

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Fabil Al Barru Romadhon Mu'an^{1*}, Romi Fadly², Citra Dewi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Geodesi Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, JL. Prof. Sumantri Bojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145, Indonesia

*Email korespondensi: fabilalbarru3@gmail.com

(Diterima 5 Maret 2026, Disetujui 25 Juni 2026)

Abstrak

Bandar Lampung merupakan kota yang sering kali mengalami bencana banjir, seiring dengan berjalannya waktu meningkatnya jumlah penduduk menjadi pengaruh aktifitas masyarakat dalam kehidupan sosial. Hal tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal dan bila terus terjadi akan berdampak pada daerah resapan air atau lahan terbuka hijau yang semakin sedikit akibat adanya pengalihan penggunaan lahan, sehingga meningkatkan tingkat resiko bencana di Bandar Lampung. Penelitian ini bertujuan menganalisis kerawanan banjir terhadap perubahan tutupan lahan beserta luasan areanya di Kota Bandar Lampung. Data yang digunakan terdapat 5 variabel dalam penentuan kerawanan banjir antara lain, data citra satelit 2 tahun 2021 hingga tahun 2025, data DEMNAS, data curah hujan dan data jenis tanah. Pengolahan data analisis perubahan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing support vector machine (SVM) dan metode pengolahan curah hujan menggunakan metode inverse distance weight (IDW), kemudian dilakukan scoring dan pembobotan pada seluruh variabel yang kemudian di overlay untuk menganalisis kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung. Hasil penelitian ini diperoleh korelasi antara perubahan tutupan lahan dari tahun 2021 hingga 2025 yang menunjukkan adanya tren perubahan yang terus meningkat, hal tersebut sejalan dengan luas kelas kerawanan banjir pada kelas tinggi atau sangat rawan yang semakin meluas. Vegetasi menurun sebanyak 2045 Ha, lahan terbuka meningkat sebanyak 838 Ha dan lahan terbangun meningkat sebanyak 1207 Ha. Mengakibatkan dampak luasan kerawanan banjir yang semakin meningkat di Kota Bandar Lampung dengan kelas kerawanan sangat rawan seluas 7764,45 Ha (43%).

Kata kunci: Kota Bandar Lampung, Kerawanan Banjir, Support Vector Machine, Inverse Distance Weight, Overlay.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana banjir merupakan salah satu fenomena hidrometeorologi yang paling sering terjadi dan memberikan dampak destruktif yang signifikan di Indonesia, khususnya Kota Bandar Lampung. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Kota Bandar Lampung merupakan wilayah dengan tingkat risiko banjir genangan yang cukup tinggi. Hampir setiap tahun, terutama pada puncak musim penghujan, belasan kecamatan di wilayah ini dilaporkan terdampak banjir akibat sistem drainase yang kewalahan dan meluapnya air permukaan ke pemukiman korelasi spasial antara dinamika

tutupan lahan dengan tingkat kerentanan wilayah. Perubahan tutupan lahan tidak terjadi

warga[1].

Peningkatan frekuensi dan intensitas banjir ini sangat erat kaitannya dengan dua faktor utama: tingginya curah hujan serta masifnya laju urbanisasi. Urbanisasi yang tidak terkendali mendorong terjadinya alih fungsi lahan secara drastis, di mana kawasan yang secara alami berfungsi sebagai daerah resapan air dan ruang terbuka hijau diubah menjadi kawasan terbangun yang kedap air [2,3].

Melihat tingginya intensitas banjir tersebut, terdapat kebutuhan mendesak untuk memahami

secara instan, melainkan berlangsung secara bertahap dalam kurun waktu tertentu (*time series*).

Oleh karena itu, analisis kerawanan banjir tidak dapat hanya mengandalkan data statis dalam satu waktu, melainkan harus memantau tren perubahan lahan secara historis. [4].

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dipadukan dengan teknologi penginderaan jauh menawarkan solusi analitis yang efektif. Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-2 yang memiliki resolusi temporal dan spektral memungkinkan pemantauan tren tata guna lahan selama kurun waktu 5 tahun terakhir secara efisien, yang ideal untuk pemetaan tutupan lahan. Penentuan tingkat kerawanan banjir dilakukan menggunakan metode overlay (tumpang susun). Metode ini secara hierarkis akan menggabungkan berbagai parameter pembentuk banjir seperti peta perubahan lahan time series, curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian lahan dan jenis tanah sehingga menghasilkan peta kerawanan banjir yang jelas dan terukur. [5,6].

Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi geospasial yang akurat untuk menjadi landasan strategis bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam mengevaluasi tata ruang serta merumuskan kebijakan mitigasi bencana banjir di Kota Bandar Lampung.

12 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka rumusan masalah yang ingin dianalisis pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tren perubahan tutupan lahan di Kota Bandar Lampung dalam rentang waktu 5 tahun terakhir?
2. Bagaimana tingkat kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung?
3. Bagaimana korelasi antara alih fungsi tutupan lahan terhadap sebaran wilayah rawan banjir di Kota Bandar Lampung? Kota Bandar Lampung merupakan salah

13 Tujuan Penelitian

Adapun Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan memetakan tren perubahan lahan dalam 5 tahun terakhir secara time series.
2. Memetakan tingkat kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung dengan metode overlay.
3. Menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung.

