

Penilaian Kerawanan Banjir berbasis SIG menggunakan Model Statistik *Information Value* di Kawasan Perkotaan Burau

Muhammad Fa'iq, Lutfi Muta'ali, Djati Mardiatno

Masuk: 14 03 2024 / Diterima: 27 06 2024 / Dipublikasi: 31 12 2024

Abstract Burau Urban Area is one of the areas frequently hit by floods. Floods were recorded every year during the period 2017 – 2023. The worst flood incident was in 2020, resulting in 700 people displaced and 140 houses submerged. Floods cause casualties and economic losses to assets concentrated in urban areas. This research aims to assess the level of flood vulnerability in the Burau Urban Area. To achieve this goal, an inventory of flood event data sourced from flood reports from local governments, trusted online news sites, and the results of the interpretation of Sentinel-1 SAR images using the Google Earth Engine (GEE) platform was conducted. Flood vulnerability assessment uses the Information Value (IV) statistical model by calculating the IV value based on the relationship between flood events and flood-controlling factors, namely elevation, slope, rainfall, distance from the river, and land cover. The results show that 62% of the total study area is at a low level of vulnerability, 28% is at a medium level of vulnerability, and 10% is at a high level of vulnerability. The results of flood vulnerability mapping are validated using the Area Under Curve (AUC) curve, the accuracy test results show that the success rate of the IV model is 0.791; the value is included in the good category of 0.7 – 0.8. The results of this study can be one of the considerations for flood disaster mitigation in Burau urban area.

Keywords: Flood Susceptibility; Information Value; Burau Urban Area

Abstrak Kawasan Perkotaan Burau merupakan salah satu daerah yang sering dilanda banjir. Kejadian banjir tercatat terjadi setiap tahun selama periode 2017 – 2023. Kejadian banjir terparah pada tahun 2020, mengakibatkan 700 orang mengungsi dan 140 rumah terendam. Banjir menimbulkan korban jiwa dan kerugian ekonomi terhadap aset yang terkonsentrasi di perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kerawanan banjir di Kawasan Perkotaan Burau. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan inventarisasi data kejadian banjir yang bersumber dari laporan banjir dari pemerintah daerah, situs berita online terpercaya dan hasil interpretasi Citra Sentinel-1 SAR menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE). Penilaian kerawanan banjir menggunakan model statistik *Information Value* (IV) dengan menghitung nilai IV berdasarkan keterkaitan kejadian banjir dan faktor pengontrol banjir yaitu elevasi, lereng, curah hujan, jarak dari sungai, dan tutupan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 62% dari total wilayah penelitian berada pada tingkat kerawanan rendah, 28% berada pada tingkat kerawanan sedang, 10% berada pada tingkat kerawanan tinggi. Hasil pemetaan kerawanan banjir divalidasi menggunakan kurva *Area Under Curve* (AUC), hasil uji akurasi menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan model IV adalah 0.791, nilai tersebut masuk dalam kategori *good* nilai 0.7 – 0.8. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu pertimbangan untuk mitigasi bencana banjir Kawasan Perkotaan Burau.

Kata kunci: Kerawanan Banjir; *Information Value*; Kawasan Perkotaan Burau

1. Pendahuluan

Banjir perkotaan merupakan salah satu masalah perkotaan di seluruh dunia, kawasan perkotaan semakin rawan terhadap banjir memunculkan dampak buruk pada kehidupan manusia bahkan menimbulkan korban jiwa dan kerugian ekonomi terhadap aset yang terkonsentrasi di perkotaan. Jumlah kejadian banjir meningkat secara signifikan selama dua dekade terakhir, dan tidak menunjukkan tanda-tanda banjir akan mereda, dikarenakan perubahan sosial ekonomi, perubahan iklim, laju urbanisasi yang tinggi dan tidak adanya pengintegrasian aspek lingkungan dengan pembangunan dan pengembangan kawasan perkotaan (Muta'ali, 2014; Mardiatno et al., 2016; Jamali et al., 2020; Zhao et al., 2020; Wu et al., 2021; Wang et al., 2023; Zhu et al., 2024).

Kawasan Perkotaan Burau merupakan salah satu kawasan perkotaan yang sering dilanda banjir. Kejadian banjir tercatat terjadi setiap tahun selama periode 2017 – 2023. Kejadian banjir terparah pada tahun 2020, mengakibatkan 700 orang mengungsi dan 140 rumah terendam. Kejadian banjir di Burau disebabkan curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan sungai Bungadidi meluap (BPBD Sulsel, 2020). Kawasan Perkotaan Burau memiliki nilai strategis, merupakan pintu masuk Kabupaten Luwu Timur arteri primer yang menghubungkan Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Sulawesi Tenggara (DPUPR Luwu Timur, 2022).

