MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN : 2808-8115
p-ISSN : 2809-1051

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v4i3.3045

ANALISIS BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN DATA SAR (SYNTHETIC APERTURE RADAR) SENTINEL 1 DI KECAMATAN SUNGAI SERUT KOTA BENGKULU

Flood Disaster Analysis Using SAR (Synthetic Aperture Radar) Sentinel-1 Data in Sungai Serut Subdistrict, Bengkulu City

Kurnia Yunita Sari & Triyatno
Universitas Negeri Padang
kyunitasari53@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
May 14, 2024	May 17, 2024	May 20, 2024	May 23, 2024

Abstract

Sungai Serut Sub-district is one of the sub-districts in Bengkulu City where flooding occurs most frequently. The objectives of this study were to 1) analyze flood disasters and determine the extent of the flood area on January 06, 2022 and February 06, 2022 in Sungai Serut Subdistrict, 2) determine the number of buildings affected by flooding in 2022 in Sungai Serut Subdistrict. The method used in this research is Change Detection and Thresholding and satellite image digitization, to assess the accuracy of the data in accordance with the situation in the field, an accuracy test analysis is carried out using overall accuracy. The results showed that 1) based on the results of the analysis, the flood area on January 06, 2022 was 15.5 hectares and on February 06, 2022 was 146.32 hectares, 2) the number of buildings affected by flooding in 2022 in Sungai Serut Subdistrict was 425 buildings spread across each urban village with different numbers of buildings. Surabaya Village is the area with the highest number of buildings affected by flooding, around 343 buildings. The level of data accuracy test results obtained an accuracy percentage of 97.11% for the overall accuracy value.

Keywords: *Sungai Serut sub-district, flood, Change Detection and Thresholding, Building*

Jurnal Masaliq is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Abstrak: Kecamatan Sungai Serut merupakan salah satu Kecamatan di Kota Bengkulu yang paling sering terjadinya banjir. Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) menganalisis bencana banjir dan mengetahui luasan area banjir pada tanggal 06 Januari 2022 dan tanggal 06 Februari 2022 di Kecamatan Sungai Serut, 2) mengetahui jumlah bangunan yang terdampak banjir tahun 2022 di Kecamatan Sungai Serut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Change Detection and Thresholding dan digitasi citra satelit, untuk menilai kebenaran data sesuai dengan keadaan di lapangan dilakukan analisis uji akurasi dengan menggunakan overall accuracy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) berdasarkan hasil analisis maka didapatkan luasan banjir pada tanggal 06 Januari 2022 seluas 15,5 hektar dan pada tanggal 06 Februari 2022 seluas 146,32 hektar, 2) jumlah bangunan yang terdampak banjir tahun 2022 di Kecamatan Sungai Serut ialah sebanyak 425 bangunan yang tersebar di setiap kelurahan dengan jumlah bangunan yang berbeda-beda. Kelurahan Surabaya merupakan daerah yang jumlah bangunannya paling banyak terdampak banjir sekitar 343 bangunan. Tingkat hasil uji akurasi data didapatkan persentase akurasi sebesar 97,11% untuk nilai overall accuracy.

Kata Kunci: Kecamatan Sungai Serut, banjir, Change Detection and Thresholding, Bangunan

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan perubahan signifikan pada iklim, suhu udara dan curah hujan. Pada abad ke-21, perubahan iklim disebut sebagai salah satu ancaman lingkungan terbesar di dunia. Pengamatan iklim secara umum menunjukkan bahwa frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem semakin meningkat terutama suhu dan curah hujan. Perubahan iklim merupakan fenomena universal yang dapat mempengaruhi seluruh aspek kehidupan di bumi termasuk bagi manusia maupun lingkungannya (Karlina dan Viana, 2020). Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang Kerangka Kerja Perubahan Iklim *(United Nations Framework Convention on Climate Change/UNFCCC)* mendefinisikan perubahan iklim sebagai perubahan cuaca yang disebabkan baik secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang dapat mengubah komposisi dari atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode waktu yang dapat diperbandingkan.

Perubahan iklim *(climate change)* merupakan hal yang tidak dapat dihindari yang diakibatkan oleh pemanasan global *(global warming)* dan dapat berdampak luas terhadap berbagai semua aspek kehidupan. Dampak dari perubahan iklim juga meningkatnya cuaca ekstrim seperti hujan deras dan badai siklon yang berpotensi menyebabkan banjir dan longsor, atau terjadinya cuaca panas yang menyebabkan kemarau panjang dan kekeringan (Afiff, 2022). Dalam pengurangan risiko perubahan iklim maka dibutuhkan adaptasi untuk mengurangi dampak negatif atau mengambil manfaat dari sisi positifnya.

Indonesia dikatakan sebagai salah satu negara rawan bencana, baik itu bencana alam maupun bencana yang ditimbulkan akibat aktivitas manusia. Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang bencana ialah suatu peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan manusia sehingga mengakibatkan kerugian ekonomi, rusaknya lingkungan, dampak psikologis bahkan adanya korban jiwa (Hengkelare dkk, 2021). Bencana merupakan fenomena yang sudah sangat akrab bagi masyarakat Indonesia, salah satunya ialah bencana banjir. Indonesia merupakan negara beriklim tropis dan memiliki intensitas curah hujan yang cukup tinggi, sehingga hampir seluruh daerah di Indonesia berpotensi banjir.

Banjir adalah sebuah peristiwa dimana daratan yang biasanya kering menjadi tergenang oleh air, yang disebabkan adanya curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah yang rendah hingga cekungan, dan dapat juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi oleh tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menampung dan menyerap air (Anggraini dkk, 2021). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2019 telah terjadi 3.814 kejadian dengan 784 merupakan bencana banjir (BNPB, 2020). Banjir hampir terjadi di seluruh daerah di Indonesia, bahkan ada beberapa wilayah yang dulunya bukan kawasan rawan banjir dan pada tahun 2019 mengalami banjir besar seperti di Provinsi Bengkulu**,** banjir melanda sembilan kabupaten/kota.

