

# Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah

*Analysis of Flood Vulnerability using Geographic Information Systems in the Kahayan Watershed, Gunung Mas District, Central Kalimantan*

Hendrik Segah<sup>1,2</sup>✉, Afredo Liano<sup>1</sup>, Santosa Yulianto<sup>1</sup>, Setiarno<sup>1</sup>, dan Yanciluk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia.

<sup>2</sup> Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

✉Corresponding Author: [segah@for.upr.ac.id](mailto:segah@for.upr.ac.id)

Received 01 January 2022

Revised 01 May 2022

Accepted 01 June 2022

Citation:

Segah, H., Liano, A., Yulianto, S., Setiarno., Egoe Y.C. (2022). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. *Journal of Peat Science and Innovation*, 1(1), pp16-. DOI:

**Abstract.** This study aims to determine the level of flood vulnerability and most dominant factors that cause flood vulnerability in the Kahayan watershed, Gunung Mas District in Central Kalimantan. This study used a quantitative method by looking at the effect of each flood parameter to determine the level of flood vulnerability or vulnerable areas in the Kahayan watershed. The results are based on research carried out in the Kahayan watershed which has 4 levels of flood vulnerability classification: low vulnerability, medium vulnerability, high vulnerability, and very high vulnerability. The high level of flood vulnerability was the largest area with an area of 568.146 ha or 65,25% of the Kahayan watershed area of Gunung Mas District as a whole, the medium vulnerability level was 185.634 ha (21,32%), very high vulnerability level was 61,716 ha (7,09 %), and low vulnerability was the area with the smallest area of 55.231 ha (6,34%) of the total area of the Kahayan watershed in this district. The sub-districts with the highest area at a very high level of flood susceptibility were Tewah sub-district and Kurun sub-district. The most dominant factor that causes flood vulnerability in the Kahayan watershed area of Gunung Mas District was the slope that reaches 0-8% which was included in the flat category, with 3 land criteria, namely floodplain areas, river border areas, and basin areas.

**Keywords:** Floods, Geographic Information Systems, Watersheds.



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author.

## 1. Introduction

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan yang dibatasi punggung-punggung bukit yang menunjukkan satu kesatuan sungai dan anak-anak sungainya yang memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air dari daerah hulu ke daerah hilir. Daerah hulu merupakan bagian yang terpenting dalam suatu DAS yang memiliki fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air. Daerah hilir merupakan daerah pemanfaatan yang dimana sebagian atau beberapa tempat adalah daerah rawan banjir. Daerah hulu dan daerah hilir

pada suatu DAS mempunyai keterikatan biofisik melalui daur hidrologi yang menjadi landasan dalam suatu perencanaan DAS terpadu (Asdak, 2010).

Bencana banjir merupakan kejadian alam yang sulit diduga karena datang secara tiba-tiba dengan perioditas yang tidak menentu, kecuali daerah-daerah yang sudah menjadi langganan terjadinya banjir. Setidaknya ada beberapa faktor penting yang menjadi penyebab terjadinya banjir di Indonesia diantaranya faktor kemiringan lereng dan ketinggian lahan suatu daerah, faktor jenis tanah dan penggunaan lahannya, kerapatan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan curah hujan yang tinggi membuat suatu daerah akan rawan bencana banjir.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu cara dalam proses pemetaan, termasuk pembuatan peta kerawanan banjir yang menjadi fokus penelitian ini. Kerawanan banjir dapat diidentifikasi secara cepat, mudah dan akurat melalui SIG dengan menggunakan metode tumpang susun/*overlay* terhadap parameter-parameter banjir, seperti : kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, penutupan lahan dan kerapatan sungai. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan akan mempermudah penyajian informasi spasial khususnya yang terkait dengan penentuan tingkat kerentanan banjir serta dapat menganalisis dan memperoleh informasi baru dalam mengidentifikasi daerah-daerah yang sering menjadi sasaran banjir.