Pemetaan kerawanan banjir merupakan hal yang penting untuk sistem peringatan dini, memastikan layanan darurat, mencegah dan mengurangi banjir di masa depan, serta menerapkan rencana aksi manajemen banjir (Islam & Chowdhury, 2023). Pemetaan kerawanan banjir merupakan suatu cara mengidentifikasi dan mengkarakterisasi suatu wilayah yang berpotensi rawan banjir berdasarkan historis kejadian banjir (frekuensi, luas dan lama genangan, bahkan mungkin sumber penyebabnya) dan faktor-faktor pengontrol banjir yang relevan (karakteristik geomorfologi) (Novaliadi & Hadi, 2013; Pradhan et al., 2023; Ebrahimi et al., 2023).

Berdasarkan pada hasil penelitian terdahulu, faktor pengontrol banjir yang menunjukkan pengaruh yang kuat terhadap tingkat kerawanan banjir yaitu elevasi, lereng, curah hujan, jarak dari sungai, dan tutupan lahan. Faktor pengontrol banjir tersebut dan historis kejadian banjir yang digunakan untuk membuat peta kerawanan banjir (BSN, 2015; Yamani et al., 2015; Indratmoko, 2019; Cabrera & Lee, 2019; Karymbalis et al., 2021; Edamo et al., 2022; Bera et al., 2022; Bunmi Mudashiru et al., 2022; Chen, 2022; Chaulagain et al., 2023).

Penelitian terkait kerawanan banjir terus mengalami perkembangan dengan berbagai metode dan pendekatan. Terdapat tiga kelompok besar untuk mengetahui kerawanan banjir: (1) model berbasis simulasi hidrologi seperti HEC-RAS dan iRIC; (2) pendekatan kuantitatif seperti Proses Hirarki Analitik (*Analytical Hierarchy Process/AHP*), *Information Value (IV)* *Frequency Ratio (FR)* regresi logistik,

Muhammad Fa'iq^{1*}, Lutfi Muta'ali¹, Djati Mardiatno¹
¹Universitas Gadjah Mada, Indonesia

*muhammadfaiq@mail.ugm.ac.id

Shannon's Entropy (SE); (3) algoritma pembelajaran mesin seperti *Support Vector Machine* (SVM), jaringan syaraf tiruan (Yi Wang et al., 2021; Bera et al., 2022). Studi-studi akhir ini menyatakan bahwa kombinasi metode statistik dan teknologi sistem informasi geografis berbasis piksel saat ini merupakan cara utama untuk menganalisis kerawanan banjir dengan nilai akurasi yang tinggi (Gudiyangada Nachappa & Meena, 2020; Mind'je et al., 2023; Ya et al., 2023).

Terdapat banyak model yang menggunakan kombinasi metode statistik dan teknologi sistem informasi geografis berbasis piksel, diantaranya *Information value* yang digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan pemetaan kerawanan banjir. *Information value* merupakan salah satu metode statistik bivariat untuk pemodelan untuk memprediksi dan menunjukkan dimana kemungkinan banjir akan terjadi di masa yang akan datang, kemungkinan banjir suatu daerah dapat diklasifikasi dan diberi peringkat dari hasil nilai *Information value* sesuai dengan tingkat potensi bahaya dengan mempertimbangkan faktor-faktor prakondisi (Hadmoko et al., 2017; Addis, 2023; Forson & Amponsah, 2023; Mind'je et al., 2023).

Analisis *research gap* menunjukkan bahwa penelitian "Penilaian Kerawanan Banjir Berbasis SIG Menggunakan Model Statistik *Information Value* (IV) Di Kawasan Perkotaan Burau" belum pernah dilakukan. Sebelumnya, mayoritas penelitian menggunakan metode *overlay* dan *metode scoring* tanpa memasukkan data historis kejadian banjir dan tidak berbasis piksel, hal

tersebut menciptakan celah keilmuan yang perlu diisi. Penilaian kerawanan banjir sebagai upaya mitigasi bencana terkait tata ruang berbasis kebencanaan dan membantu pengambil kebijakan membuat keputusan mitigasi (Hizbaron et al., 2023). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kerawanan banjir di Kawasan Perkotaan Burau

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kawasan Perkotaan Burau, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Terdiri atas Desa Burau, Desa Burau Pantai, Desa Jalajja, Desa Lagego, Desa Lambarese, Lauwo, Lumbewe, Mabonta. (gambar 1). Penelitian ini melalui empat langkah utama: (a) inventarisasi data kejadian banjir, (b) manajemen basis data spasial, (c) penilaian kerawanan banjir menggunakan model statistik *information value*, dan (d) validasi peta kerawanan banjir (gambar 2).