Sungai Serut terletak di bagian utara, ibukota Kota Bengkulu. Luas wilayah Kecamatan Sungai Serut lebih kurang 1.353 ha. Kecamatan Sungai Serut merupakan wilayah yang dilalui aliran Sungai Bengkulu. Sungai Bengkulu membatasi Kecamatan Sungai Serut dengan Kecamatan Muara Bangkahulu yang berada di utara. Kecamatan Sungai Serut keadaan topografinya datar dengan ketinggian berkisar 0-48 mdpl (BPS, 2021). Dengan kondisi wilayah seperti itu dan intensitas curah hujan yang tinggi sehingga tidak mampunya sungai untuk menampung kuantitas air, maka Kecamatan Sungai serut merupakan salah satu kecamatan yang mengalami dampak banjir paling parah hampir setiap tahunnya (Dalifa dkk, 2021). Kawasan yang terdampak banjir setiap tahunnya ialah Kelurahan Tanjung Agung, Kelurahan Tanjung Jaya, Kelurahan Sukamerindu dan Kelurahan Semarang yang disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dan luapan air sungai yang terhambat masuk ke laut.

Berdasarkan data curah hujan bulanan yang didapatkan dari Stasiun Klimatologi Pulau Baai (2010-2018) periode lima tahun terdapat empat pos hujan di daerah Sub DAS Hulu Sungai Bengkulu. Rata-rata curah hujan tahunan di wilayah ini termasuk tinggi yaitu sebesar 3.118 mm. Terdapat tujuh bulan basah dengan curah hujan bulanan maksimum terjadi pada

bulan November sebesar 427 mm/bulan dan sepanjang tahun tidak terdapat bulan kering (kurang dari 100 mm/bulan). Curah hujan minimum terdapat pada bulan September sebesar 171 mm/bulan. Kelembaban udara terendah pada bulan Agustus dengan 83,5% dan kelembaban udara tertinggi pada bulan Desember yaitu sebesar 87,4% (Harmiati dkk, 2018).

Kota Bengkulu merupakan salah satu daerah yang sering terjadi banjir terbukti dengan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BNPB) bahwa pada tanggal 27 April 2019 Kota bengkulu dilanda banjir dengan 500 rumah terdampak dan 3 sekolah terendam banjir. Kemudian banjir terjadi lagi pada tanggal 23 November 2020 sebanyak 482 unit rumah terendam banjir (BPBD, 2020). Peristiwa banjir ini terus berulang setiap tahunnya.

Hujan deras yang melanda kawasan daerah Kota Bengkulu sejak tanggal 06 Februari 2022 menyebabkan sejumlah daerah di Kota Bengkulu terendam banjir. Ketinggian air tercatat mulai dari 30 cm hingga mencapai hampir 1 meter. Banjir memberikan dampak yang cukup besar terhadap permukiman di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu. Dampak tersebut adalah terjadinya kerusakan terhadap rumah-rumah warga di sekitar dan fasilitas umum seperti jalan yang terdampak banjir sehingga mengakibatkan terhambatnya akses jalan di sekitar wilayah tersebut (Nurdiantoro dan Yayi, 2020). Daerah permukiman yang terdampak banjir juga terlihat kumuh karena air yang tergenang bercampur dengan sampah-sampah dan lumpur akibat dari bencana banjir tersebut.

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Bengkulu ada 3 Kelurahan di Kecamatan Sungai Serut yang terdampak banjir, yaitu Kelurahan Tanjung Agung, Kelurahan Tanjung Jaya dan Kelurahan Sukamerindu. Dampak yang dirasakan akibat tingginya debit air hujan yaitu terdapat sekitar 70 rumah dan KK terdampak di Kelurahan Tanjung Agung, terdapat sekitar 50 rumah dan KK terdampak di Kelurahan Tanjung Jaya, dan terdapat sekitar 53 rumah dan KK terdampak di Kelurahan Sukamerindu. Dari peristiwa banjir tersebut masyarakat mengungsi ke lokasi yang lebih tinggi dan kembali kerumah masing-masing pada saat air surut, serta tidak ditemukan korban jiwa pada pada peristiwa tersebut. Dalam menanggulangi dan mengurangi kejadian banjir, diperlukan adanya konsep perencanaan secara terpadu, menyeluruh, dan berwawasan lingkungan yang dilandasi kebijakan penanganan dan penanggulangan daerah di sekitar sungai (Safitri dan Putra, 2022).

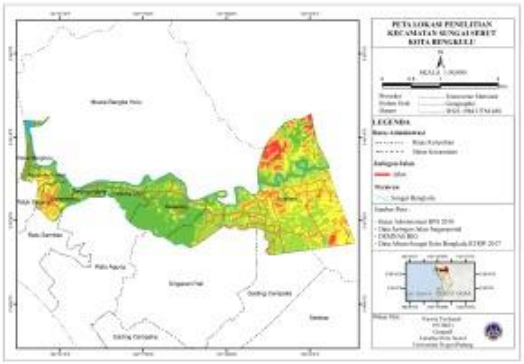
Pentingnya penelitian ini karena Kecamatan Sungai Serut memiliki curah hujan yang cukup tinggi dan termasuk ke wilayah daratan yang rendah sehingga berpotensi besar mengalami bencana banjir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk dapat membantu

masyarakat sekitar dan pemerintah daerah tersebut untuk melakukan mitigasi agar dapat mengurangi dampak dari terjadinya banjir tersebut. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu ialah pada penelitian ini tidak hanya memetakan wilayah yang terendam banjir saja tetapi juga mengkaji tentang bangunan permukiman yang terdampak banjir di wilayah tersebut.

Penginderaan jauh merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan daerah banjir di Kecamatan Sungai Serut dengan menggunakan data SAR *(Synthetic Aperture Radar)* Sentinel-1. Citra satelit Sentinel-1 SAR *(Synthetic Aperture Radar)* memiliki keunggulan yaitu tidak terkendala oleh waktu baik siang maupun malam, kondisi cuaca, tutupan awan dan kabut yang dapat menghilangkan informasi penting dari objek dibalik area yang tertutup tersebut (Bioresita dkk, 2022). Dengan menggunakan data penginderaan jauh dapat menghemat waktu dan biaya untuk ke lapangan sehingga mempermudah dalam menghitung luasan area banjir tersebut.

