wilayah dengan kategori ancaman bencana multi bahaya sangat rendah terdapat pada wilayah hulu SubDAS Kapuas Hulu bagian selatan, yang berada pada Kabupaten Kapuas Hulu, SubDAS Nyabau, SubDAS Melawi, sedangkan pada sisi utara SubDAS Kapuas Hulu memiliki tingkat ancaman bencana multi bahaya kategori rendah.

Sedangkan pada wilayah hilir tingkat kerawanan bencana multi bahaya didominasi oleh tingkat kerawanan menengah, dengan ancaman meliputi bencana gempa, kebakaran hutan dan banjir. Gambaran lebih rinci tingkat kerawanan bencana pada DAS Kapuas selengkapnya dapat diikuti pada Tabel 2 dan Gambar 7.

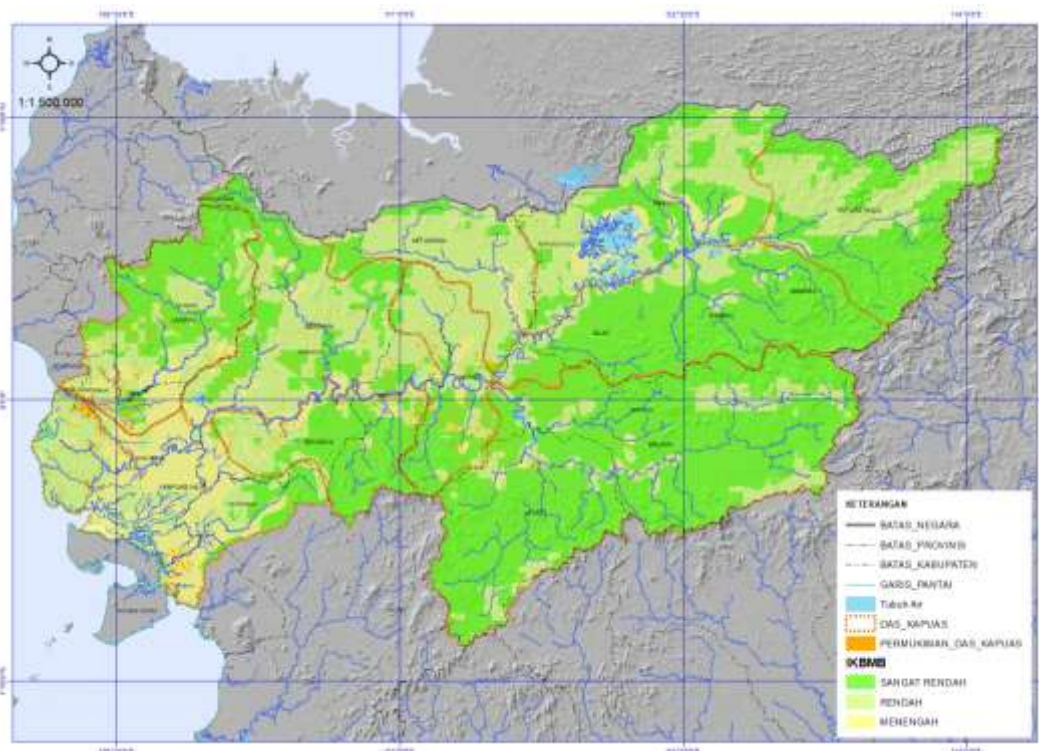
**Tabel 2.** Tingkat Kerawanan Bencana Multi Bahaya Pada DAS Kapuas

No	Kabupaten	Tingkat Kerawanan Multi Bahaya	Luas (Ha)	Sub DAS	Jenis Bahaya
1	Kapuas Hulu	Sangat Rendah	215224,033729	Kapuas Hulu	Banjir dan Karhutla
		Rendah	5230308,502242	Kapuas Hulu	
		Menengah	19890,523037	Kapuas Hulu	
2	Sintang	Sangat Rendah	113224,727116	Melawi	Banjir, Longsor, Karhutla
		Rendah	4469948,10938	Ketungau, Silat, Melawi, Jungkit	
		Menengah	25137,223908	Jungkit, Ketungau	
3	Melawi	Sangat Rendah	164491,851005	Melawi	Banjir, Karhutla
		Rendah	2764135,506704	Melawi	



