

**ANALISIS KAWASAN RAWAN BANJIR DI WILAYAH
SUB DAS CIKERUH MENGGUNAKAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

Agustian Hermawan ¹, Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M. ²

1 Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

2 Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

The Cikeruh Sub Watershed (DAS) is part of the Citarum Watershed in the Bandung Basin, which is regularly flooded during the rainy season. Factors of high rainfall as well as other factors such as slope, land height, soil type, land use and river density cause flooding.

This study uses an overlay processing method for existing parameters, each parameter is carried out by a scoring process by giving a weight and value, then overlaying it using a Geographical Information System (GIS) which can explain and present objects of flood-prone areas in digital form.

Based on the results of the analysis of flood-prone areas in almost the entire southern part of the Cikeruh Sub-watershed, which includes the Bandung district area with an area of 3,306,141 ha or 43%, the city of Bandung with an area of 2,300,723 ha or 30% and the rest is in the Sumedang area with an area of 2,165,689 or 47% of the total area of the category very prone to flooding 7,772,550 ha.

Keywords: Flood, Sub DAS, GIS

ABSTRAK

Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikeruh merupakan bagian dari DAS Citarum di Kawasan Cekungan Bandung yang menjadi langganan banjir ketika musim penghujan. Faktor curah hujan yang tinggi dan juga faktor lain seperti kemiringan lereng, ketinggian lahan, jenis tanah, penggunaan lahan serta kerapatan sungai menjadi penyebabnya terjadi banjir.

Penelitian ini menggunakan metode pengolahan *overlay* terhadap parameter-parameter yang ada, setiap parameter dilakukan proses skoring dengan pemberian bobot dan nilai kemudian dilakukan *overlay* menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat menjelaskan dan mempresentasikan objek daerah rawan banjir dalam bentuk digital.

Berdasarkan hasil analisis rawan banjir hampir di seluruh bagian selatan Sub DAS Cikeruh yang meliputi wilayah kabupaten Bandung dengan luas 3.306,141 ha atau 43%, kota Bandung dengan luas 2.300,723 ha atau 30% dan sisanya berada di wilayah Sumedang dengan luas 2.165,689 atau 47% dari total keseluruhan luas kategori sangat rawan banjir 7.772,550 ha.

Kata Kunci : Banjir, Sub DAS, SIG

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan kondisi dimana pada daerah yang secara topografis dan geomorfologis bersifat kering (bukan daerah rawa) tergenang oleh air yang terjadi akibat tingkat drainase tanah yang telah jenuh dalam menampung air dan kemampuan infiltrasi air ke dalam tanah yang mencapai batas maksimum (Ersin Seyhan, 1990). Dan biasanya terjadi pada daerah-daerah yang memiliki topografi lebih rendah (cekungan), dengan tingkat curah hujan daerah yang cukup tinggi. Selain itu terjadinya banjir dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (*runoff*) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas sistem drainase atau sistem aliran sungai.

Karakteristik lahan yang khas dan memiliki potensi terjadi banjir dapat memberikan informasi tentang suatu kondisi kerawanan banjir yang berkaitan dengan karakteristik geomorfologi dan hidrologi tersebut (frekuensi, luas dan lama genangan, bahkan mungkin sumber penyebabnya). Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa survei geomorfologi dan hidrologi pada dataran aluvial, dataran banjir dan dataran rendah lainnya dapat digunakan untuk memperkirakan sejarah perkembangan daerah tersebut sebagai akibat terjadinya banjir (Dibyosaputro, 1988).

Bencana banjir yang setiap tahunnya diakibatkan oleh meluapnya sungai Citarum sebagai sungai utama yang dilaluinya yakni disebagian wilayah kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Sumedang ini selalu menjadi masalah tahunan, sehingga perlu penanganan yang bisa memberikan informasi yang dapat mencegah atau mengurangi tingkat resiko banjir yang lebih parah terhadap masyarakat sekitarnya. Meluapnya air di sungai Citarum hulu ini selain disebabkan oleh tingginya curah hujan di daerah hulu sungai juga dipengaruhi oleh topografinya yang landai. Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum hulu ini dialiri oleh beberapa sub

DAS diantaranya yang terdiri dari Sub DAS Cikapundung, Ciwidey, Cihaur, Cikeruh, Citarik, Cisangkuy dan Cirasea.