14 Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bermakna bagi pengembangan literatur dan wawasan keilmuan, khususnya terkait pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh (remote sensing) dalam kajian mitigasi bencana. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang tertarik untuk mendalami isu serupa.
2. Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan mampu diaplikasikan untuk mendukung pengambilan kebijakan di Kota Bandar Lampung. Pemetaan spasial ini akan menyediakan informasi yang berguna bagi Pemerintah Daerah, khususnya Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), sebagai instrumen evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), pengendalian pemanfaatan ruang, serta perumusan strategi mitigasi bencana yang lebih terarah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bencana dan Banjir

Secara umum, banjir dapat didefinisikan sebagai tergenangnya suatu area akibat meluapnya air dari saluran yang ada. Hal ini sering disebabkan oleh curah hujan yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah, drainase atau sungai [7].

2.2 Perubahan Lahan

Perubahan lahan adalah proses di mana penggunaan dan penutupan suatu lahan mengalami transformasi dari satu jenis penggunaan atau penutupan ke jenis lain. Perubahan ini bisa terjadi karena faktor alamiah seperti erosi atau perubahan iklim, tetapi lebih sering disebabkan oleh aktivitas manusia. Perubahan lahan berdampak signifikan terhadap lingkungan, termasuk perubahan pola hidrologi, degradasi tanah, penurunan kualitas air, dan hilangnya habitat alami [8].

2.3 Parameter Kerawanan Banjir

Kerawanan banjir adalah keadaan yang menggambarkan mudah atau tidaknya suatu daerah terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor alam yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi, dan lamanya hujan berlangsung) dan (kemiringan lahan/kelerengan, ketinggian lahan, tekstur tanah dan tutupan lahan) [9].

Curah hujan adalah fenomena yang mencerminkan jumlah air yang terkondensasi di atmosfer dan jatuh ke bumi dalam berbagai bentuk, dipengaruhi juga oleh faktor-faktor klimatologi seperti angin, suhu, dan tekanan atmosfer. Data curah hujan aktual merupakan kumpulan dari data stasiun pengukuran curah hujan pada jangka waktu tertentu [10]. Rumus menghitung infiltrasi curah hujan:

$$RD = 0,01 \times P \times Hh \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

RD = Faktor Hujan Infiltrasi

P = Curah Hujan Tahunan (mm)

Hh = Jumlah hari hujan tiap tahun

Sumber: (Wibowo, 2006)

Tabel 1. Skor dan Bobot Curah Hujan

Rata-Rata Curah Hujan (mm/tahun)	Klasifikasi	Nilai/ Skor	Bobot
> 400	Sangat Lebat	5	0.25
250-400	Lebat	4	0.25
100-250	Sedang	3	0.25
20-100	Ringan	2	0.25
<20	Sangat Ringan	1	0.25

Sumber: Thelms, S. 2008

Kemiringan lereng adalah fenomena di alam yang terjadi karena perbedaan tinggi antara dua. Semakin curam kemiringannya maka semakin sedikit pula air yang meresap ke dalam tanah, dan begitu pula sebaliknya. Bentuk dari adanya kemiringan ini mempengaruhi bagaimana air meresap ke dalam tanah. Daerah yang memiliki lereng curam biasanya memiliki penyerapan air yang baik, sedangkan untuk area dengan lereng yang landai biasanya mempunyai penyerapan air yang rendah [11].

Tabel 2. Skor dan Bobot Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Nilai/ Skor	Bobot
<8	Datar	5	0.15
8-15	Landai	4	0.15
15-25	Bergelombang	3	0.15
25-45	Curam	2	0.15
>45	Sangat Curam	1	0.15

Sumber: Matondang, J.P 2013; Thelms, S. 2008

Ketinggian (elevasi) lahan adalah ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir. Semakin rendah suatu daerah maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi suatu daerah, maka semakin aman akan bencana banjir [11].

Tabel 3. Skor dan Bobot Ketinggian Lahan

Elevasi (m)	Nilai/ Skor	Bobot
<10	5	0.15
10-50	4	0.15
50-100	3	0.15
100-200	2	0.15
>200	1	0.15

Sumber: Thelms, S. 2008

Jenis tanah adalah klasifikasi yang membedakan tanah berdasarkan tipe-tipe tertentu, dan dapat direpresentasikan dalam peta untuk memperlihatkan variasi tanah di suatu wilayah. Jenis tanah mempengaruhi proses tingkat resapan air karena memiliki karakteristik yang berbeda, seperti permeabilitas dan faktor infiltrasi, yang mempengaruhi kemampuan air untuk meresap ke dalam tanah [11].

Tabel 4. Skor dan Bobot Jenis Tanah

Jenis Tanah	Nilai/ Skor	Bobot
Grumusol	5	0.15
Litosol Mediteran	4	0.15
Latosol	3	0.15
Alluvial dan Andosol	2	0.15
Regosol	1	0.15

Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan 1998; Theml, S. 2008

Tutupan lahan akan mempengaruhi kerawanan banjir suatu daerah, tutupan lahan akan berperan pada besarnya air limpasan hasil dari hujan yang telah melebihi laju infiltrasi. Lahan yang banyak ditanami oleh vegetasi maka air hujan akan banyak diinfiltrasi dan lebih banyak waktu yang ditempuh oleh limpasan untuk sampai ke sungai sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi [12].