METODE

Jenis penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kuantitatif, yang mana penelitian kuantitatif ini bertujuan untuk menganalisis data spasial penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh piksel yang ada di citra satelit Sentinel-1 dengan wilayah kajian di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu. Penentuan jumlah sampel ditentukan dengan nilai piksel dari POI (Point of Interest), seperti air dan perkotaan diekstraksi dari nilai indeks rasio hasil deteksi perubahan yang dilakukan dengan cara digitasi pada citra resolusi tinggi. Lokasi penelitian ini terletak di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer.

Dalam proses penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, preprocessing, dan analisis data. Teknik analisis data dalam penelitian ini ada tiga tahapan. 1) Teknik analisis pertama menggunakan metode *Change Detection and Thresholding (CDAT)*. 2) Jumlah Bangunan Yang Terdampak Banjir, Teknik analisis yang dilakukan ialah digitasi citra resolusi tinggi terhadap bangunan di lokasi penelitian, 3) Uji Akurasi, Uji akurasi digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan secara visual hasil klasifikasi suatu area.

HASIL. DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Bencana Banjir 06 Januari 2022 (Sebelum Banjir) dan 06 Februari 2022 (Saat Banjir) di Kecamatan Sungai Serut

Berdasarkan hasil analisis citra Sentinel-1 pada 06 Januari 2022 (sebelum banjir) di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu menggunakan metode *Change Detection and Thresholding*. Didapatkan hasil identifikasi berupa daerah banjir dan daerah tidak banjir. Setelah didapatkan hasil itu, maka dilakukan proses *calculate geometry* untuk menghitung luasan dari daerah banjir tersebut. Berikut tabel luas daerah banjir pada 06 Januari 2022 di Kecamatan Sungai Serut.

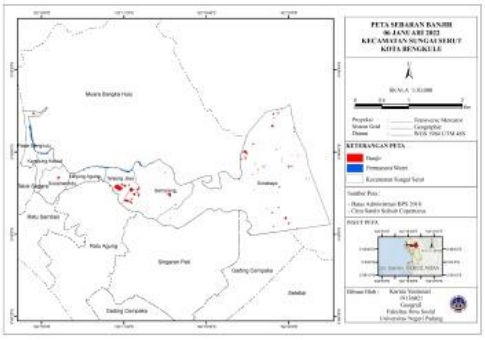
Tabel *1*. Luas daerah banjir 06 Januari 2022

No	Kelurahan	Luas (Ha)
1	Pasar Bengkulu	0,33
2	Kampung Kelawi	0,08
3	Sukamerindu	0,47
4	Tanjung Agung	0,12
5	Tanjung Jaya	4,17
6	Semarang	4,45
7	Surabaya	5,88
Jumlah		**15,5**

Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2022

Dari tabel di atas maka dapat dilihat bahwa luas daerah banjir pada 06 Januari 2022 di Kecamatan Sungai Serut yaitu sekitar 0,33 hektar di Kelurahan Pasar Bengkulu, 0,08 hektar di Kelurahan Kampung Kelawi, 0,47 hektar di Kelurahan Sukamerindu, 0,12 hektar di Kelurahan Tanjung Agung, 4,17 hektar di Kelurahan Tanjung Jaya, 4,45 hektar

di Kelurahan Semarang, dan 5,88 hektar di Kelurahan Surabaya. Dengan luas keseluruhan dari daerah banjir yaitu sebesar 15,5 hektar. Wilayah yang paling luas banjirnya ialah Kelurahan Surabaya. Selain daerah banjir maka dapat dilihat juga pada gambar 8 dimana yang berwarna biru ialah permanent water dengan luas sebesar 8,26 hektar. Berikut pada gambar 8 ditampilkan peta sebaran sebelum banjir (06 Januari 2022) di Kecamatan Sungai Serut.



Gambar 2. Peta Sebaran Sebelum Banjir

Berdasarkan hasil analisis citra Sentinel-1 pada 06 Februari 2022 (saat banjir) di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu menggunakan metode *Change Detection and Thresholding*. Didapatkan hasil identifikasi berupa daerah banjir dan daerah tidak banjir. Setelah didapatkan hasil itu, maka dilakukan proses *calculate geometry* untuk menghitung luasan dari daerah banjir tersebut. Berikut tabel luas daerah banjir pada 06 Februari 2022 di Kecamatan Sungai Serut.

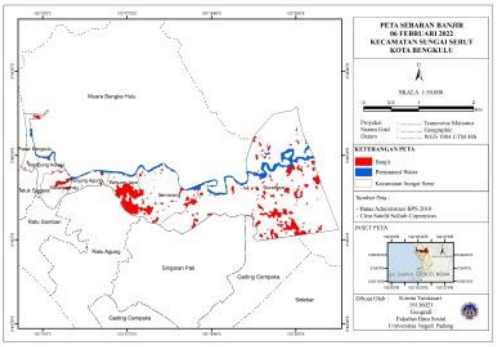
Tabel *2*. Luas Daerah Banjir 06 Februari 2022

No	Kelurahan	Luas (Ha)
1	Pasar Bengkulu	2,38
2	Kampung Kelawi	1,64
3	Sukamerindu	6,03
4	Tanjung Agung	1,56
5	Tanjung Jaya	23,36
6	Semarang	32,76
7	Surabaya	78,59
Jumlah		**146,32**

Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2022

Dari tabel di atas maka dapat dilihat bahwa luas daerah banjir pada 06 Februari 2022 di Kecamatan Sungai Serut yaitu sekitar 2,38 hektar di Kelurahan Pasar Bengkulu,

1,64 hektar di Kelurahan Kampung Kelawi, 6,03 hektar di Kelurahan Sukamerindu, 1,56 hektar di Kelurahan Tanjung Agung, 23,36 hektar di Kelurahan Tanjung Jaya, 32,76 hektar di Kelurahan Semarang, dan 78,59 hektar di Kelurahan Surabaya. Dengan luas keseluruhan dari daerah banjir yaitu sebesar 146,32 hektar. Wilayah yang paling luas banjirnya ialah Kelurahan Surabaya. Selain daerah banjir maka dapat dilihat juga pada gambar 9 dimana yang berwarna biru ialah permanent water dengan luas sebesar 68,77 hektar. Berikut pada gambar 9 ditampilkan peta sebaran saat banjir (06 Februari 2022) di Kecamatan Sungai Serut.