No	Kabupaten	Tingkat Kerawanan Multi Bahaya	Luas (Ha)	Sub DAS	Jenis Bahaya
		Menengah	0		
4	Sekadau	Sangat Rendah	571,243917	Sekadau	Karhutla
		Rendah	1611146,265709	Sekayam, Sekadau	
		Menengah	910,435449	Jungkit	
5	Sanggau	Sangat Rendah	57822,393986	Sekayam, Sekadau	Banjir, Gempa, Longsor, Karhutla
		Rendah	2538337,623967	Sekayam, Sekadau	
		Menengah	136508,974867	Sekayam, Sekadau	
6	Landak	Sangat Rendah	60147,556227	Landak	Banjir, Karhutla,
		Rendah	1227789,406083	Landak	
		Menengah	15473,893413	Landak	
7	Kota Pontianak	Sangat Rendah	0		Banjir, Karhutla, Gempa
		Rendah	221498,77809	Kapuas Hilir	
		Menengah	2226,102618	Kapuas Hilir	
8	Kubu Raya	Sangat Rendah	34,848	Kapuas Hilir	Banjir, Karhutla, Gempa
		Rendah	945324,031063	Kapuas Hilir	
		Menengah	112533,332145	Kapuas Hilir	
9	Mempawah	Sangat Rendah	0		Banjir, Gempa
		Rendah	33356,655675	Kapuas Hilir	
		Menengah	232,83305	Kapuas Hilir	
10	Bengkayang	Sangat Rendah	0		Longsor
		Rendah	56397,75687		
		Menengah	21134,491046	Sekayam	
11	Kayong Utara	Sangat Rendah	0		Banjir, Karhutla
		Rendah	124363,091901		
		Menengah	11529,362365	Kapuas Hilir	

Sumber: Penyusun, 2021



**Gambar 7.** Tingkat Kerawanan Bencana Multi Bahaya Pada DAS Kapuas  
(Sumber: Penyusun, 2021)

Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa permukiman yang berada di sepanjang aliran Sungai Kapuas maupun anak-anak sungainya berada pada area dengan tingkat bahaya skala rendah-

menengah, dengan ancaman bahaya paling tinggi adalah banjir. Berdasarkan pada hal tersebut maka dibutuhkan satu upaya mitigasi agar bahaya bencana pada DAS Kapuas memberikan seminimal mungkin kerugian bagi sistem permukiman yang ada di sekitarnya. Perbaikan ekosistem DAS akan menjadi solusi jangka panjang yang mungkin diterapkan pada DAS Kapuas untuk mengurangi ancaman bencana yang ada.

#### 4. KESIMPULAN

Tingkat kerawanan bencana multibahaya pada wilayah DAS Kalimantan bervariasi antara tingkat bahaya sangat rendah hingga tingkat bahaya menengah. Pada daerah dengan ancaman bencana multi bahaya menengah faktor pemicu utama adalah banjir, karhutla dan longsor. Keberadaan kawasan permukiman di sepanjang aliran Sungai Kapuas dan anak-anak sungainya merupakan kawasan yang paling rentan terdampak apabila bencana terjadi, khususnya bencana banjir yang memberikan kontribusi paling tinggi terhadap bahaya bencana multibahaya di DAS Kapuas.

Menyikapi kondisi tersebut dibutuhkan langkah mitigasi secara struktur maupun nonstruktur untuk memperbaiki ekosistem DAS dan fungsi sungai yang ada pada sistem DAS Kapuas. Tindakan struktur merupakan solusi jangka pendek penyelesaian persoalan bencana, sedangkan untuk solusi jangka panjang dan berkelanjutan dibutuhkan tindakan perbaikan ekosistem DAS secara struktur dan nonstruktur, agar fungsi jasa ekosistem pada DAS Kapuas dapat dikembalikan pada fungsi alamiahnya. Tindakan struktur pada perbaikan ekosistem DAS dilakukan sebagai respon atas perubahan tutupan lahan dan fungsi kawasan pada DAS Kapuas yang ditujukan untuk minimasi potensi limpasan saat musim penghujan, serta mitigasi potensi karhutla.