## 2. Methods

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan melihat pengaruh masing-masing parameter banjir untuk menentukan tingkat kerawanan banjir atau daerah rawan di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat komputer untuk analisis SIG, Software ArcGIS 10.3, Microsoft Office, Global Positioning System (GPS), kamera, dan perlengkapan ATK. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah shapefile (shp) Peta Kelerengan, Peta Jenis Tanah, Peta Penutupan Lahan, Peta Curah Hujan, Peta Kerapatan Sungai, dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Parameter penentu kerawanan banjir yang diolah dan dianalisis yaitu kelerengan, jenis tanah, curah hujan, penutupan lahan dan kerapatan sungai. Pengumpulan data atau informasi dilakukan sebagai persiapan awal penelitian ini. Adapun data yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengumpulan Data

No.	Nama	Tipe Data	Walidata	Situs Download
1	Penutupan Lahan Tahun 2019 Skala 250.000	Shp	KLHK	<a href="http://www.indonesia-geospasial.com">www.indonesia-geospasial.com</a>
2	Jenis Tanah Skala 50.000	Shp	BBSDLP Kementerian Pertanian	<a href="http://www.indonesia-geospasial.com">www.indonesia-geospasial.com</a>
3	DEM SRTM 30m	Tif	<i>United States Geological Survey (USGS)</i>	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
4	Curah Hujan Tahun 2020	BIL	<i>Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data (CHIRPS)</i>	<a href="https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/">https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/</a>
5	Batas DAS Rupa Bumi	Shp	KLHK	<a href="http://www.indonesia-geospasial.com">www.indonesia-geospasial.com</a>
6	Indonesia (RBI) Skala 50.000	Shp	Badan Informasi Geospasial (BIG)	<a href="https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/">https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/</a>

Skoring Parameter Kerawan Banjir dilakukan untuk memberikan nilai dari poligon – poligon wilayah yang memiliki kesamaan karakteristik pada setiap parameter dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 2. Kelas dan Skor Kelerengan

No.	Kriteria	Keterangan	Skor
1.	(>40%)	Sangat curam	1
2.	(25-40%)	Curam	2
3.	(15-25%)	Agak Curam	3
4.	(8-15%)	Landai	4
5.	(0-8%)	Datar	5

*Sumber:* [Peraturan Direktur Jenderal PDASHL, Nomor: P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018](#)

Tabel 3. Jenis Tanah dan Nilai Skoring

No.	Kriteria	Infiltrasi	Skor
1.	Litosol, Organosol, Renzina	Besar	1
2.	Andosol, Inceptisol, Entisol	Agak Besar	2
3.	Regosol, Alfisol	Sedang	3
4.	Latosol	Agak Kecil	4
5.	Aluvial, Planosol	Kecil	5

*Sumber:* [Asdak \(1995\) Hidrologi Pengolahan Daerah Aliran Sungai dalam Darmawan et al. \(2017\)](#)

Tabel 4. Kelas dan Skor Curah Hujan

No.	Kriteria	Keterangan	Skor
1.	< 1000 mm/tahun	Sangat Rendah	1
2.	1000 – 1500 mm/tahun	Rendah	2
3.	1500 – 2000 mm/tahun	Sedang	3
4.	2000 – 2500 mm/tahun	Tinggi	4
5.	> 2500 mm/tahun	Sangat Tinggi	5

*Sumber:* [Sholahuddin \(2015\)](#)

Tabel 5. Kelas Penutupan Lahan dan Nilai Skoring

No.	Kriteria	Keterangan	Skor
1.	Hutan Lebat	Sangat Baik	1
2.	Hutan Tanaman	Baik	2
3.	Perkebunan, Semak	Sedang	3
4.	Pertanian Lahan kering, Hortikultura, Tegalan, ladang	Kurang Baik	4

5.	Pemukiman, Sawah, Tanah Terbuka	Sangat Kurang Baik	5
----	---------------------------------	--------------------	---

Sumber: [Peraturan Direktur Jenderal PDASHL, No.: P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018](#)

Tabel 6. Kelas dan Skor Kerapatan Sungai

No.	Kerapatan Aliran (Km/Km2)	Keterangan	Skor
1.	< 0,62	Sangat Kurang Baik	5
2.	0,62 – 1,44	Kurang Baik	4
3.	1,45 – 2,27	Sedang	3
4.	2,28 – 3,10	Baik	2
5.	> 3,10	Sangat Baik	1

Sumber: [Lynsley \(1975\)](#)