Mengingat pentingnya peranan informasi geospasial didalam mitigasi bencana banjir maka diperlukan sumber informasi yang berguna untuk dijadikan referensi kebijakan untuk kepentingan pemerintah dalam hal ini adalah pemerintah daerah dan pemerintah pusat.

Identifikasi Masalah

Dengan mengidentifikasi tingkat risiko bencana banjir dikawasan Sub DAS Cikeruh yang berada disebagian Kabupaten Sumedang, Kabupaten Bandung Dan Kota Bandung nantinya bisa sekaligus dapat juga menganalisis faktor bahaya, kerentanan dan kapasitas di Kawasan Banjir tersebut, sehingga dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam hal ini salah satu DAS yang melewati sungai citarum, tingkat risiko bencana dapat dipetakan dan dapat teridentifikasinya dan dapat mendapat tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko bencana banjir (*Flood Risk Reduction*) dan juga dapat menjadi arahan kebijakan di dalam pengendalian tata ruang di Kawasan Sub DAS Cikeruh.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi kawasan dan luasan banjir di Sub DAS Cikeruh.
2. Di desa mana saja lokasi rawan banjir.

Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui potensi kawasan dan luasan rawan banjir di Sub DAS Cikeruh.
2. Untuk mengetahui di desa mana saja yang berpotensi rawan banjir.

Manfaat Penelitian.

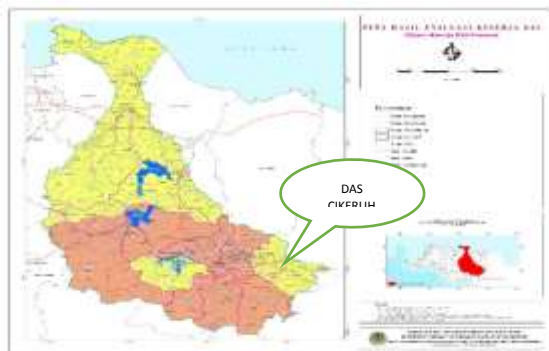
Manfaat yang ingin diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi yang bisa disosialisasikan kepada masyarakat akan adanya potensi banjir dilingkungannya.
2. Dengan informasi yang diperoleh bisa dilakukan mitigasi bencana oleh pemerintah dalam mengatasi dampak banjir.
3. Sebagai bahan evaluasi dan antisipasi dalam rangka penanganan banjir dan juga bermanfaat untuk selanjutnya bisa dijadikan bahan penelitian dikemudian hari

METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

DAS Cikeruh merupakan sub DAS sungai Citarum yang terletak di Jawa Barat yang masuk wilayah sebagian kota Bandung, kabuten Bandung dan sebagian kabupaten Sumedang, letak dan luas wilayah DAS Cikeruh secara astronomis Sub DAS Cikeruh terletak di 060 50' 00" LS – 060 57' 30" LS dan 1070 42' 30" BT – 1070 47' 30" BT. Luas Sub DAS Cikeruh sekitar 11.865 Ha atau 118,65 km².



Gambar 1. Peta Hasil Evaluasi DAS

Data

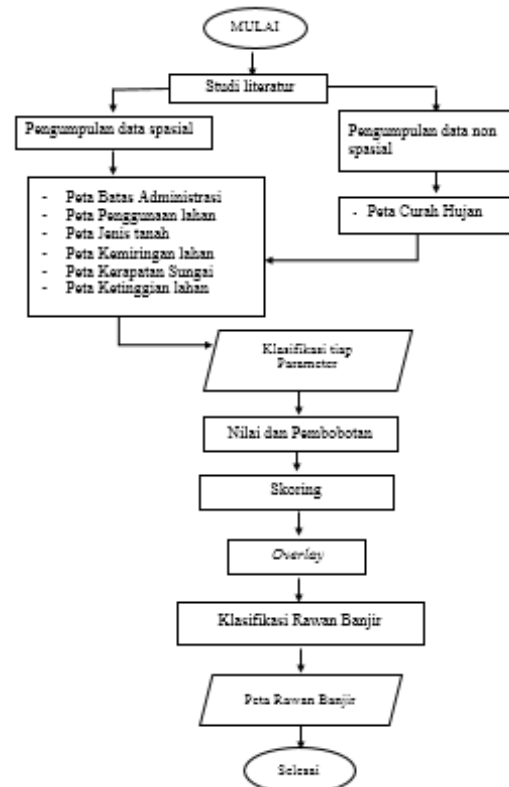
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Peta Administarsi Sub Das Cikeruh dari Peta Rupa Bumi Skala 1: 25.000 BIG tahun 2018.
2. Pembuatan Peta Kemiringan Lahan dari DEMNAS BIG.
3. Peta Ketinggian dari DEMNAS BIG.