#### 5. REFERENSI

1. UNISDR. 2009. Terminologi on Disaster Risk Reduction, diakses secara online melalui [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf)
2. Shi P. Hazards, Disasters, and Risks. *Disaster Risk Science*. 2019 Jun 5:1–48. doi: 10.1007/978-981-13-6689-5\_1. PMID: PMC7123175.
3. Irina Pavlova, Alexandros Makarigakis, Thomas Depret, Vincent Jomelli, Global overview of the geological hazard exposure and disaster risk awareness at world heritage sites, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 28, 2017, Pages 151-157, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2015.11.001>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207415001673>)
4. Slavisa Trajkovic, Ozgur Kisi, Momcilo Markus, Hossein Tabari, Milan Gocic, Shahabuddin Shamshirband, "Hydrological Hazards in a Changing Environment: Early Warning, Forecasting, and Impact Assessment", *Advances in Meteorology*, vol. 2016, Article ID 2752091, 2 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/2752091>
5. Spiridonov V., Ćurić M. (2021) Meteorological Hazards. In: *Fundamentals of Meteorology*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52655-9\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52655-9_20)
6. Danling Chai, Ming Wang, Kai Liu, 2020. Driving factors of natural disasters in belt and road countries, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 51, 2020, 101774, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101774>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420920312760>
7. Gonzalo Lizarralde, Lisa Bornstein, Mélanie Robertson, Kevin Gould, Benjamín Herazo, Anne-Marie Petter, Holmes Páez, Julia Helena Díaz, Andrés Olivera, Gonzalo González, Oswaldo López, Adriana López, Hernán Ascui, Roberto Burdiles, Karine Bouchereau, 2021.

- Does climate change cause disasters? How citizens, academics, and leaders explain climate-related risk and disasters in Latin America and the Caribbean, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 58, 2021, 102173, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102173>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420921001394>)
8. McBean G. (2013) Hydrometeorological Hazards. In: Bobrowsky P.T. (eds) *Encyclopedia of Natural Hazards*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4\\_179](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_179)
  9. Deddy Irawan, dan Gusti Zulkifli Mulki, 2017, Analisa Kawasan Rawan Banjir Kota Sintang Menggunakan Sistem Informasi Geografi, diakses melalui <http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=1563755&val=2341&title=ANALISA%20KAWASAN%20RAWAN%20BANJIR%20KOTA%20SINTANG%20MENGUNAKAN%20SISTEM%20INFORMASI%20GEOGRAFI>, Mei, 2021
  10. Diah Auliyani, and M. Rekapermana, "Analisis Spasial Potensi Kekeringan di Daerah Aliran Sungai Kapuas, Kalimantan Barat," *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, vol. 16, no. 1, pp. 61-70, Mar. 2020. <https://doi.org/10.14710/pwk.v16i1.21979>
  11. Diah Auliyani, 2017. Daerah Bahaya Banjir Di Sub Daerah Aliran Sungai Sepauk Dan Tempunak, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat, JPPDAS Vol 1 No 2, diakses Mei 2021 melalui <https://media.neliti.com/media/publications/270622-daerah-bahaya-banjir-di-sub-daerah-alira-2ff684f6.pdf>
  12. Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat. 2018. Perda Provinsi Kalimantan Barat No 2 Tahun 2018 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu, Lembaran Daerah Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2018 Nomor 2 Noreg. Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Barat : 2,42/2018
  13. Abdul Jawad, Bachrun Nurdjali, Tri Widiastuti. 2015. Zonasi Daerah Rawan Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat. *JURNAL HUTAN LESTARI* (2015), Vol. 3 (1) : 88 – 97
  14. SIMBA LAPAN diakses melalui <https://sipandora.lapan.go.id/app/simba/peringatan-dini-bencana/sistem-peringkat-bahaya-kebakaran-1/map/7431>