Tabel 5. Skor dan Bobot Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Nilai/ Skor	Bobot
Lahan Terbangun	5	0.25
Sawah	4	0.25
Lahan Terbuka	3	0.25
Semak Belukar	2	0.25
Hutan	1	0.25

Sumber: Theml, S. 2008

2.4 Citra Satelit Sentinel 2

Sentinel-2 adalah misi penginderaan jauh yang dikembangkan oleh European Space Agency (ESA) sebagai bagian dari program Copernicus. Misi ini terdiri dari dua satelit kembar, Sentinel-2A dan Sentinel-2B, yang mengorbit Bumi untuk memantau perubahan permukaan lahan dengan detail yang luar biasa. [13]

2.5 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan sebuah metode yang berlandaskan pada prinsip klasifikasi linear, dimana SVM termasuk dalam kategori learning machine yang dapat mengenali pola dari contoh atau masukan yang diberikan. SVM juga termasuk dalam kategori supervised learning dan diperkenalkan pertama kali oleh Vapnik pada tahun 1992 sebagai serangkaian gagasan unggulan dalam bidang pengenalan pola [14].

2.6 Inverse Distance Weight (IDW)

Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan teknik sederhana yang menggunakan titik-titik di sekitarnya untuk melakukan perhitungan. Prinsip dasar metode ini adalah bahwa nilai interpolasi cenderung lebih mirip dengan data sampel yang lokasinya lebih dekat dibandingkan dengan data yang letaknya lebih jauh. Dalam perhitungan, bobot yang diberikan akan berubah secara linear berdasarkan jarak antara titik interpolasi dan data sampel, namun posisi data sampel itu sendiri tidak mempengaruhi bobot tersebut [14].

2.7 Pembobotan dan Scoring

Pembobotan merupakan proses penetapan nilai bobot pada peta digital dari setiap parameter yang berkontribusi terhadap rawan banjir. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan sejauh mana masing-masing parameter memengaruhi banjir. Tujuannya adalah untuk memberikan nilai relatif pada setiap peta tematik yang merepresentasikan parameter tertentu. Penentuan bobot ini didasarkan pada tingkat pengaruh setiap unsur geografis terhadap kemungkinan terjadinya banjir dalam analisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) [15].

Scoring merupakan proses pemberian nilai pada setiap kelas dalam masing-masing parameter. Nilai ini diberikan berdasarkan tingkat pengaruh kelas tersebut terhadap kejadian yang dianalisis. Semakin besar pengaruhnya, maka skor yang diberikan juga semakin tinggi. Untuk memperoleh skor total, diperlukan pemberian nilai dan bobot sehingga pengalihan keduanya menghasilkan nilai akhir yang disebut skor. [16].

Tabel 6. Faktor Pembobotan Kerawanan Banjir

No.	Parameter	Bobot
1	Tutupan Lahan	0.25
2	Curah Hujan	0.25
3	Kemiringan Lereng	0.15
4	Jenis Tanah	0.15
5	Ketinggian Lahan	0.10

Sumber: Primayuda 2006; dalam Purnama, A. 2008; Theml, S. 2008 dan modifikasi penulis

2.8 Overlay

Overlay atau tumpang tindih adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem

Informasi Geografis). Overlay yaitu

kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta di atas grafis peta yang lain dan

menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, overlay menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. Overlay merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. Secara sederhana overlay disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik [17].

2.9 Uji Akurasi

Uji akurasi merupakan metode yang dipakai dalam memperkirakan tingkat akurasi klasifikasi dengan menggunakan confusion matrix kemudian dapat dilakukan perhitungan producer's accuracy, user's accuracy, dan nilai indeks kappa [17]. Dalam pelaksanaan menguji akurasi terhadap peta, sampel dipilih secara acak seluruh area pemetaan dengan metode penentuan sampel yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Jumlah sampel yang diambil harus sebanding dengan luas area penggunaan lahan yang sedang diteliti.

Tabel 7. Uji Akurasi

Data Klasifikasi	Data Referensi				Total Baris	User's Accuracy
	A	B	C	D		
A	A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	$\frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\%$
B	X ₂₁	B	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	$\frac{X_{22}}{X_{2+}} \times 100\%$
C	X ₃₁	X ₃₂	C	X ₃₃	X ₃₄	$\frac{X_{33}}{X_{3+}} \times 100\%$
D	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃	D	X ₄₄	$\frac{X_{44}}{X_{4+}} \times 100\%$
Total Kolom	X ₊₁	X ₊₂	X ₊₃	X ₊₄	N	
Producer's Accuracy	$\frac{A}{X_{1+}} \times 100\%$	$\frac{B}{X_{2+}} \times 100\%$	$\frac{C}{X_{3+}} \times 100\%$	$\frac{D}{X_{4+}} \times 100\%$		$\frac{A+B+C+D}{N} \times 100\%$

Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2014

Secara matematis akurasi dari table diatas adalah sebagai berikut:

$$User's Accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

$$Producer's Accuracy = \frac{X_{+i}}{X_{i+}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$Overall Accuracy = \sum_i \frac{X_{ii}}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

X_{i+} atau X_{ii} = Jumlah piksel dalam kolom ke-i
 X_{+i} atau X_{ii} = Jumlah piksel dalam baris ke-i
 N = Banyaknya piksel dalam contoh

$\sum_i^r X_{ii}$ = Jumlah nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-I dan kolom ke-i

$\sum_i^r X_i \times X_{+i}$ = Jumlah perkalian X_{i+} dan X_{+i}

2.10 Penentuan Nilai dan Kelas Kerawanan Banjir

Peta kerawanan banjir dihasilkan melalui proses skoring dan overlay peta-peta tematik, seperti peta tutupan lahan, jenis tanah, ketinggian lahan, curah hujan, dan kemiringan lereng. Penentuan kriteria kerawanan banjir dengan metode pembobotan, dimana nilai bobot dikalikan dengan tingkat harkat dari tiap variabel yang mempengaruhinya, kemudian hasilnya dijumlahkan [18].