4. Pembuatan Peta Penggunaan Lahan Cikeruh Peta Rupa Bumi Skala 1: 25.000 dari BIG tahun 2018.
5. Peta kerapatan sungai Peta Rupa Bumi Skala 1: 25.000 dari BIG tahun 2018.
6. Peta Jenis Tanah dari Kebijakan Satu Peta (KSP) BIG tahun 1993
7. Peta Curah hujan-BMKG tahun 2018.

Tahapan Pengolahan Data

Tahapana pengolahan data sebagai berikut:



Gambar 2. Tahapan Pengolahan Data

1. Persiapan

Identifikasi masalah terkait banjir yang terjadi di wilayah Sub Das Cikeruh dengan membentuk beberapa rumusan masalah dan tidak lupa melakukan studi literatur sebelum melakukan penelitian.

2. Pengumpulan data

- a. Data spasial yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data *shapefile* administrasi, kemiringan, ketinggian, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kerapatan sungai yang didapat dari BIG.
- b. Data non spasial yang diperoleh dari BMKG yaitu data curah hujan yang kemudian diolah menjadi data *shapefile*

3. Klasifikasi Untuk Setiap Parameter.

Klasifikasi dimaksudkan untuk memberikan nilai terhadap setiap atribut yang dibutuhkan dalam analisa data. Pemberian nilai ini didasarkan pada pengaruh kelas tersebut terhadap banjir. Semakin tinggi pengaruhnya terhadap banjir, maka nilai yang diberikan akan semakin tinggi. Berikut ini pemberian nilai terhadap kriteria-kriteria yang mempengaruhi banjir.

Tabel 1 Klasifikasi Kemiringan

No	Kemiringan (%)	Deskripsi	Nilai
1	0-8	Datar	5
2	>8-15	Landai	4
3	>15-25	Agak curam	3
4	>25-45	Curam	2
5	>45	Sangat curam	1

Sumber : Darmawan, K. (2016).

Tabel 2 Klasifikasi Elevasi

No	Elevasi (m)	Nilai
1	<700	5
2	700-900	4
3	900-1200	3
4	1200-1500	2
5	>1500	1

Sumber: Darmawan, K. (2016)

Tabel 3 Klasifikasi Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Infiltrasi	Nilai
1.	Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik Air Tanah	Tidak Peka	1
2.	Latosol	Agak Peka	2
3.	Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediteran	Kepekaan Sedang	3
4.	Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsollic	Peka	4
5.	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat Peka	5

Sumber : Darmawan, K. (2016).

Tabel 4 Klasifikasi Curah Hujan

No	Deskripsi	Rata-rata Curah Hujan (mm/hari)	Nilai
1	Sangat lebat	>100	5
2	Lebat	51-100	4
3	Sedang	21-50	3
4	Ringan	5-20	2
5	Sangat Ringan	<5	1

Sumber : Darmawan, K. (2016).

Tael 5 Klasifikasi Penutupan Lahan

No.	Tipe Penutupan Lahan	Nilai
1.	Hutan	1
2.	Semak Belukar	2
3.	Ladang/ Tegalan/ Kebun	3
4.	Sawah/ Tambak	4
5.	Pemukiman	5

Sumber : Darmawan, K. (2016).

Tabel 6 Klasifikasi Kerapatan Sungai

No	Kerapatan Aliran (Km/Km2)	Nilai
1	<0,62	5
2	0,62-1,44	4
3	1,45-2,27	3
4	2,28-3,10	2
5	>3,10	1

Sumber : Darmawan, K. (2016).

Pemberian Bobot dan Skoring

Untuk setiap parameter penentu banjir setelah selesai diklasifikasi kemudian diberi bobot dan Skoring dengan menambahkan data atribut, sehingga setiap parameter yang sudah diklasifikasi mempunyai skor, dibawah ini besaran pembobotan ini didasarkan tingkat pengaruh terhadap banjir untuk setiap parameter.