Pembobotan adalah pemberian bobot pada peta digital terhadap masing- masing parameter yang berpengaruh terhadap banjir, dengan didasarkan atas pertimbangan masing- masing parameter terhadap kejadian banjir. Semakin besar pengaruh parameter tersebut maka bobot yang diberikan semakin besar. Berikut ini merupakan Tabel pembobotan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Pembobotan

No.	Kriteria	Skor
1.	Kemiringan Lereng	5
2.	Jenis Tanah	3
3.	Curah Hujan	2
4.	Penutupan Lahan	2
5.	Kerapatan Sungai	2

Sumber: [Nisarto \(2016\)](#)

Beberapa data yang telah dikumpulkan kemudian dioverlay. Overlay merupakan proses menumpangsusunkan beberapa peta sehingga diporelah beberapa unit lahan. Adapun peta yang dioverlay yaitu peta kelerengan, peta jenis tanah, peta curah hujan, peta penutupan lahan dan peta kerapatan sungai. Proses overlay ini, menggunakan bantuan aplikasi ArcGIS 10.3. Sedangkan untuk survei lapangan dilakukan dengan mengidentifikasi daerah yang pernah mengalami banjir dengan cara melakukan wawancara kepada perangkat desa dan masyarakat sekitar, kemudian mengambil foto – foto bekas banjir di sekitar daerah yang pernah mengalami banjir. Selain itu juga dilakukan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS.

Analisis data pada penelitian ini yaitu penetapan dan pemetaan daerah rawan banjir di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas. Penetapan daerah rawan banjir dilakukan dengan menganalisis hasil dari keseluruhan faktor yang dinilai pada setiap satuan lahan. Adapun untuk menentukan interval tingkat kerawanan banjir dalam pengklasifikasian yaitu dengan menggunakan rumus menurut [Nisarto \(2016\)](#) sebagai berikut :

$$K = \frac{JT - JR}{JK}$$

Dimana :

- K = Interval Kelas
- JT = Jumlah Tertinggi (Bobot x Skor Tertinggi setiap Parameter)
- JR = Jumlah Terendah (Bobot x Skor Terendah Setiap Parameter)

JK = Jumlah Kelas

Berikut ini merupakan Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir

No.	Kelas Keterangan	Interval Total Skoring
1.	Sangat Rendah	14 – 26
2.	Rendah	27 – 38
3.	Sedang	39 – 48
4.	Tinggi	49 – 60
5.	Sangat Tinggi	61 – 72

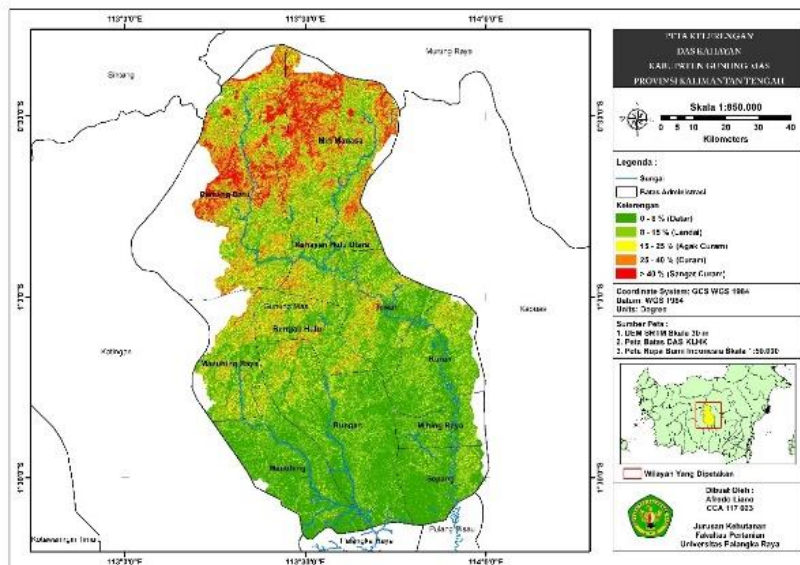
### 3. Results And Discussion

#### 3.1 Parameter Penentuan Tingkat

##### Kerawanan Banjir

Berdasarkan hasil olahan data DEM SRTM, kelas lereng yang mendominasi di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas adalah kelas lereng datar (0 – 8 %) seluas 360.073 ha dengan persentase 40,68% dan kelas lereng yang paling sedikit persentasenya adalah kelas lereng sangat curam (> 40%) seluas 47.453 ha dengan persentase 5,36% dari luas total DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas. Kelas lereng datar banyak menyebar dibagian hilir DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas. Pada bagian hulu lebih banyak terdapat lahan yang bergelombang dan berbukit.