Kerawanan Banjir =
 Tb.Tp+Hb.Hp+Pb+Pp+Lb+Lp+Eb+Ep.....(2)

- Keterangan :
- b : Nilai Bobot
 - p : Skor kelas Variabel
 - T : Jenis Tanah
 - H : Infiltrasi Hujan
 - P : Tutupan Lahan
 - L : Kemiringan Lereng
 - E : Ketinggian

Adapun untuk penentuan nilai interval kerawanan banjir dapat digunakan rumus interval Sturges. Nilai interval yang didapat selanjutnya dimanfaatkan untuk menentukan rentang kerawanan banjir, sebagaimana ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$I = \frac{N_{max} - N_{min}}{K}$$

Keterangan:

- I = Besar interval (Rentang nilai per kelas)
- N_{max} = Nilai Kerawanan total tertinggi
- N_{min} = Nilai Kerawanan total terendah
- K = Jumlah Kelas yang digunakan

Sumber: (Perka BNPB No. 2, 2012)

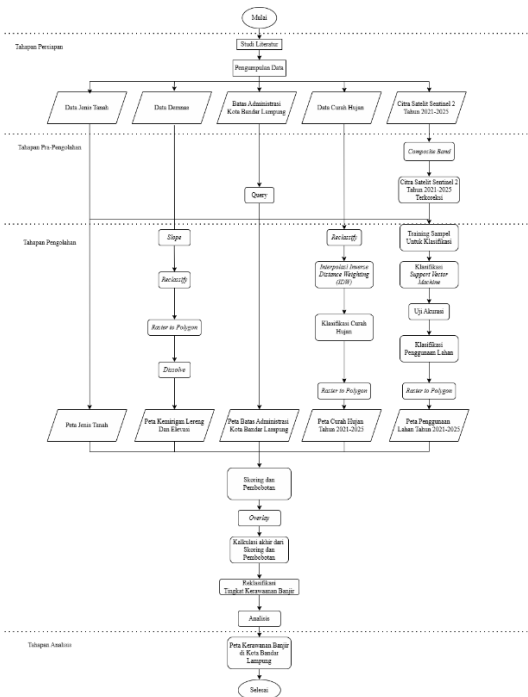
III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

$$Kappa (k) = \frac{N \sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{i+X+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+X+i}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:
 X_{ii} atau X = Nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-I dan kolom ke-i

Secara keseluruhan rencana penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

3.2 Alat dan Data Yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun perangkat keras yang digunakan berupa Laptop Asus dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 8. Perangkat Keras

No.	Nama	Jumlah
1	Laptop Asus A442U	1 Unit

Tabel 9. Perangkat Lunak

No.	Nama	Keterangan
1	ArcGIS 10.6	Digunakan untuk pengolahan tiap data variable, skoring, pembobotan dan overlay
2	Microsoft Word 2020	Digunakan untuk penulisan laporan.
3	Microsoft Excel 2020	Digunakan untuk pengolahan data curah hujan. Pengolahan data dan diagram
4	Google Earth Pro	Digunakan dalam validasi tutupan lahan

Tabel 10. Data Penelitian

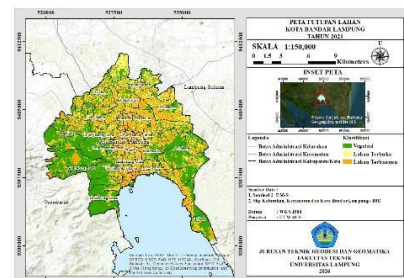
No.	Nama	Jenis	Sumber
1	Data Jenis Tanah	Vector	https://www.inageospasial.com/
2	Data DEMNAS	Vector	https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/

No.	Nama	Jenis	Sumber
3	Data Batas Administrasi Kelurahan-Kecamatan dan Kabupaten Kota Bandar Lampung	Raster	https://www.inageospasial.com/
4	Citra Satelit Sentinel-2 Tahun 2021-2025	Raster	https://earthexplorer.usgs.gov/
5	Data Curah Hujan Tahun 2021-2025	Text	https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/

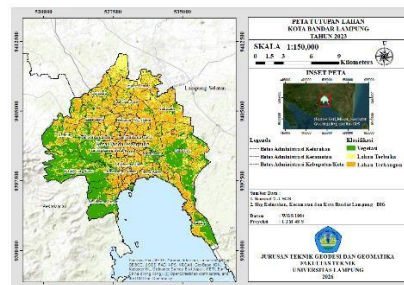
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Variabel Tutupan Lahan Tahun 2021-2025

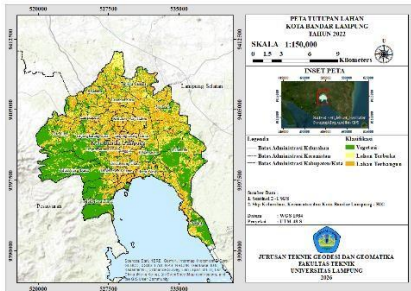
Pengolahan Variabel tutupan lahan pada Kota Bandar Lampung tahun 2021, 2022, 2023, 2024 dan 2025 menggunakan klasifikasi terbimbing *support vector machine* yang terdiri dari 3 kelas tutupan lahan diantaranya yaitu, Vegetasi, Lahan Terbuka, dan Lahan Terbangun. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



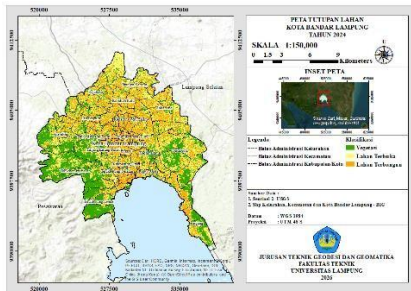
Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Tahun 2021