Inventarisasi data kejadian banjir

Inventarisasi data historis kejadian banjir merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini. Catatan peristiwa banjir pada penelitian ini menggunakan data 2017 hingga Tahun 2023 yang bersumber dari laporan banjir dari pemerintah daerah, situs berita online terpercaya dan hasil interpretasi Citra Sentinel-1B dan Sentinel-1A SAR menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE) menggunakan *script* GEE *UN-SPIDER Knowledge Portal* (UN-SPIDER Knowledge Portal, 2019). *Script* GEE menggunakan metode *change detection* menggunakan nilai

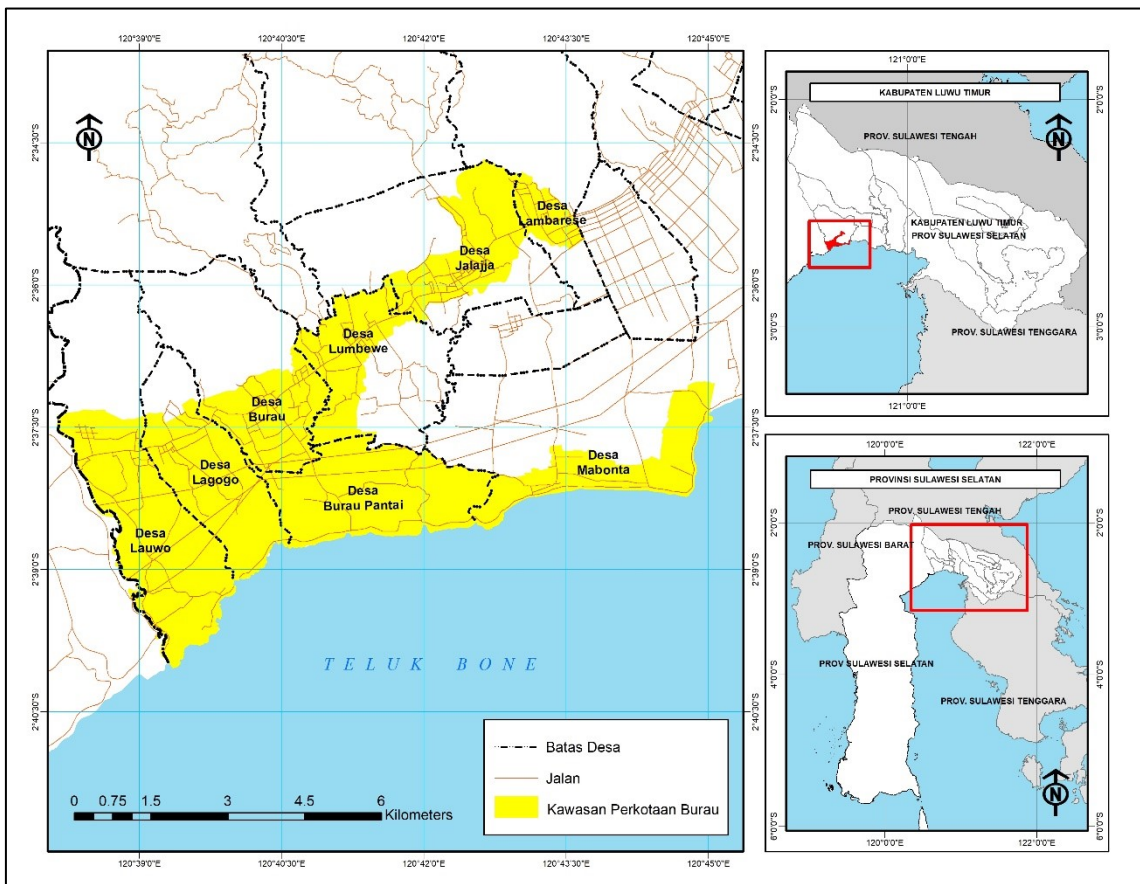
threshold untuk memisahkan objek air dan non-air dengan membagi nilai koefisien backscatter sigma nought σ^0 piksel yang telah diubah menjadi decibel (dB). Secara matematis *change detection* dituliskan pada persamaan 1 (Bioresita et al., 2022):