#### 3.1.1 Kelerengan

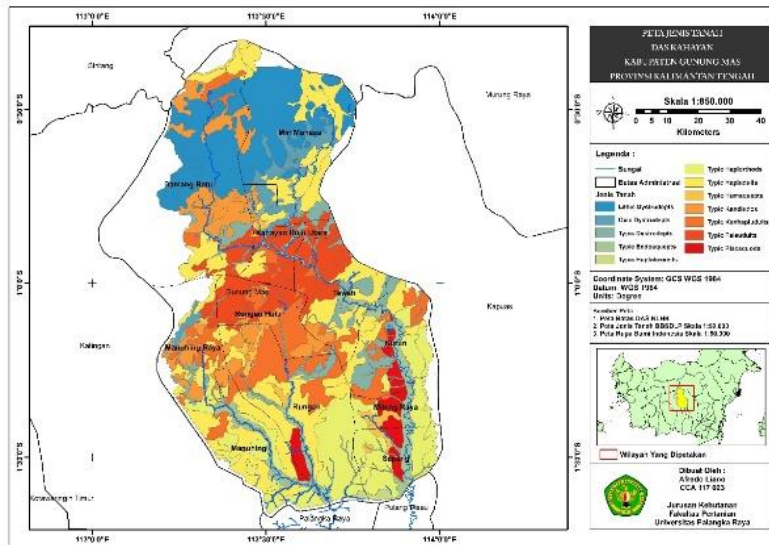


Gambar 1. Peta Kelerengan DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

##### Jenis Tanah

Jenis tanah yang mendominasi di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas adalah jenis tanah *Typic Hapludults* dengan tingkat infiltrasi agak besar seluas 191.651 ha dengan presentase 21,91% dan

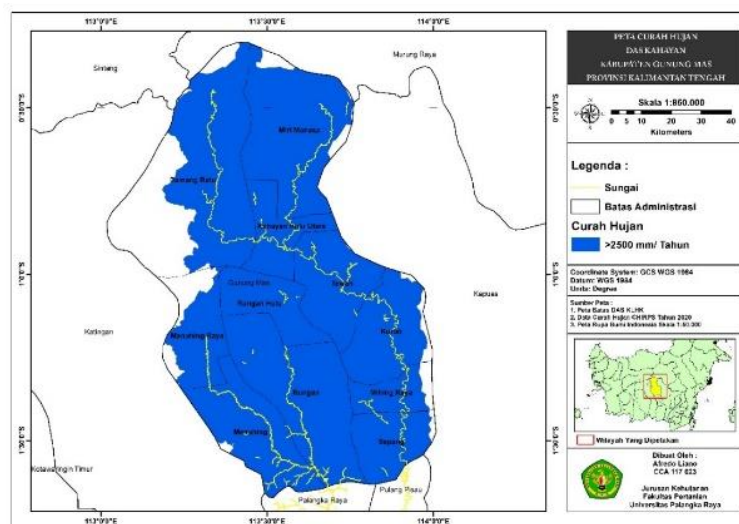
jenis tanah yang paling sedikit persentasenya adalah jenis tanah *Typic Haplohemists* dengan tingkat infiltrasi besar seluas 2.823 ha dengan persentase 0,32%.



Gambar 2. Peta Jenis Tanah DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

Curah Hujan

Data curah hujan di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas didapatkan dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)*, dimana seluruh wilayah di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas mempunyai curah hujan > 2500 mm/tahun.