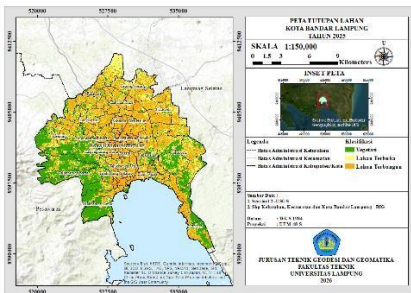
Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Tahun 2022



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan Tahun 2023



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Tahun 2024



Gambar 6. Peta Tutupan Lahan Tahun 2025

Pada Peta Tutupan Lahan tahun 2021 menunjukkan bahwa, wilayah Kota Bandar Lampung didominasi oleh kelas Vegetasi (hijau) yang sangat luas, diikuti oleh Lahan Terbangun (oranye) dan Lahan Terbuka (kuning). distribusi ini ini mencerminkan karakteristik wilayah Kota Bandar Lampung pada tahun 2021. Dan seiring berjalannya waktu dominasi wilayah Vegetasi kian menurun, dan peningkatan Lahan Terbuka dan Lahan Terbangun dapat dilihat secara signifikan pada tahun 2025.

Tabel 11. Perubahan Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Luas (Ha)				
	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024	Tahun 2025
Vegetasi	8330	7695	6786	6678	6285
Lahan Terbuka	4218	4806	4994	4893	5056
Lahan Terbangun	5772	5819	6540	6749	6979
Total Luas	18320	18320	18320	18320	18320

Tabel 12. Presentase Perubahan Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Presentase Tutupan Lahan (%)				
	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024	Tahun 2025
Vegetasi	45%	42%	37%	36%	34%
Lahan Terbuka	22%	26%	27%	27%	28%
Lahan Terbangun	33%	32%	36%	37%	38%
Total Luas	100%	100%	100%	100%	100%



Gambar 7. Grafik Tutupan Lahan Tahun 2021-2025

Untuk data uji akurasi menggunakan teknik stratified random sampling dengan total titik sebanyak 50 lokasi yang tersebar pada Kota Bandar Lampung, dalam tahapan ini menggunakan bantuan dari aplikasi google earth pro sebagai visual interpretasi dilapangan menggunakan tools historical imagery dalam melihat keadaan sebenarnya pada tahun 2021. Penentu seberapa besar nilai keakuratan klasifikasi terbimbing yang telah dilakukan dapat menggunakan matrik konfusi dengan nilai akurasi minimal sebesar 85%, disini penulis mendapatkan keakuratan >85% overall akurasi. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 13. Hasil Uji Validasi Tahun 2021

Nama Kelas	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Total	U.Accuracy	Kappa
Vegetasi	18	0	0	18	100%	
Lahan Terbuka	0	10	3	13	76%	
Lahan Terbangun	0	1	18	19	94%	
Total	18	11	21	50		
P.Accuracy	100%	90%	85%		92%	
Kappa						87%

Tabel 14. Hasil Uji Validasi Tahun 2022

Nama Kelas	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Total	U.Accuracy	Kappa
Vegetasi	24	0	1	25	96%	
Lahan Terbuka	1	8	1	10	80%	
Lahan Terbangun	3	0	12	15	80%	
Total	28	8	14	50		
P.Accuracy	85%	100%	85%		88%	
Kappa						80%

Tabel 15. Hasil Uji Validasi Tahun 2023

Nama Kelas	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Total	U _{Accuracy}	Kappa
Vegetasi	22	0	2	24	91%	
Lahan Terbuka	1	8	1	10	80%	
Lahan Terbangun	3	1	12	16	80%	
Total	26	9	15	50		
P _{Accuracy}	84%	90%	05%		85%	
Kappa						76%

Tabel 14. Hasil Uji Validasi Tahun 2024

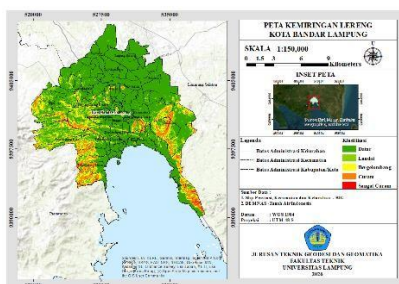
Nama Kelas	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Total	U _{Accuracy}	Kappa
Vegetasi	22	0	0	22	100%	
Lahan Terbuka	1	8	0	9	88%	
Lahan Terbangun	3	0	16	19	84%	
Total	26	8	16	50		
P _{Accuracy}	84%	100%	100%		92%	
Kappa						87%

Tabel 15. Hasil Uji Validasi Tahun 2025

Nama Kelas	Vegetasi	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun	Total	U _{Accuracy}	Kappa
Vegetasi	18	0	0	18	100%	
Lahan Terbuka	1	10	2	13	76%	
Lahan Terbangun	0	2	17	19	89%	
Total	19	12	19	50		
P _{Accuracy}	94%	83%	89%		90%	
Kappa						85%

4.2 Variabel Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng pada Kota Bandar Lampung sangat beragam karena letak geografis bentang alam yang luas. Kemiringan lereng paling luas yaitu landai sebesar 12095,99 Ha, sisanya diisi oleh topografi datar sebesar 2865,18 Ha, bergelombang 1931,23 Ha, curam 1291,55 Ha dan sangat curam 86,54 Ha.