$$change\ detection = \frac{x_i}{y_i}$$

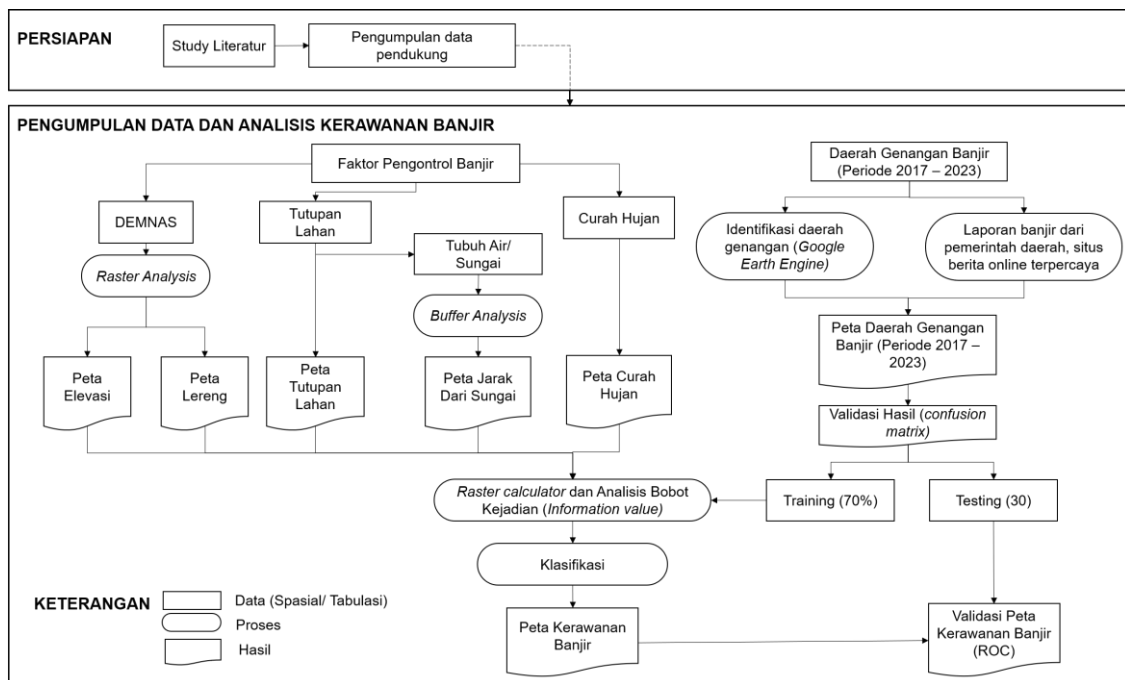
X_i adalah nilai hamburan balik piksel saat banjir; Y_i adalah nilai hamburan balik piksel sebelum.

Modifikasi *script script GEE UN-SPIDER Knowledge Portal* menggunakan *filter Refined Lee* dilakukan dengan tujuan meningkatkan ketelitian deliniasi genangan banjir. Pengolahan data Sentinel-1 SAR

polarisasi ganda (VV dan VH) disarankan menggunakan nilai ambang batas 1.2 (Lal et al., 2020). Pengujian akurasi interpretasi daerah genangan banjir dilakukan Uji akurasi menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix/error matrix*). Sampel uji akurasi berupa titik, diambil dengan acak (*random*). Citra segmen kemudian dijadikan dasar bagi pengambilan sampel (Danoedoro, 2015). Jumlah sampel untuk uji akurasi sebanyak 32 titik sampel pengamatan lapangan dengan memilih beberapa objek hasil segmentasi citra yang dapat mewakili berbagai karakteristik dari objek.



Gambar 1. Wilayah penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Manajemen basis data spasial

Sejumlah data spasial multi sumber digunakan dalam studi ini untuk menyiapkan peta kerawanan banjir, seperti DEMNAS, Data tutupan lahan dan curah hujan, daerah genangan banjir (Tabel 1). Data ini digunakan untuk menghasilkan lapisan tematik pada ArcGIS yang melibatkan 6 parameter berbasis raster dengan piksel 5 x 5 m (Hadmoko et al., 2017).