Gambar 3. Sebaran Saat Banjir

Perubahan luas area banjir pada 06 Januari dan 06 Februari 2022 mengindikasikan bahwa pada bulan februari 2022 hujan lebih tinggi yang mengakibatkan wilayah banjir meluas. Kelurahan dengan area banjir paling luas pada 06 Februari 2022 ialah Kelurahan Surabaya. Pada gambar 10 dapat dilihat bekas banjir pada dinding rumah warga di sekitar Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu.



Gambar 4. Bekas Banjir

Gambar di atas merupakan salah satu rumah warga yang terdampak banjir dimana dapat dilihat dari bekas banjir pada dinding rumah tersebut. Gambar tersebut di ambil di wilayah Kelurahan Surabaya, Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu.

2. Jumlah Bangunan Yang Terdampak Banjir

Bangunan merupakan objek primer masyarakat dalam memulai semua aktivitas, sehingga dilakukan analisis perbandingan antara total bangunan yang terdampak banjir dan total bangunan secara keseluruhan. Total bangunan pada analisis ini tidak memperhatikan jenis maupun fungsi dari bangunan tersebut. Terdapat beberapa bangunan yang besar dan luas tetap dihitung sebagai satu titik bangunan karena merupakan satu kesatuan pada bangunan tersebut. Berikut tabel jumlah titik bangunan di Kecamatan Sungai Serut.

Tabel *3*. Jumlah Titik Bangunan di Kecamatan Sungai Serut

No	Kelurahan	Jumlah Bangunan Terdampak	Jumlah Bangunan	Persentase (%)
1	Pasar Bengkulu	15	489	3,06
2	Kampung Kelawi	3	715	0,40
3	Sukamerindu	12	1,432	0,83
4	Tanjung Agung	3	294	1,02
5	Tanjung Jaya	4	246	1,63
6	Semarang	45	787	5,71
7	Surabaya	343	4,687	7,31

Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2022

Berdasarkan tabel di atas Kelurahan Pasar Bengkulu memiliki 489 bangunan, Kelurahan Kampung Kelawi memiliki 715 bangunan, Kelurahan Sukamerindu memiliki 1,432 bangunan, Kelurahan Tanjung Agung memiliki 294 bangunan, Kelurahan Tanjung Jaya memiliki 246 bangunan, Kelurahan Semarang memiliki 787 bangunan, dan Surabaya memiliki total bangunan dengan jumlah terbanyak yaitu 4,687 bangunan.

Kelurahan Pasar Bengkulu memiliki 15 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 3,06%, Kelurahan Kampung Kelawi memiliki 3 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 0,40%, Kelurahan Sukamerindu memiliki 12 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 0,83%, Kelurahan Tanjung Agung memiliki 3 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 1,02%, Kelurahan Tanjung Jaya memiliki 4 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 1,63%, Kelurahan Semarang memiliki 45 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase 5,71%, dan kelurahan Surabaya memiliki 343 bangunan yang terdampak banjir dengan nilai persentase tertinggi yaitu 7,31%. Adapun rincian jenis

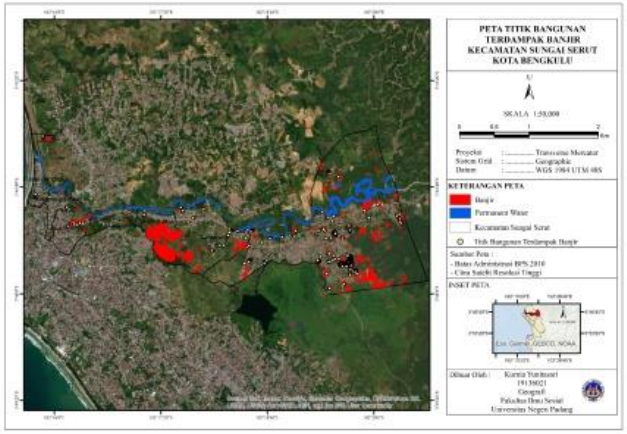
bangunan dan jumlah titik yang terdampak banjir di Kecamatan Sungai Serut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel *4*. Rincian Titik Bangunan Yang Terdampak Banjir di Kecamatan Sungai Serut

No	Kelurahan	Jenis Bangunan	Jumlah
1	Pasar Bengkulu	Rumah	10
		Perdagangan dan Jasa	4
		Pendidikan	1
2	Kampung Kelawi	Rumah	3
3	Sukamerindu	Rumah	12
4	Tanjung Agung	Rumah	3
5	Tanjung Jaya	Rumah	3
		Perdagangan	1
6	Semarang	Rumah	44
		Hotel	1
7	Surabaya	Rumah	336
		Masjid	1
		Industri	1
		Perdagangan dan Jasa	5
Jumlah			**425**

Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2022

Dari tujuh kelurahan di Kecamatan Sungai Serut, Kelurahan Surabaya memiliki jumlah bangunan terbanyak dan juga menjadi bangunan yang terdampak banjir terbesar. Pada Gambar di bawah ini merupakan titik bangunan yang terdampak banjir.



Gambar 5. Titik Bangunan Terdampak Banjir

Pada tabel di bawah ini dapat dilihat total bangunan yang ada di Kecamatan Sungai Serut.