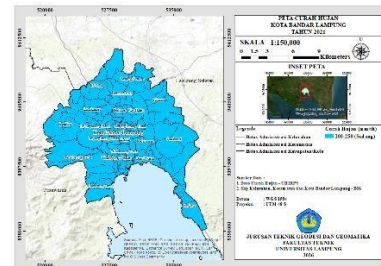


Gambar 8. Peta Kemiringan Lereng Kota Bandar Lampung

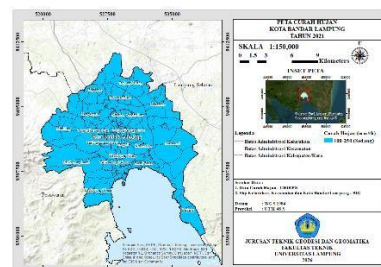
4.3 Variabel Curah Hujan

Nilai infiltrasi curah hujan Kota Bandar Lampung berasal dari proses interpolasi. Dengan nilai rata-rata curah hujan pertahun yang berbeda-beda dengan klasifikasi rentang sebagai, <20 mm/th, 20-100 mm/th, 100-250

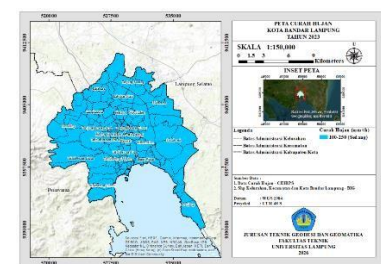
mm/th, 250-400 mm/th dan >400 mm/th. Dengan kategori sebagai, sangat ringan, ringan, sedang, lebat dan sangat lebat. Dan rata-rata curah hujan di Bandar Lampung masuk kedalam kategori sedang atau sebesar 100-250mm/th, dengan beberapa kali mengalami curah hujan lebat, tetapi tetap dengan rata-rata curah hujan tahunannya masih tergolong sedang.



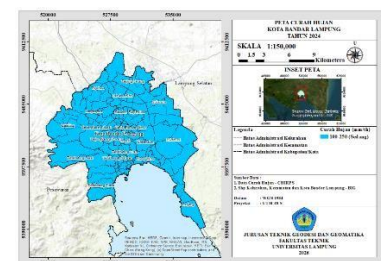
Gambar 9. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2021



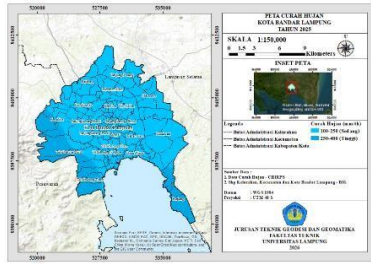
Gambar 10. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2022



Gambar 11. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2023



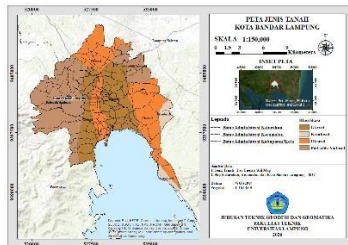
Gambar 12. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2024



Gambar 13. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2025

4.4 Variabel Jenis Tanah

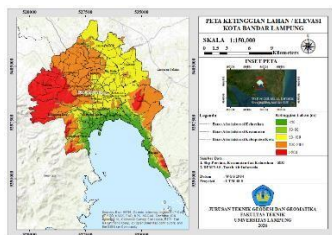
Jenis Tanah yang ada pada Kota Bandar Lampung terdiri dari 5 jenis yaitu tanah Gleisol sebesar 4919,25 Ha, Kambisol 684,53 Ha, Oksisol 6029,23 Ha, Podsolik dan Andosol 6667,39 Ha.



Gambar 14. Peta Jenis Tanah Kota Bandar Lampung

4.5 Variabel Ketinggian Lahan / Elevasi

Ketinggian lahan / elevasi pada Kota Bandar Lampung sangat beragam karena letak geografis Kota Bandar Lampung yang mempunyai bentang alam yang luas. Ketinggian lahan paling luas yaitu 10-50m sebesar 6331,39 Ha, 50-100m 5932,33 Ha, <10m 3459,81 Ha, >200m 1564,40 Ha dan 100-200m 1069,80 Ha.

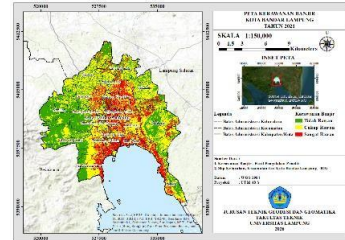


Gambar 15. Peta Elevasi Kota Bandar Lampung

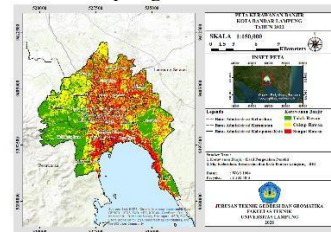
4.6 Daerah Rawan Banjir Kota Bandar Lampung

Hasil dari proses pengolahan overlay terhadap 5 Variabel yaitu tutupan lahan, jenis tanah, elevasi/ketinggian lahan, kemiringan lereng dan curah hujan adalah kerawanan banjir yang ada di Kota Bandar Lampung.

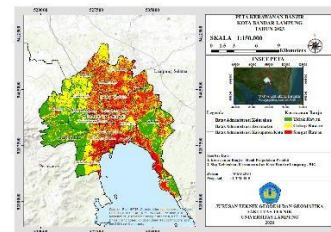
Kerawanan banjir tersebut terbagi menjadi tiga kelas yaitu tidak rawan, cukup rawan, dan sangat rawan, yang tersebar di Kota Bandar Lampung.