Penilaian kerawanan banjir menggunakan model statistik *information value* (IV)

Information value yang disingkat IV merupakan salah satu metode statistik yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara parameter pengontrol bencana secara spasial dengan distribusi kejadiannya dengan cara menghitung bobot kelas dalam variabel (Tehrany et al., 2014; Singh & Kumar, 2018; Du et al., 2019).

Bobot pada setiap kelas variabel diukur berdasarkan kejadian banjir, dengan membandingkan antara luas genangan banjir pada setiap kelas variabel dengan luas genangan banjir pada seluruh kajian (Indratmoko, 2019). Adapun rumus untuk menentukan bobot IV dituliskan pada persamaan II (Hadmoko et al., 2017; Addis, 2023):

$$IV = \text{Log} \frac{Li / L}{Ai / A}$$

Li adalah jumlah piksel banjir dalam setiap variabel; L adalah Jumlah total piksel banjir; Ai adalah Jumlah piksel setiap variabel; A adalah Jumlah total piksel wilayah kajian.

Penentuan indeks kerawanan banjir menggunakan persamaan III (Hadmoko et al., 2017):

$$\text{Kerawanan} = \sum_{j=1}^{j=n} IV_j$$

IV adalah Nilai bobot dari kelas i untuk variabel j ; n adalah Jumlah variabel.

Tabel 1. Data penelitian untuk pemetaan kerawanan banjir

Data	Deskripsi	Sumber Data
Elevasi	<i>Raster Analyst</i>	DEMNAS (BIG)
Lereng	<i>Raster Analyst</i>	DEMNAS (BIG)
Jarak dari Sungai	<i>Buffer Analyst</i>	Analisis SIG
Curah Hujan	Curah hujan (mm/ tahun)	DPUPR Kabupaten Luwu Timur
Tutupan Lahan	Tutupan Lahan skala 1: 5.000	DPUPR Kabupaten Luwu Timur
Inventarisasi Kejadian Banjir	Daerah genangan banjir	1. <i>Google Earth Engine</i> (GEE) Melalui Website: earthengine.google.com/ 2. Laporan banjir dari pemerintah daerah dan situs berita online terpercaya
Kerawanan Banjir	<i>Information Value</i>	<i>Raster calculator</i> (Elevasi + lereng + Jarak dari sungai + curah hujan + Tutupan lahan + Inventarisasi kejadian banjir)

Validasi peta kerawanan banjir

Untuk memastikan tingkat kebenaran peta kerawanan banjir menggunakan model IV, maka dilakukan pengujian berdasarkan AUC (*Area Under Curve*) dari jumlah piksel peta kerawanan banjir dalam sejumlah kelas tertentu melalui analisis ROC (*Receiver Operating Characteristic*) dengan menggunakan software SPSS pengujian dilakukan menggunakan data historis kejadian banjir yang telah didapatkan dengan pembagian 70% data training untuk kesuksesan model 30% data validasi untuk tingkat prediksi model (Addis, 2023).

Jika nilai AUC berada di antara nilai 0,9 – 1,0 masuk dalam kategori *excellent*, nilai 0,8 – 0,9 *very good*, nilai 0,7 – 0,8 *good*, 0,6 – 0,7 *average*, 0,5 – 0,6 *fair* (Yesilnacar & Topal, 2005). Peta kerawanan banjir yang telah dihasilkan kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu sangat rendah, sedang dan tinggi.