Tabel 7 Pembobotan Setiap Parameter Kerawanan Banjir

No	Parameter	Bobot
1	Kemiringan lereng	0.20
2	Kelas ketinggian	0.10
3	Jenis tanah	0.20
4	Curah hujan	0.15
5	Penggunaan lahan	0.15
6	Kerapatan sungai	0.10

Sumber: Darmawan, K. (2016).

Analisis Kerawanan Banjir

Dalam penentuan lokasi rawan banjir analisisnya menggunakan persamaan Kingma(1991), dengan persamaan sebagai berikut:

$$i = R / n$$

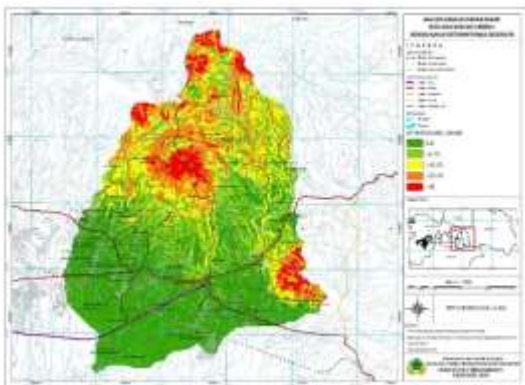
Keterangan:

- i = Lebar interval
- R = Selisih skor maksimum dan skor minimum
- n = Jumlah kelas kerawanan banjir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses data maka didapatkan hasil peta dari parameter banjir seperti dibawah ini:

1. Kemiringan Lereng

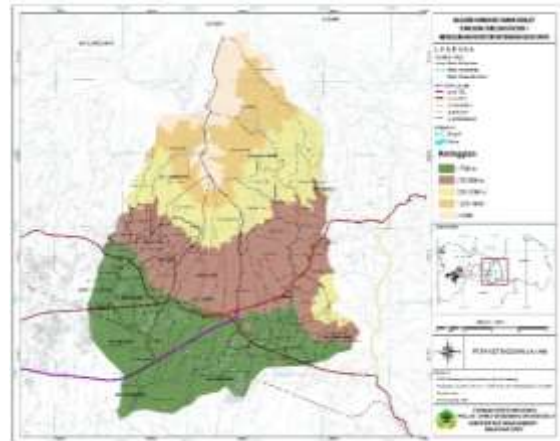


Gambar 3. Peta Kemiringan Lereng

Dari peta sebaran kemiringan lahan Sub DAS Cikeruh relatif datar di sebelah selatan dengan kemiringan lahan 0-8%, dengan demikian lokasi rawan banjir

hampir seluruhnya berada di wilayah selatan Sub DAS Cikeruh.

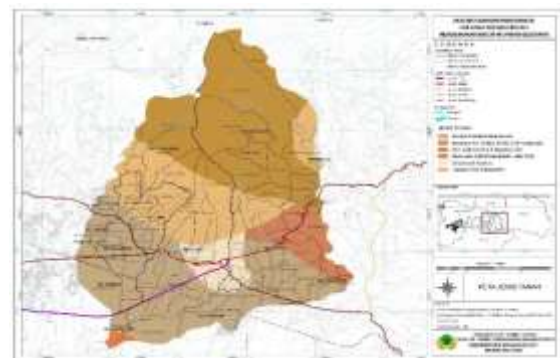
2. Ketinggian Lahan



Gambar 4. Peta Ketinggian Lahan

Dari peta kemiringan terlihat bahwa daerah yang mempunyai elevasi <700 di bagian selatan wilayah Sub DAS Cikeruh. Dimana elevasi <700 menunjukan lokasi tersebut relatif datar. Karena semakin rendah elevasi suatu daerah maka daerah tersebut berpotensi banjir.