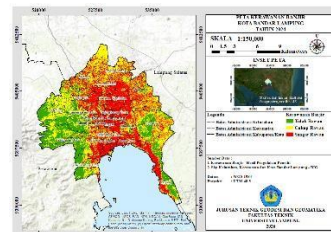
Gambar 16. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2021



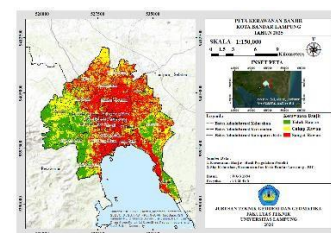
Gambar 17. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2022



Gambar 18. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2023



Gambar 19. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2024



Gambar 20. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2025

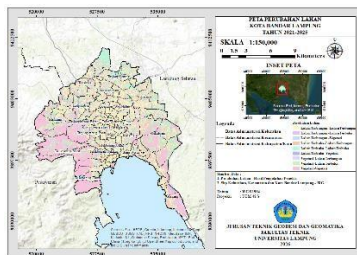
Berdasarkan hasil pengolahan didapatkan jumlah sebaran luas kerawanan Banjir di Kota Bandar Lampung tahun 2025 dengan tingkat kerawanan banjir Sangat Rawan seluas 7764,45 Ha (43%), Cukup Rawan seluas 6111,54 Ha (33%) dan Tidak Rawan seluas 4444,01 Ha (23%).

Tabel 16. *Tren Kerawanan Banjir Tahun 2021-2025*

Tingkat Rawan Banjir	Luas (Ha)				
	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024	Tahun 2025
Tidak Rawan	6884,58	6209,54	5761,58	5041,10	4444,01
Cukup Rawan	7399,64	7204,45	6750,55	6516,58	6111,54
Sangat Rawan	4035,78	5106,01	5807,87	6762,32	7764,45
Total	18320	18320	18320	18320	18320

4.7 Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Kerawanan Banjir

Selama periode tahun 2021 hingga tahun 2025 terjadi perubahan dari lahan vegetasi yang menjadi lahan terbuka, vegetasi menjadi lahan terbangun dan vegetasi yang tetap menjadi vegetasi. Serta lahan terbuka yang menjadi vegetasi, lahan terbuka yang menjadi lahan terbangun dan lahan terbuka yang tetap menjadi lahan terbuka. Dan yang terakhir lahan terbangun yang berubah menjadi vegetasi dan lahan terbuka dan lahan terbangun yang tetap menjadi lahan terbangun.

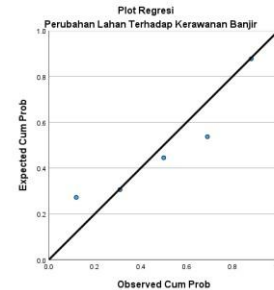


Gambar 21. *Peta Perubahan Tutupan Lahan dari Tahun 2021-2025*

Tabel 17. *Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2021-2025*

Perubahan Lahan	Tahun 2021-2025	Luas (Ha)
Vegetasi -	Vegetasi	5854
Vegetasi -	Lahan Terbuka	1856
Vegetasi -	Lahan Terbangun	1015
Lahan Terbuka -	Vegetasi	326
Lahan Terbuka -	Lahan Terbuka	1923
Lahan Terbuka -	Lahan Terbangun	1795
-		75
Lahan Terbangun -	Vegetasi	1277
Lahan Terbangun -	Lahan Terbuka	4169
Lahan Terbangun -	Lahan Terbangun	
Total Luas		18320

Lalu selanjutnya adalah pengaruh dari tutupan lahan terhadap kerawanan banjir, korelasi antar keduanya, yang disajikan dalam bentuk diagram scatter dibawah ini.



Gambar 22. *Plot Regresi Perubahan Lahan Terhadap Kerawanan Banjir*

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan Tutupan Lahan yang terjadi seiring dengan waktu dari tahun 2021-2025 di Kota Bandar Lampung dapat dilihat dari kelas klasifikasi yang ada. Dimana terdapat 3 kelas yakni, Vegetasi, Lahan Terbuka dan Lahan Terbangun. Dan untuk perubahan yang terjadi pada tahun 2021, kelas Vegetasi seluas 8330 (Ha) berkurang menjadi 6285 (Ha) pada tahun 2025, kelas Lahan Terbuka pada tahun 2021 seluas 4218 (Ha) meningkat menjadi 5056 (Ha) pada tahun 2025 dan Lahan Terbangun pada tahun 2021 seluas 5772 (Ha), menjadi seluas 6979 (Ha). Dimana kelas Lahan Terbangun dan Lahan Terbuka Meningkatkan signifikan sedangkan kelas Vegetasi menurun.

2. Distribusi tingkat Kerawanan Banjir di Kota Bandar Lampung tahun 2025 terdiri dari tingkat Sangat Rawan seluas 7764,45 Ha (43%), Cukup Rawan seluas 6111,54 Ha (34%) dan Tidak Rawan seluas 4444,01 Ha (23%). Dimana Persebaran lokasi rawan banjir terjadi di hampir seluruh bagian Kota Bandar Lampung, Dengan sebagian besar lokasi yang

sangat rawan terletak di Kecamatan Bumi Waras sejumlah 3 Kelurahan, Enggal 4 Kelurahan, Kedamaian 5 Kelurahan, Kedaton 3 Kelurahan, Labuhan Ratu 3 Kelurahan, Tanjungkarang Barat 4 Kelurahan, Tanjungkarang Timur 4 Kelurahan, Telukbetung Selatan 3 Kelurahan, Telukbetung Utara 3 Kelurahan dan Way Halim 3 Kelurahan. Dari total 126 Kelurahan yang ada, terdapat 45 Kelurahan yang terindikasi sangat rawan, 59 kelurahan cukup rawan, dan tidak rawan 22 kelurahan.