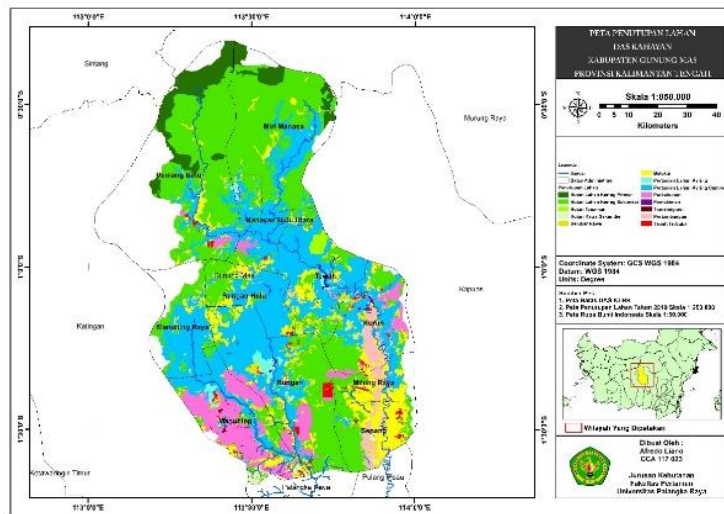


Gambar 3. Peta Curah Hujan DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

Penutupan Lahan

Penutupan lahan di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas didominasi oleh Lahan pertanian yaitu hutan lahan kering sekunder dan pertanian lahan kering campur. Adapun luas dari hutan lahan kering sekunder 333.836 ha dengan persentase 37,89% dan pertanian lahan kering campur seluas 275.606 ha dengan persentase 31,28% dari luas DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas. Areal hutan lahan kering menempati wilayah seluas 42.312 ha dengan persentase 4,80 % dari luas DAS Kahayan Kabupaten

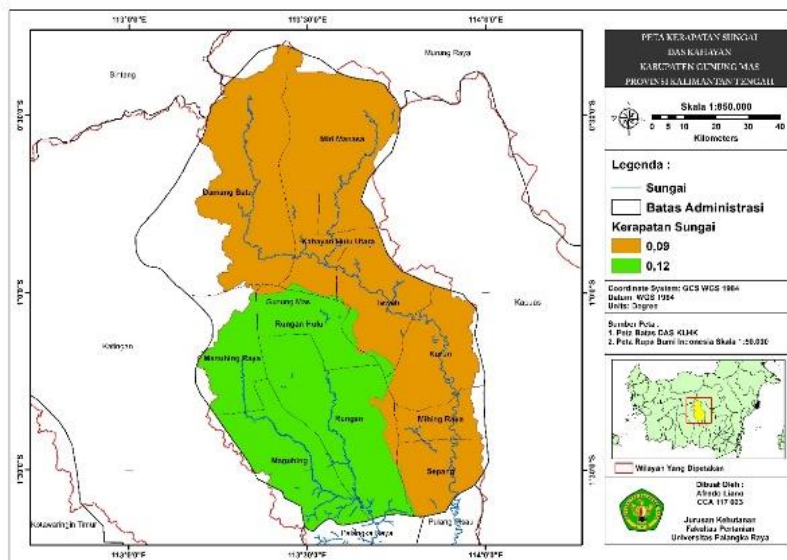
Gunung Mas. Adapun beberapa kawasan lainnya yaitu belukar 94.384 ha (10,71 %), pemukiman seluas 2.192 ha (0,25 %), pertambangan seluas 25.574 ha (2,90 %) dan tanah terbuka seluas 10.290 ha (1,17 %).



Gambar 4. Peta Penutupan Lahan DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

### Kerapatan Sungai

Kerapatan sungai yang ada di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas dihasilkan dari hasil olahan data Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) dan data Rupa Bumi Indonesia (RBI), dimana wilayah DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas terdiri dari 2 nilai kepatan sungai yaitu 0,09 Km/Km<sup>2</sup> dan 0,12 Km/Km<sup>2</sup>.