Tabel *6*. Rincian Jenis dan Total Bangunan di Kecamatan Sungai Serut

No	Kelurahan	Jenis Bangunan	Jumlah
1	Pasar Bengkulu	Rumah	412
		Perdagangan dan Jasa	64
		Pendidikan	3
		Masjid	7
		Kantor	2
		Fasilitas Olahraga	1
2	Kampung Kelawi	Rumah	671
		Perdagangan dan Jasa	30
		Pendidikan	2
		Masjid	3
		Kantor	2
		Fasilitas Olahraga	2
		Fasilitas Kesehatan	2
		Industri	2
		TPU	1
3	Sukamerindu	Rumah	1.351
		Perdagangan dan Jasa	47
		Pendidikan	7
		Masjid	8
		Kantor	9
		Fasilitas Olahraga	1
		Fasilitas Kesehatan	3
		Industri	2
		Hotel	4
4	Tanjung Agung	Rumah	282
		Perdagangan	3
		Pendidikan	2
		Masjid	3
		Kantor	1
		Fasilitas Kesehatan	1
		Industri	2

No	Kelurahan	Jenis Bangunan	Jumlah
5	Tanjung Jaya	Rumah	231
		Perdagangan dan Jasa	7
		Pendidikan	1
		Masjid	1
		Kantor	1
		Fasilitas Kesehatan	1
		Wisata & Rekreasi	2
6	Semarang	Rumah	768
		Perdagangan dan Jasa	6
		Pendidikan	3
		Masjid	4
		Kantor	4
		Fasilitas Kesehatan	1
		Industri	1
7	Surabaya	Rumah	454
		Perdagangan dan Jasa	86
		Pendidikan	12
		Masjid	22
		Kantor	14
		Fasilitas Olahraga	1
		Fasilitas Kesehatan	9
		Industri	2
		Wisata & Rekreasi	1
Jumlah			**8.650**

Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2022

Berdasarkan tabel di atas Kelurahan Pasar Bengkulu memiliki 6 jenis bangunan yaitu rumah dengan jumlah 412 bangunan, perdagangan dan jasa 64 bangunan, pendidikan 3 bangunan, masjid 7 bangunan, kantor 2 bangunan, dan fasilitas olahraga 1 bangunan. Kelurahan Kampung Kelawi memiliki 9 jenis bangunan yaitu, rumah 671 bangunan, perdagangan dan jasa 30 bangunan, pendidikan 2 bangunan, masjid 3 bangunan, kantor 2 bangunan, fasilitas olahraga 2 bangunan, fasilitas kesehatan 2 bangunan, industri 2 bangunan, dan TPU 2 bangunan. Kelurahan Sukamerindu memiliki 9 jenis bangunan yaitu, rumah 1.351 bangunan, perdagangan dan jasa 47 bangunan, pendidikan 7 bangunan, masjid 8 bangunan,

kantor 9 bangunan, fasilitas olahraga 1 bangunan, fasilitas kesehatan 3 bangunan, industri 2 bangunan, dan hotel 4 bangunan. Kelurahan Tanjung Agung 7 jenis bangunan yaitu, rumah 282 bangunan, perdagangan dan jasa 3 bangunan, pendidikan 2 bangunan, masjid 3 bangunan, kantor 1 bangunan, fasilitas kesehatan 1 bangunan, dan industri 2 bangunan.

Kelurahan Tanjung Jaya memiliki 7 jenis bangunan yaitu, rumah 231 bangunan, perdagangan dan jasa 7 bangunan, pendidikan 1 bangunan, masjid 1 bangunan, kantor 1 bangunan, fasilitas kesehatan 1 bangunan, wisata dan rekreasi 2 bangunan. Kelurahan Semarang memiliki 7 jenis bangunan yaitu, rumah 768 bangunan, perdagangan dan jasa 6 bangunan, pendidikan 3 bangunan, masjid 4 bangunan, kantor 4 bangunan, fasilitas kesehatan 1 bangunan, dan industri 1 bangunan. Kelurahan Surabaya memiliki 9 jenis bangunan yaitu, rumah 454 bangunan, perdagangan dan jasa 86 bangunan, pendidikan 12 bangunan, masjid 22 bangunan, kantor 14 bangunan, fasilitas olahraga 1 bangunan, fasilitas kesehatan 9 bangunan, industri 2 bangunan, wisata dan rekreasi 1 bangunan. Jumlah keseluruhan dari bangunan yang ada di Kecamatan Sungai Serut yaitu sebanyak 8.650 bangunan. Berikut pada gambar 12 ditampilkan contoh bangunan rumah yang ada di Kecamatan Sungai Serut.



Gambar 6. Rumah Panggung

Gambar di atas merupakan contoh bangunan rumah yang ada di Kecamatan Sungai Serut. Rumah panggung ini dibuat untuk meminimalisir dampak dari banjir yang terjadi terus-terusan setiap tahunnya.

3. Uji Akurasi

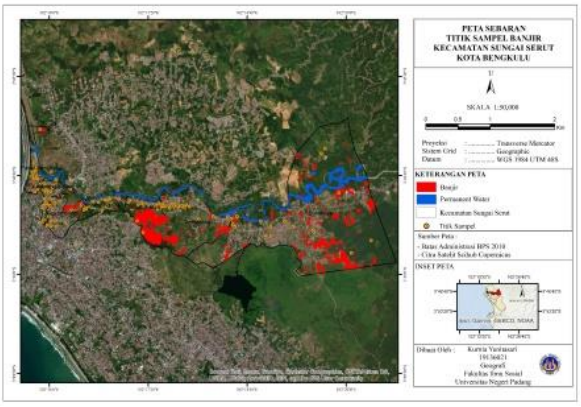
Untuk mengetahui kebenaran banjir februari 2022 dari hasil pengolahan data maka diambil titik sampel yang ditentukan secara random sampling sebanyak 104 titik sampel. Dalam penelitian ini uji akurasi menggunakan teknik *overall accuracy* untuk melihat tingkat kebenarannya. Tabel uji akurasi disajikan pada tabel 11 dan peta titik sampel sebaran banjir disajikan pada gambar 13.