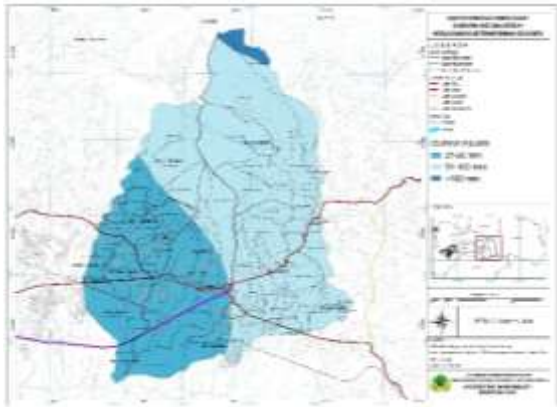
3. Jenis Tanah



Gambar 5. Peta Jenis tanah

Dari Peta di atas areal jenis tanah aluvial tersebar lebih dominan, di mana jenis tanah ini tidak mudah menyerap air. Ditambah lagi bila wilayah tersebut relatif datar. Sehingga apabila terjadi curah hujan yang sangat tinggi terus menerus dalam waktu yang lama ini bisa menyebabkan terjadinya banjir dan juga apabila lokasi tersebut kondisi saluran airnya kurang baik.

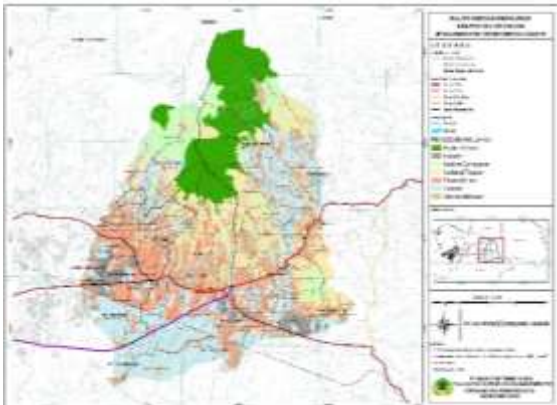
4. Curah Hujan



Gambar 6. Peta Curah Hujan

Dari Peta didapatkan sebaran peta curah hujan warna biru 21-50 mm cuaca sedang sedangkan 51-100 mm lebat warna biru mudah lebih luas. Sehingga Sub DAS Cikeruh masuk katategori rawan banjir.

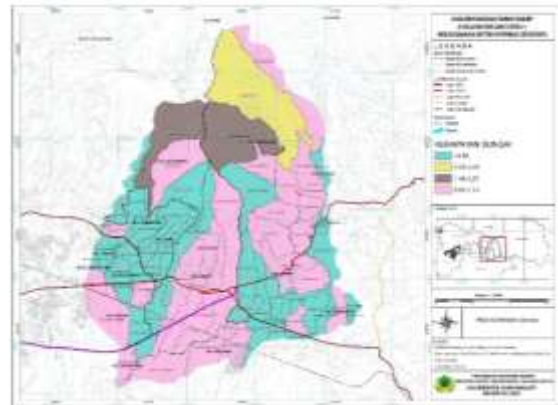
5. Penggunaan Lahan



Gambar 7. Peta Penggunaan Lahan

Dari peta di atas sebaran penggunaan lahan sawah, ladang dan pemukiman lebih dominan dibandingkan penggunaan lahan yang lainnya, Sehingga daya serap air semakin berkurang ini bisa menyebabkan wilayah Sub DAS Cikeruh rawan akan bencana banjir

6. Kerapatan Sungai

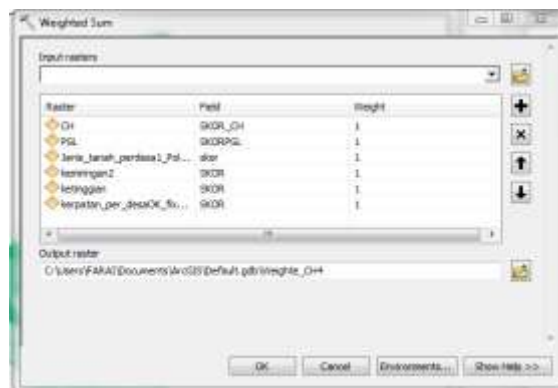


Gambar 8. Peta kerapatan Sungai

Berdasarkan data di atas Sub DAS Cikeruh mempunyai banyak sekali sungai dan anak sungai yang dapat mengalirkan air dari hulu ke hilir dengan baik. Namun ada beberapa desa yang mempunyai kerapatan sungai kurang dari 1.44 km/km², ini biasanya masuk kategori rawan banjir. Tetapi sungai yang besar juga misalkan sungai Citarum apabila terjadi debit air yang cukup banyak bisa juga menyebabkan terjadi banjir akibat daya tampung sungai yang melebihi kapasitasnya. Terutama di wilayah yang padat penduduk.