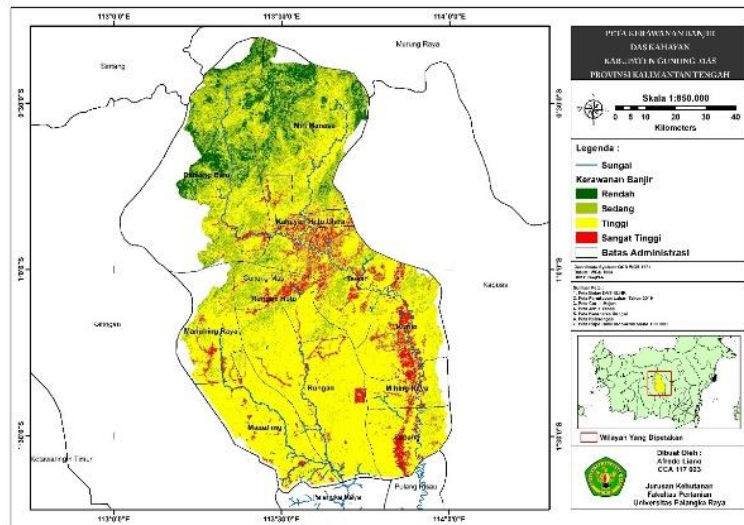


Gambar 5. Peta Kerapatan Sungai DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

### 3.2 Tingkat Kerawanan Banjir

Dari peta kerawanan banjir yang telah dibuat berdasarkan peta – peta parameter penentu banjir didapat bahwa DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas terdiri dari empat kelas kerawanan banjir yaitu : kelas kerawanan banjir rendah dengan luas 55.231 ha dengan persentase 6,34 %, kelas kerawanan banjir

sedang dengan luas 185.634 ha dengan persentase 21,32 %, kelas kerawanan banjir tinggi dengan luas 568.146 ha dengan persentase 65,25 %, kelas kerawanan banjir sangat tinggi dengan luas 61.716 ha dengan persentase 7,09 %.



Gambar 6. Peta Kerawanan Banjir DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

Luas dan persentase tingkat kerawanan banjir di DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tingkat Kerawanan Banjir DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas

No.	Tingkat Kerawanan Banjir	Luas (ha)	Presentase (%)
1	Sangat Rendah	-	-
2	Rendah	55.231	6,34
3	Sedang	185.634	21,32
4	Tinggi	568.146	65,25
5	Sangat Tinggi	61.716	7,09
Total		870.727	100

Kecamatan yang memiliki luasan tertinggi pada tingkat kerawanan banjir sangat tinggi adalah kecamatan Tewah dengan luas 12.788 ha dan kecamatan Kurun dengan luas 11.016 ha. kecamatan dengan luasan tertinggi pada tingkat kerawanan banjir tinggi yaitu kecamatan Rungan dengan luas 122.823 ha dan kecamatan manuhing dengan luas 75.409 ha. Luasan tingkat kerawanan banjir yang memiliki luasan tertinggi pada tingkat kerawanan banjir sangat tinggi dan tinggi disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Luas Tingkat Kerawanan Banjir Per Kecamatan

Tingkat Kerawanan Banjir	Luas Per Kecamatan (ha)			
	Tewah	Kurun	Rungan	Manuhing
Tinggi	51.398	55.294	122.823	75.409
Sangat Tinggi	12.788	11.016	5.306	3.364



Berdasarkan peta pada gambar 6 persebaran tingkat kerawanan banjir sangat tinggi terdapat pada tiga kriteria lahan yaitu daerah dataran banjir (*floodplain area*), daerah sempadan sungai dan daerah cekungan. Menurut [Isnugroho \(2006\)](#) *dalam* [Pratomo \(2008\)](#) Daerah dataran banjir (*floodplain area*) adalah daerah di kanan-kiri sungai yang muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat yang mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan lokal. Kawasan ini umumnya terbentuk dari endapan lumpur yang sangat subur sehingga merupakan daerah pengembangan (pembudidayaan) seperti perkotaan, pertanian, permukiman dan pusat kegiatan perekonomian, perdagangan, industri, dan lain-lain.

Daerah Sempadan Sungai merupakan kawasan rawan banjir, daerah sempadan sungai sering dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat hunian dan kegiatan usaha sehingga apabila terjadi banjir akan menimbulkan dampak bencana yang membahayakan jiwa dan harta benda. Daerah cekungan merupakan daerah yang relatif cukup luas baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Apabila penatan kawasan tidak terkendali dan sistem drainase yang kurang memadai, dapat menjadi daerah rawan banjir.