Tabel 7. Uji Akurasi

Titik Sampel				
Kelas	**Tidak Banjir**	**Banjir**	**Total**	**User Accuracy**
Tidak Banjir	87	1	88	98,87%
Banjir	2	14	16	87.,5%
Total	89	15	104	0.00%
Producer Accuracy	97,75%	93,33%	0.00%	**97,11%**

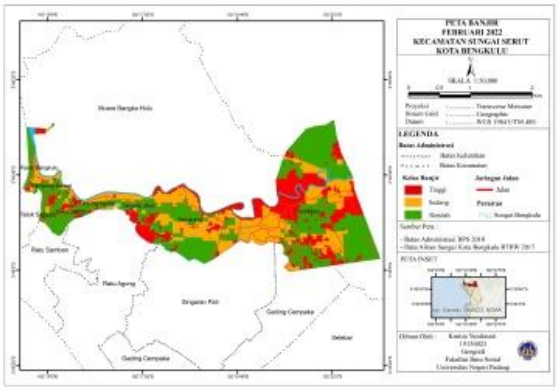
Sumber : Hasil Analisis Data Tahun 2024

Nilai *producer accuracy* tidak banjir dan banjir secara berturut-turut adalah 97,75% dan 93,33%. *User accuracy* tidak banjir dan banjir secara berturut-turut adalah 98,87% dan 87,50%. Nilai secara *overall accuracy* adalah 97,11%. Hasil uji akurasi data tersebut bahwa data layak untuk dilanjutkan ke proses analisis selanjutnya. Hal itu dikarenakan nilai *overall accuracy* memberikan ketelitian yang cukup tinggi karena memenuhi syarat yang ditetapkan oleh *United States Geological Survey (USGS)* yaitu ketelitian interpretasi lebih dari 85%.



Gambar 7. Peta Titik Sampel

Hasil dari pengolahan sebaran banjir juga dilakukan uji validasi data dengan peta banjir dari Badan Penanggulangan Bencana Pembangunan Daerah (BPBD) Kota Bengkulu yang dapat dilihat pada gambar 14. Referensi data menggunakan data daerah banjir yang dilakukan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BPBD) Kota Bengkulu. Data tersebut adalah peta banjir pada Februari Tahun 2022.



Gambar 8. Peta Banjir Badan Penanggulangan Bencana (BPBD)

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis bencana banjir menggunakan metode *Change Detection and Thresholding* maka didapatkan perubahan sebaran banjir yang signifikan pada tanggal 06 Januari 2022 dan pada tanggal 06 Februari 2022 di Kecamatan Sungai Serut. Luasan area banjir pada tanggal 06 Februari 2022 jauh lebih luas dari area sebelumbanjir pada tanggal 06 Januari 2022. Perubahan ini menunjukkan adanya perluasan objek air pada wilayah tersebut. Objek air ditunjukan dengan warna dan rona yang semakin gelap akibat fenomena pantulan cermin (Yusup dkk, 2023). Perubahan luas banjir tersebut disebabkan oleh curah hujan lebih tinggi dan hujan terjadi terus-menerus dalam kurun waktu yang cukup lama. Hujan yang lebat di daerah hulu Sungai Bengkulu juga dapat mengakibatkan meluapnya di setiap aliran Sungai Bengkulu. Kecamatan Sungai Serut ini dilalui oleh aliran sungai Bengkulu yang mana jika terjadi hujan terus-menerus maka sungai tersebut akan meluap dikarenakan air yang terus meningkat. Berdasarkan data (BPS, 2021) Kecamatan Sungai Serut memiliki topografi yang datar dengan ketinggian sekitar 0-48 mdpl. Hal ini mengakibatkan Kecamatan Sungai Serut memiliki potensi banjir lebih tinggi dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Daerah yang rawan banjir di Kecamatan Sungai Serut pada umumnya adalah daerah yang berada di dekat dengan sungai. Banjir terjadi ketika debit sungai terlalu tinggi dan keluar dari sungai, khususnya pada tikungan atau kelokan sungai sehingga mengakibatkan kerusakan pada bangunan-bangunan yang terdapat di sepanjang sungai tersebut. Banjir akibat luapan sungai cenderung lebih lama dibandingkan dengan daya tampung drainase yang terlampaui. Kondisi ini banyak terjadi di beberapa kota besar yang berada di daerah dataran rendah (Anwar dkk, 2022). Semakin dekat suatu wilayah dengan sungai maka semakin tinggi kemungkinan wilayah

tersebut mengalami banjir ketika sungai tersebut meluap atau saat terjadinya hujan yang cukup tinggi di sekitar wilayah sungai tersebut (Philia dkk, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa banjir mempengaruhi bangunan yang ada di Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu. Ratusan bangunan terendam banjir saat hujan lebat mengguyur Kota Bengkulu. Dampak yang ditimbulkan akibat banjir di lokasi penelitian berdasarkan temuan dilapangan, mempengaruhi aktivitas sehari-hari warga sekitar hingga mengakibatkan timbulnya kerugian bagi warga. Akibat dari dampak terjadinya banjir mempengaruhi kondisi fisik tempat tinggal, kondisi sosial dan kondisi ekonomi masyarakat. Banjir memberikan dampak negatif seperti kerusakan jalan, menimbulkan penyakit, dan rumah maupun bangunan lainnya menjadi rusak, kumuh dan kotor. Rumah dan bangunan merupakan salah satu fisik lingkungan yang harus dijaga dari genangan akibat banjir (Pramono dkk, 2023). Selain itu, setelah banjir masyarakat seringkali memerlukan biaya untuk renovasi rumah maupun memperbaiki perkakas rumah baik untuk sekedar mengecat ulang tembok, meninggikan tanggul rumah, maupun memperbaiki kerusakan lainnya. Dampak dari suatu kejadian secara sederhana merupakan suatu pengaruh atau suatu akibat (Yulinar dan Virianita, 2021). Dapat disimpulkan bahwa dampak bencana banjir merupakan peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan manusia dengan menimbulkan akibat atau pengaruh yang baik maupun buruk. Masyarakat berharap pemerintah dapat memberikan solusi untuk mengatasi banjir. Mereka juga berharap untuk dapat membangun rumah permanen yang lebih tinggi dari rumah yang sekarang untuk mencegah air masuk ke rumah saat banjir. Masih bertahannya masyarakat di daerah dataran banjir rata-rata tidak adanya pilihan tempat tinggal lain (Anwar dkk, 2022).