Kawasan Rawan Banjir

Untuk analisis penentuan banjirnya yaitu dengan proses *Overlay Weighted Sum* untuk semua parameter seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9. Metode Penjumlahan *Weighted Sum*

Dari metode di atas didapatkan hasil seperti dibawah ini kemudian dilakukan perhitungan interval kelas dengan rumus sebagai berikut:

$$i = R / n$$

$$= (4.2-1.75) / 3$$

$$= 0.82$$

Keterangan:

i = Lebar interval

R = Selisih skor maksimum dan skor minimum

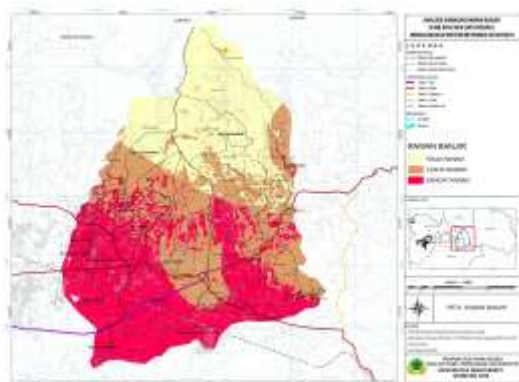
N = Jumlah kelas kerawanan banjir

Dari perhitungan di atas maka hasilnya dimasukkan kedalam 3 (tiga) klasifikasi seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 8 Klasifikasi Banjir

No.	Keterangan	Kelas kerawanan
1.	Tidak rawan	1.75-2.65
2.	Cukup rawan	2.65-3.3
3.	Sangat rawan	3.3-4.2

Hasil klasifikasi rawan banjir kemudian terlihat pada gambar *layout* seperti dibawah ini:



Gambar 10. Peta Kawasan Rawan Banjir

Dari peta di atas wilayah potensial banjir berada di sebelah selatan Sub DAS Cikeruh sedangkan cukup rawan berada ditengah-tengah kemudian di utara kawasan tidak rawan banjir. Dengan demikian potensial banjir untuk di wilayah Sub DAS

Cikeruh berada di wilayah selatan. Di bawah ini Luasan Kawasan Rawan Bencana di wilayah Sub DAS Cikeruh:

No.	NAMA DESA/KEL.	CUKUP RAWAN	SANGAT RAWAN	TIDAK RAWAN	LUAS(HA)
1	DESA BANYURESMI	207,181		811,500	1.018,680
2	DESA BOJONGLOA	1,742	167,235		168,977
3	DESA CIBEUSI	134,739	160,747	0,852	296,339
4	DESA CIBIRU WILIR		199,943		199,943
5	DESA CIBIRU WETAN	179,055	218,258	30,210	427,523
6	DESA CIMANTUANG	7,877	9,210		17,087
7	DESA CIKERUH	0,364	176,791		177,155
8	DESA CILAYUNG	130,756	38,214	33,141	227,111
9	DESA CILELES	98,830	130,915		229,745
10	DESA CILENGKRANG	223,481	36,302	70,121	330,504
11	DESA CILEUNYI KULON	209,114	151,362	29,471	390,947
12	DESA CILEUNYI WETAN	341,730	318,068	114,692	774,490
13	DESA CIMEKAR	172,976	146,137	11,104	330,217
14	DESA CINANJUNG	148,850	38,324		187,174
15	DESA CINTAMULYA		123,395		123,395
16	DESA CINTUNUK	109,475	193,618	11,163	314,256
17	DESA CIPACING	124,735	11,187		135,922
18	DESA CIPANJALU	132,030	2,311	615,854	750,195
19	DESA CIPOREAT	170,618	3,438	285,418	459,474
20	DESA CISEPUR	44,820	162,057		206,877
21	DESA GENTENG	162,877	0,431	1,446,711	1,610,019
22	DESA HEGARMANAH	110,637	146,311		256,948
23	DESA JATIENDAH	44,629	57,533		102,162
24	DESA JATIMUKTI	12,898	67,062		79,960
25	DESA JATIROKE	173,710	69,340		243,050
26	DESA JATISARI	68,675	4,212	2,361	75,248
27	DESA JELEGONG		33,218		33,218
28	DESA KADAJAJAYA	221,626	17,957	343,432	583,015
29	DESA KUTAMANDIRI	95,967	90,720	5,899	192,587
30	DESA LINGGAR		32,215		32,215
31	DESA MANGUNARGA	13,885	95,174		109,059
32	DESA MARGALUYU	52,945	4,888	43,898	101,731
33	DESA MEKARGALIH		37,119		37,119
34	DESA MEKARSARI	30,955		133,505	164,460
35	DESA MELATIWANGI	107,154	10,769	17,411	135,334
36	DESA NANGGERANG	37,099		165,546	202,645
37	DESA PASIRAN	58,574	47,728	2,218	108,520
38	DESA KANGREK KULON		198,028		198,028
39	DESA KANGREK WETAN	13,298	146,874		160,172
40	DESA SAWAHADAP	34,246	34,419		68,665
41	DESA SAYANG	4,134	171,991		176,125
42	DESA SINDANGSARI	233,129	49,389	140,279	422,807
43	DESA SUKADANA	44,819	25,505		70,324
44	DESA SUKARAPIH	91,290		34,944	126,234
45	DESA SUKASARI	119,394	11,097	119,952	250,443
46	DESA TANJUNGSARI	5,361			5,361
47	DESA TEGALLUAR		175,882		175,882
48	DESA TEGALSUMEDANG		409,200		409,200
49	KEL. BAKARAN PENGHULU	0,246	133,800		134,046
50	KEL. CIGENDING	4,996	34,214		39,210
51	KEL. CIMENCRANG		160,310		160,310
52	KEL. CIPADUNG	3,226	109,340		112,566
53	KEL. CIPADUNG KIDUL		132,148		132,148
54	KEL. CIPADUNG KULON	0,246	115,981		116,227
55	KEL. CIPADUNG WETAN		34,112		34,112
56	KEL. CISARANTEN KIDUL	0,246	445,499		445,745
57	KEL. CISARANTEN WETAN		32,496		32,496
58	KEL. CISURUPAN	129,503	102,547		232,050
59	KEL. MEKARMULYA	134,029			134,029
60	KEL. PAKEMITAN		131,622		131,622
61	KEL. PALASARI	31,756	92,184		123,940
62	KEL. PASANGGRAHAN	32,359	32,340	0,002	64,701
63	KEL. PASIR BIRU	34,440	123,959		158,399
64	KEL. PASIRENDAN		13,661		13,661
65	KEL. PASIRJATI	52,792	48,945		101,737
66	KEL. PASIRWANGI	125,434	35,615		161,049
67	KEL. RANCAMUMPANG		120,250		120,250
68	KEL. SUKAMULYA		36,372		36,372
JUMLAH TOTAL		5.200,989	7.771,550	4.592,153	17.475,693

Gambar 11. Luasan Kawasan Rawan Banjir

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Kawasan lokasi rawan banjir hampir di

seluruh bagian selatan Sub DAS Cikeruh yang meliputi wilayah kabupaten Bandung dengan luas 3.306.141 ha atau 43%, kota Bandung dengan luas 2.300.723 ha atau 30% dan sisanya berada di wilayah Sumedang dengan luas 2.165.689 ha atau 47% dari total keseluruhan luas kategori sangat banjir 7.772.550 ha.

2. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa desa-desa yang tersebar di wilayah Sub DAS Cikeruh banyak terdapat wilayah selatan. Desa yang masuk kategori sangat rawan di antaranya desa Cibiru Hilir, desa Cikeruh, desa Cintamulya, desa Jelegong, desa Linggar, desa Mekargalih, desa Rancaek Kulon, desa Tegalluar, desa Tegalsumedang, kel. Babakan Penghulu, kel. Cimencrang, kel. Cipadung Kidul, kel. Cipadung Kulon, kel. Cipadung Wetan, kel. Cisaranten Kidul, kel. Cisaranten Wetan, kel. Mekarmulya, kel. Pakemitan, kel. Pasirendah, kel. Rancamumpang, kel. Sukamulya dan sisanya relatif kecil rawan banjir, sedangkan di wilayah utara hampir semuanya masuk kategori tidak rawan.