### 3.3 Survei Lapangan

Wawancara dilakukan kepada warga sekitar desa dengan responden dari 3 desa yaitu Desa Tampelas, Desa Hurung Bunut dan Desa Tewah. Peneliti menanyakan 9 pertanyaan kepada responden. Berdasarkan hasil wawancara seluruh responden menjawab bahwa mereka mengetahui lokasi desa mereka merupakan daerah rawan banjir. Berdasarkan Hasil Pengecekan Lapangan hasil verifikasi peta menunjukkan bahwa Desa Tampelas masuk dalam tingkat kerawanan banjir tinggi, sedangkan Desa Hurung Bunut dan Desa Tewah masuk dalam tingkat kerawanan banjir sangat tinggi.

Menurut pararesponden penyebab dari banjir yang terjadi di desa mereka disebabkan oleh tambang yang mengakibatkan pendangkalan sungai dan akibat curah hujan yang tinggi sehingga mengakibatkan debit air berlebihan di sungai. Menurut [Tamrin et.al \(2016\)](#) eksploitasi sungai berupa penambangan di sepanjang sungai menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai yang ditandai dengan lebar badan sungai yang semekain lebar dan kedalaman sungai makin dangkal. Akibatnya kemampuan sungai untuk menampung volume air yang melebihi daya tampung sungai menyebabkan terjadinya bencana banjir. Menurut [Ginting \(2021\)](#) Lamanya curah hujan dengan intensitas tinggi merupakan faktor utama lain yang menentukan risiko banjir. Banjir menjadi masalah pada saat musim hujan, karena daya dukung daerah aliran sungai terhadap hujan yang turun sudah tidak mampu.

Berdasarkan jawaban dari pararesponden kejadian banjir yang terjadi di Desa Tampelas, Hurung Bunut dan Tewah rata – rata 2 – 3 kali dalam 1 tahun dengan lama banjir mulai dari awal genangan sampai surut rata – rata 3 – 4 hari. Jarak terjauh luapan banjir dari sungai 30 – 50 meter dari pinggir sungai, dengan ketinggian banjir  $\pm$  1 meter atau sedada orang dewasa. Berdasarkan Hasil Pengecekan Lapangan hasil pengukuran tertinggi bekas banjir adalah 163 cm dan hasil pengukuran terendah bekas banjir adalah 86 cm.

## 4. Conclusion

Clarity Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas memiliki 4 tingkat kerawanan banjir dengan klasifikasi yaitu kerawanan rendah, kerawanan sedang, kerawanan tinggi dan kerawanan sangat tinggi. Tingkat kerawanan banjir tinggi merupakan kawasan terluas, sedangkan tingkat kerawanan rendah merupakan kawasan dengan luas terkecil dari luas DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas secara keseluruhan. Kecamatan yang memiliki luasan tertinggi pada tingkat kerawanan banjir sangat tinggi adalah kecamatan Tewah dan kecamatan Kurun. Faktor yang paling dominan yang menjadi penyebab kerentanan banjir di daerah DAS Kahayan Kabupaten Gunung Mas adalah kemiringan lereng yang mencapai 0-8% yang masuk dalam kategori datar, dengan 3 kriteria lahan yaitu daerah dataran banjir

(*floodplain area*), daerah sempadan sungai dan daerah cekungan. Pada penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang optimal sebaiknya menggunakan wilayah cakupan yang lebih kecil dan diverifikasi dengan kejadian-kejadian banjir yang pernah terjadi.

### References

- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Darmawan K., Hani'ah, Andri S., 2017. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 6 (1), 31-40.
- Ginting, S. 2021. Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Bandang Di Ujung Berung, Bandung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 2, No. 2. E-ISSN: 2715-7296
- Nisarto, F. 2016. Pemetaan Kerawanan Banjir Daerah Aliran Sungai Tangka. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Nomor:P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018. Tentang : Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis
- Pratomo, A.J. 2008. Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Sholahuddin, M. 2015. SIG Untuk Memetakan Daerah Banjir Dengan Metode Skoring Dan Pembobotan (Studi Kasus Kabupaten Jepara). Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Dian Nuswantoro Semarang. Semarang
- Tamrin, Zulfan S., Zofyan H. Siregar. 2018. Analisis Kegiatan Penambangan Pasir – Batu Terhadap Erosi, Kualitas Air dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Sekitar Sungai Indragiri. *Jurnal Photon Universitas Riau*, Vol. 8 No. 2.