Menurut penuturan warga terdampak di Kecamatan Sungai Serut, bahwa banjir bukan hanya sekedar menyita waktu dan tenaga, akan tetapi harta benda mereka pun sering kali lenyap terbawa oleh air. Dampak yang dialami warga yang tinggal di kawasan banjir, akhirnya secara inisiatif melakukan adaptasi guna memitigasi agar risiko yang ditimbulkan banjir bisa diperkecil seperti meninggikan pondasi rumah dan membuat rumah panggung. Sebab, masyarakat terdampak banjir di Kecamatan Sungai Serut, menganggap peristiwa meningkatnya volume air hingga merendam rumah warga adalah peristiwa bulanan dan tahunan yang sudah bisa dipastikan kehadirannya. Ada beberapa strategi pada bangunan khususnya untuk rumah dalam menghadapi luapan air sungai sehingga nantinya bisa beradaptasi pada kondisi banjir. Strategi yang sudah digunakan mayoritas rumah di tepian Sungai Bengkulu ialah dengan membangun rumah panggung untuk memberikan

perlindungan pada bangunan utama rumah. Struktur rumah panggung dapat memberikan perlindungan dari banjir karena rumah panggung memiliki kolong pada bagian rumah sehingga saat terjadi banjir air tidak langsung masuk ke dalam rumah (Putri dkk, 2020). Dengan struktur rumah panggung ini air yang meluap akan mengalir atau menggenangi bagian bawah rumah sehingga air tidak mengenai struktur utama bangunan rumah seperti kolom, lantai, dan dinding. Rumah panggung memiliki prinsip sebagai hunian yang tahan akan bencana alam seperti gempa dan banjir sehingga orang pada masa lalu banyak menggunakan struktur rumah panggung sebagai hunian mereka (Apriani dkk, 2020). Perubahan akibat banjir membuktikan bahwa masyarakat melakukan penyesuaian terhadap kondisi yang tidak bisa ditolak, memilih mencari solusi agar masih bisa tinggal dan bertahan di lokasi tersebut. Bentuk adaptasi yang muncul dari warga terdampak banjir di Kecamatan Sungai Serut mayoritas lahir secara alamiah. Sebab masyarakat lokal itu sendirilah yang mampu mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan yang sesuai prioritas mereka, sehingga terbangun kesiapsiagaan (Happy dkk, 2022).

Pemetaan sebaran daerah banjir ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah mana yang sebaran banjirnya paling luas, sehingga daerah tersebut dapat dianalisis untuk melakukan pencegahan dan penanganan banjir. Upaya yang dapat dilakukan masyarakat untuk pencegahan dan penanggulangan bencana banjir ialah mempersiapkan diri dari sebelum banjir datang, saat banjir, maupun saat evakuasi dan relokasi sesudah banjir tersebut terjadi. Dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungannya secara umum masyarakat mengambil sikap yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi di lingkungannya. Sikap ini erat kaitanya dengan persepsi masyarakat terhadap bencana yang terjadi (Haloho dan Purnaweni, 2020). Terciptanya sebuah aksi tindakan yang baik pada masyarakat dalam hal penanggulangan banjir sangat dibutuhkan pengetahuan yang menjadi penyokong utama masyarakat dalam bertindak. Hal tersebut menunjukkan bahwa apapun yang dilakukan oleh manusia sangat dipengaruhi oleh pengetahuan yang dimilikinya (Hildayanto, 2020). Penanggulangan terhadap bencana banjir akan lebih baik apabila terintegrasi dengan sektor pendidikan. Pendidikan memiliki peran penting untuk menumbuhkan partisipasi aktif dan kesadaran publik (Nurani dkk, 2022). Salah satu upaya untuk mengurangi dampak dari risiko bencana ialah dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana (Umar dan Dewata, 2018). Peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengurangi risiko banjir dapat di dilakukan dengan cara memasukan pendidikan kebencanaan pada kurikulum sekolah.

Dengan memasukkan pendidikan kebencanaan pada wilayah rawan bencana merupakan salah satu cara yang cukup efektif untuk mengurangi akibat risiko bencana tersebut.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian luasan yang teridentifikasi pada citra Sentinel-1 06 Januari 2022 (sebelum terjadinya banjir) sebesar 15,5 hektar. Pada citra Sentinel-1 06 Februari 2022 (saat terjadinya banjir) sebesar 146,32 hektar. Ketelitian hasil identifikasi banjir menggunakan citra Sentinel-1 dengan metode *Change Detection and Thresholding* (CDAT) sebesar 97,11% untuk nilai *overall accuracy*.
2. Bangunan yang terdampak banjir sebanyak 425 bangunan yang tersebar di setiap kelurahan dengan jumlah bangunan yang berbeda-beda. Kelurahan Surabaya merupakan daerah yang jumlah bangunannya paling banyak terdampak banjir sekitar 343 bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiba, A., & Bioresita, F. (2023). Sentinel-1 SAR Polarization Combinations for Flood Inundation Spatial Distribution Mapping (Case Study: South Kalimantan). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1127, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

Afiff, S. (2022). Antropologi dan Persoalan Perubahan Iklim: Perspektif Kritis Ekologi Politik. *Jurnal Antropologi: Isu-isu Sosial Budaya*, *24*(1), 109-118.

Akbar, F. S., Vira, B. A., Doni, L. R., Putra, H. E., & Efriyanti, A. (2020). Aplikasi metode weighted overlay untuk pemetaan zona keterpaparan permukiman akibat tsunami (Studi kasus: Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah). *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, *1*(1), 43-51.

Alawiyah, A. M., & Harintaka, H. (2021). Identifikasi Genangan Banjir di Wilayah DKI Jakarta Menggunakan Citra Satelit Sentinel-1. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, *4*(2), 95-101.

Anwar, Y., & Ningrum, M. V. R. (2022). Dampak Bencana Banjir Terhadap Ekonomi Masyarakat di Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, *9*(1).

Apriani, T., Siswanto, A., & Teddy, L. (2020). Rumah Tanggap Banjir Sebagai Adaptasi Terhadap Kondisi Lingkungan Kota Palembang Di Masa Depan. *Applicable Innovation Of Engineering And Science Research (Avoer)*, 26-31.