Saran

Saran yang dapat diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sebaiknya menggunakan data-data yang terbaru untuk penelitian selanjutnya sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Parameter-parameter mungkin bisa ditambah lagi untuk mendapatkan keakuratan hasil rawan bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H. Z. (2007). *Satelit Altimetri*. Bandung: desember 15, 2012.
Abimanyu P, P. (2019). *Teknik Geovisualisasi Untuk Percepatan*

Pemetaan Batas Desa Di Daerah Berbukit, 37-38. Retrieved 10 23, 2020, from https://www.researchgate.net/publication/332889215_TEKNIK_GEOVISUALISASI_UNTUK_PERCEPATAN_PEMETAAN_BATAS_DESA_DI_DAERAH_BERBUKIT

- Asdak. (1995). *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Darmawan, K. (2016). *Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Retrieved oktober 20, 2020, from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/download/15024/14523>
- Dibiyosaputro. (1988). *Bahaya dan kerentanan banjir daerah antara Kutoarjo-Prembun Jawa Tengah (suatu pendekatan geomorfologi)*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Eddy, P. (2005). *Sistem Informasi Geografis konsep-konsep Dasar*. Bandung: Informatika.
- Ersin, Seyhan. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hamdi, A. S., & E. B. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi dalam Pendidikan*. (A. Anas, Penyunt.) Yogyakarta: CV. BUDI UTAMA.
- Harahap, R., jeumpa, k., & Silitonga, E. M. (1 januari 2020). *Drainase Pemukiman: Prinsip Dasar & Aplikasi*. Yayasan Kita menulis.
- Harto, B. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, P. I., Subiyanto, S., & Sasmito, B. (2016). *Analisis Kualitas Dem Dengan Membandingkan Metode Analisis Kualitas Dem Dengan Membandingkan Metode*. Retrieved Oktober 27, 2020, from <https://media.neliti.com/media/publ>

- ications/84534-ID-analisis-kualitas-dem-dengan-membandingk.pdf
- Kingma. (1991). *Natural Hazzard: Geomorphological Aspect of Floodhazard, ITC, The Netherland*.
- Loebis, j. (1992). *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Matondang, J. P. (2013). *Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pemekas, R. (2013). *Pembangunan dan Pengelolaan Infrastruktur Kawasan Pemukiman*. Bandung: PT. Dunia Putaka Jaya.
- Prahasta, E. (2006). *Membangun Aplikasi Web-based GIS dengan Map Server*. Bandung: Informatika.
- Prasetyo, A. (2011). *Modul Dasar Sistem Informasi Geografi*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Pratomo, A. J. (2008). Di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. Dipetik oktober 5, 2020, dari <http://eprints.ums.ac.id/966/1/E100020042.pdf>
- Ririh, A., & Riswaya. (2014). Aplikasi Pinjaman Pembayaran Secara Kredit Pada Bank Yudha Bhakti. *Computech dan Bisnis*, Vol. 8, No. 2.
- Riswaya, A. R. (2019). *Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Majelis Taklim Pada Kota Jambi Berbasis Android*. Dipetik oktober 12, 2020, dari <http://repository.unama.ac.id/888/>
- Sahetapy, G. B., oli, H., & Suryono. (2016). *Analisis Jalur Evakuasi Bencana Banjir Di Kota Manado*, 71. Dipetik agustus 22, 2020, dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/viewFile/12536/12108>
- Sarapang, H. T. (2019). *Analisis Kerentanan Bencana Tsunami Di Kota Palu*, 433. Retrieved juli 20, 2020, from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/download/25325/25010>
- Soemarto. (1987). *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional*. Surabaya.
- Suhardiman. (2012). *Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Walanae Hilir*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Verrina, G. P. (2013). *Analisa Runoff pada Sub DAS Lematang Hulu*. Retrieved September 25, 2020, from C:\Users\farai\Downloads\Documents\211642-analisa-runoff-pada-sub-das-lematang-hul.pdf
- Wibowo, K. M., Kanedi, I., & Jumadi, J. (2015). *Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website*. Dipetik Oktober 22, 2020, dari <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/download/252/231>
- Wismarini, D. (2015). *Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial*. Dipetik september 12, 2020, dari <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/view/4630>