3. Korelasi antara dampak perubahan lahan terhadap kerawanan banjir adalah sangat berkaitan dari tahun 2021 hingga tahun 2025. Dimana tingkat perubahan vegetasi yang semakin menurun dan lahan terbangun serta lahan terbuka yang semakin meningkat, yang pada tahun 2025 vegetasi menurun sebanyak 2045 Ha, lahan terbuka meningkat sebanyak 838 Ha dan lahan terbangun meningkat sebanyak 1207 Ha. Mengakibatkan dampak luasan kerawanan banjir yang semakin meningkat, dimana tingkat kerawanan tidak rawan menurun sebanyak 2440,57 Ha, cukup rawan menurun sebanyak 1288,1 Ha dan sangat rawan meningkat sebanyak 3728,67 Ha sebanyak. Selain dari pada faktor lain seperti curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan elevasi. Perubahan lahan memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis berdasarkan penelitain yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variable yang akan digunakan dalam menentukan daerah persebaran daerah rawan banjir agar hasil yang diperoleh lebih baik dan akurat lagi.

2. Pada penelitian ini menggunakan citra satelit sentinel 2 dalam klasifikasi pengolahan tutupan lahannya. Namun masih memiliki beberapa kekurangan selain dari pada cakupannya yang cukup luas, adapula citra pada tahun tertentu yang memiliki rona warna yang tidak begitu baik seperti pewarnaan untuk vegetasi dan pemukiman yang terlihat serupa. Disarankan agar menggunakan citra beresolusi lebih tinggi dan lebih baik.
3. Pada penelitian ini menggunakan metode support vector machine dalam klasifikasi terbimbing penggunaan lahan dan interpolation inverse distance weight dalam pengolahan data curah hujan. Disarankan untuk penilitan berikutnya menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat dilihat variasi metode lain sebagai pembandingnya.
4. Disarankan kepada instansi pemerintah terkait yang mempunyai kewajiban dan wewenang dalam menangani daerah rawan banjir agar dapat lebih mengawasi daerah yang sering kali terkena dan juga yang berpotensi banjir agar dapat ditanggulangi dan memiliki pencegahan bencana yang lebih baik lagi, karna selain dari pada banjir yang terjadi di Kota Bandar Lampung ini terbilang intens atau sering, seringkali penanganan dari pemerintah tidak cepat dan efektif dalam menanggulangi banjir. Disarankan agar pemerintah dapat melakukan mitigasi bencana banjir yang lebih baik.

Daftar Pustaka

1. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta.
2. Kodoatie, Robert J., Suharyanto., Sangkawati,Sri., dan Edhisono, Sutarto. 2002. Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah.

- Yogyakarta: CV Andi.
3. Tamburaka, E. 2021. ANALISIS spasial titik dan jalur evakuasi dalam mitigasi pengurangan risiko bencana banjir di kecamatan mandonga kota kendari. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2), 16-23.
 4. Irsan, L. M., Hasanah, N., Musyawah, R., Garusu, E. H., dan Aldiansyah, S. 2024. Analisis transformasi lahan menggunakan citra satelit landsat multi temporal. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(1), 34-43.
 5. Kusumo, P., dan Nursari, E. 2016. Zonasi tingkat kerawanan banjir dengan sistem informasi geografis pada DAS Cidurian Kab. Serang, Banten. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 1(1). <https://doi.org/10.30998/string.v1i1.9>
 6. Kurniawan, A., & Suryadi, I. 2020. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis dengan Metode Weighted Overlay di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 22(1), 45-56.
 7. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2012. Peraturan Kepala (Perka) BNPB Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: BNPB.
 8. Fajarini, R., Barus, B., dan Panuju, D. R. 2015. Dinamika perubahan penggunaan lahan dan prediksinya untuk tahun 2025 serta keterkaitannya dengan perencanaan tata ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 17(1), 8-15.
 9. Darmawan, K., Hani'ah, H. A., dan 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.
 10. Susilowati, S., dan Sadad, I. 2015. Analisa karakteristik curah hujan di Kota Bandar Lampung. *Konstruksia*, 7(1)
 11. Matondang, J. P., Kahar, S., dan Sasmito, B. 2013. Analisis zonasi daerah rentan banjir dengan pemanfaatan sistem informasi geografis (Studi kasus: Kota Kendal dan Sekitarnya). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2).
 12. Jusfarida, J. 2021. Analisis Zona Rawan Banjir Berbasis Pemetaan Geologi Pada Wilayah DAS Rejoso dan Sekitarnya di Kabupaten Pasuruan. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 9(1), 515-521.
 13. Bolton, D. K. 2020. Continental-scale land surface phenology from harmonized Landsat 8 and Sentinel-2 imagery, *Remote Sensing of Environment*. Elsevier Inc., 240.
 14. Rafsanjani, M. R. 2016. Estimasi Sumberdaya Bijih Nikel Laterit Dengan Menggunakan Metode IDW Di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1).
 15. Suhardiman, 2012. Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Walanae Hilir. Universitas Hasanuddin Makassar.
 16. Primayuda, A. 2006. Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis : studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Skripsi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
 17. Mahyunis, R. V., Sayuti, S. F., Hermastuti, G. A., Baladiah, D. S. P., & Rahmayani, I. 2021. Pemetaan daerah potensi rawan banjir dengan sistem informasi geografi metode weighted overlay di kelurahan keteguhan. *Buguh: jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 1(3).
 18. Wibowo, M. 2006. Model Penentuan Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(1).
 19. Theml, S. 2008. Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard dengan GIS. Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias. Banda Aceh