Ardiyanti, D. M. *Analisis Genangan Banjir Berdasarkan Data Radar Sentinel-1 Di Kabupaten Tangerang* (Doctoral dissertation, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember).

Bioresita, F., Ngurawan, M. G. R., & Hayati, N. (2022). Identifikasi Sebaran Spasial Genangan Banjir Memanfaatkan Citra Sentinel-1 dan Google Earth Engine (Studi Kasus: Banjir Kalimantan Selatan). *Geoid*, *17*(1), 108-118.

Darmawan, K., & Suprayogi, A. (2017). Analisis tingkat kerawanan banjir di kabupaten sampang menggunakan metode overlay dengan scoring berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, *6*(1), 31-40.

Haloho, E. H., & Purnaweni, H. (2020). Adaptasi Masyarakat Desa Bedono Terhadap Banjir Rob Di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Journal of Public Policy and Management Review*, *9*(4), 150-158.

Happy, M. R., Utina, R., & Hamidun, M. S. (2022). Adaptasi Masyarakat Terdampak Banjir Di Daerah Aliran Sungai Limboto. *Jambura Geo Education Journal*, *3*(2), 52-59.

Harmiati, Aprianty, H., & Triyanto, D. (2018). Implementasi Good Enviromental Governance dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Das) Bengkulu. *JIP (Jurnal Ilmu Pemerintahan): Kajian Ilmu Pemerintahan dan Politik Daerah*, *3*(2), 136-148.

Hengkelare, S. H., & Rogi, O. H. (2021). Mitigasi Risiko Bencana Banjir di Manado. *Spasial*, *8*(2), 267-274.

Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. (2020). Studi Deskriptif kuantitatif tentang aktivitas belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran edmodo dalam pembelajaran sejarah. *Jurnal artefak*, *7*(1).

Julzarika, A., Dewi, E. K., & Subehi, L. (2019). Penentuan Batas Tepi Danau Paparan Banjir Secara Hitung Perataan Kuadrat Terkecil dengan Multidata Penginderaan Jauh. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, *26*(2).

Karlina, W. R., & Viana, A. S. (2020). Pengaruh naiknya permukaan air laut terhadap perubahan garis pangkal pantai akibat perubahan iklim. *Jurnal Komunikasi Hukum (Jkh)*, *6*(2), 757-586.

Kawamuna, A., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2017). Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2 (Studi kasus: Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*, *6*(1), 277-284.

Lestari, R. W., Kanedi, I., & Arliando, Y. (2016). Sistem Informasi Geografis (SIG) daerah rawan banjir di Kota Bengkulu menggunakan arcview. *Jurnal Media Infotama*, *12* (1).

Marlina, D. (2022). Klasifikasi Tutupan Lahan pada Citra Sentinel-2 Kabupaten Kuningan dengan NDVI dan Algoritme Random Forest. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, *7*(1), 41-49.

Nurani, Y., Hapidin, H., Wulandari, C., & Sutihat, E. (2022). Pengenalan Mitigasi Bencana Banjir untuk Anak Usia Dini melalui Media Digital Video Pembelajaran. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, *6*(6), 5747-5756.

Nurdiantoro, D., & Arsandrie, Y. (2020, July). Dampak banjir rob terhadap permukiman di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan. In *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur* (pp. 286-295).

Pane, F. M. R., Suprayogi, A., & Sabri, L. M. (2019). Analisis pengaruh perubahan tutupan lahan Daerah Aliran Sungai tahun 2013 dan 2018 terhadap peningkatan debit puncak Sungai Kaligarang. *Jurnal Geodesi Undip*, *9*(1), 285-294.

Philia, C. L., Septory, J. S. I., Somae, G., & Rakuasa, H. (2023). Pemodelan Daerah Rawan Banjir di Kecamatan Sirimau Menggunakan Metode Multi-Criteria Analysis (MCA). *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, *18*(1), 10-17.

Putri, W. S., Siswanto, A., & Teddy, L. (2020). Pengaruh Struktur Rumah Tinggal Dalam Menanggulangi Bencana Banjir Di Indonesia. *Applicable Innovation Of Engineering And Science Research (Avoer)*, 9-14.

Pradana, I. H., Irawan, L. Y., Setiawan, D., Yuliano, F. S., & Mufid, H. A. (2020). Analisis Daerah Tergenang Banjir di Desa Sitiarjo, Kabupaten Malang Menggunakan Data SAR (Synthetic Aperture Radar) Sentinel-1. *Jurnal Georafflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, *5*(1), 58-67.

Pramono, S. A., Sutarga, K., & Sari, D. A. P. (2023). Study Komparasi Bangunan Terdampak Bencana Banjir Tahun 2013 Di Kecamatan Cengkareng, Grogol Dan Kebon Jeruk Menggunakan Aplikasi Quantum Geographic Information System. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, *11*(1), 77-86.

Safitri, D., & Putra, R. A. (2022). Analisis Pola Aliran Banjir Pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten Dengan Menggunakan Hec-Ras. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, *3*(01), 19-30.

Sari, A. A., Sabilla, A. A., & Hertati, D. (2020). Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Manajemen Bencana Banjir Di Kabupaten Gresik. *Syntax*, *2*(5), 21-35.

Taryana, A., El Mahmudi, M. R., & Bekti, H. (2022). Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakarta. *JANE-Jurnal Administrasi Negara*, *13*(2), 302-311.

Umar, I., & Dewata, I. (2018). Arahan Kebijakan Mitigasi pada Zona Rawan Banjir Kabupaten Limapuluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, *8*(2), 251-257.

Virgiani, B. N., Aeni, W. N., & Safitri, S. (2022). Pengaruh Pelatihan Siaga Bencana dengan Metode Simulasi terhadap Kesiapsiagaan Menghadapi Bencana: Literature Review. *Bima Nursing Journal*, *3*(2), 156-163.

Yusup, M., Tarigan, P. I. S., Noviansah, K., Ridwana, R., & Aliyan, S. A. (2023). Identifikasi Genangan Banjir Menggunakan Sentinel-1 dan Korelasinya dengan Kerawanan Banjir di Kabupaten Barito Selatan. *Geo-Image Journal*, *12*(1), 62-70.