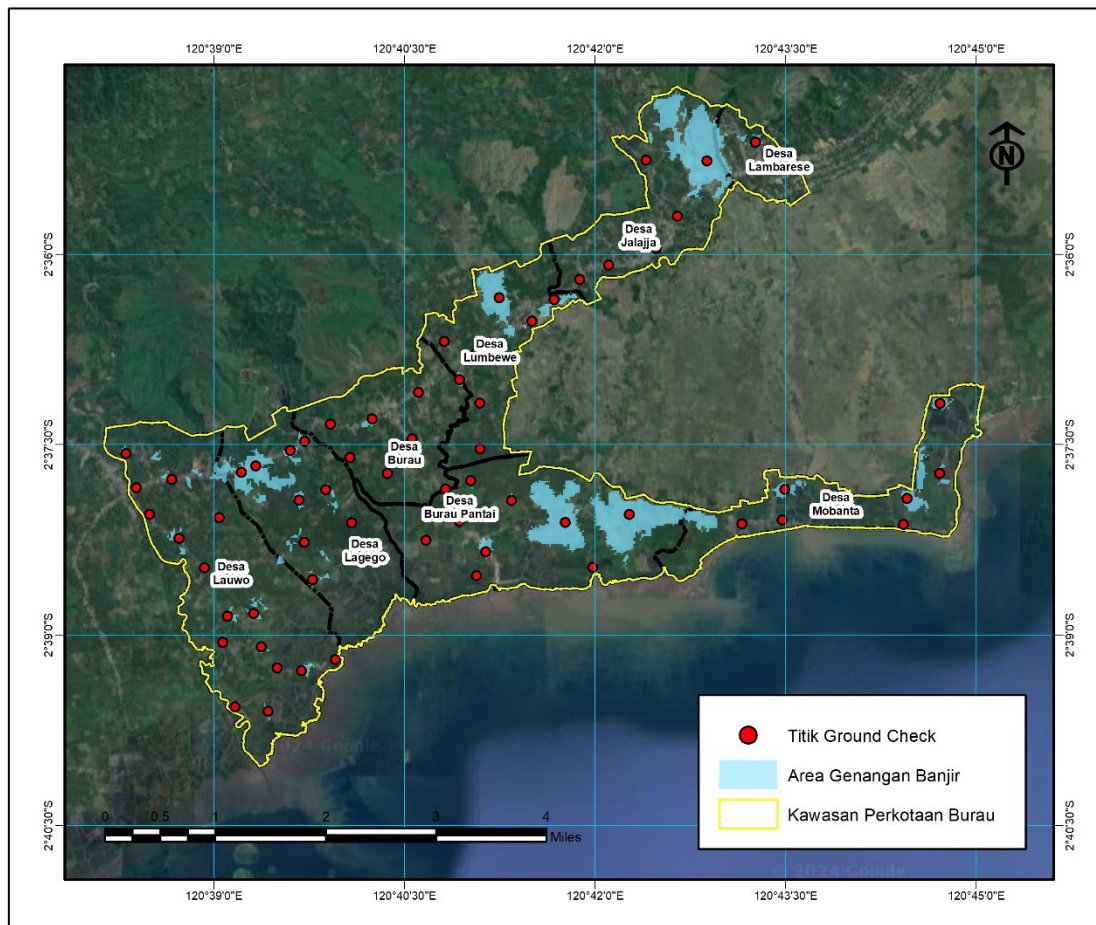
3. Hasil dan Pembahasan

Inventarisasi data kejadian banjir

Inventarisasi data kejadian banjir periode 2017 – 2023 pada Kawasan Perkotaan Burau berdasarkan pemrosesan dan visualisasi citra Sentinel-1 SAR menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE) menggunakan *Change Detection and Thresholding* (CDAT) dengan polarisasi ganda (VV dan VH) untuk mengekstrak area sebaran banjir, selanjutnya dilakukan ekspor data dengan format raster. Terdapat 3.521 piksel yang masuk dalam kategori banjir. Banjir tersebar merata pada setiap desa yang masuk dalam Kawasan Perkotaan Burau. Untuk menilai kebenaran pada hasil interpretasi banjir GEE dilakukan uji validasi menggunakan *confusion matrix*. Jumlah sampel untuk uji akurasi sebanyak 32 titik sampel yang tersebar pada objek hasil klasifikasi (gambar 3). Hasil analisis *confusion matrix* menunjukkan nilai *overall accuracy* 93,75%, dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil perhitungan *confusion matrix*

Kelas	Banjir	Tidak Banjir	Total	User Accuracy
Banjir	30	2	32	93,75%
Tidak Banjir	2	30	32	93,75%
Total	32	32	64	0%
<i>Producer Accuracy</i>	93,75%	93,75%	0%	93,75%



Gambar 3. Inventarisasi data kejadian banjir

Hasil inventarisasi data kejadian banjir menggunakan GEE sejalan dengan dokumen Kecamatan Burau dalam angka terkait dengan Desa/Kelurahan dan jenis bencana alam di Kecamatan Burau, yang menyebutkan bahwa Desa Burau, Desa Burau Pantai, Desa Jalajja, Desa Lagego, Desa Lambarese, Desa Lauwo, Desa Lumbewe dan Desa Mabonta pernah mengalami bencana banjir

(BPS, 2023). Hasil inventarisasi data kejadian banjir menggunakan GEE sejalan dengan laporan dari pemerintah daerah, pada tahun 2020 terjadi banjir pada Kawasan Perkotaan Burau (BPBD Sulsel, 2020). Hasil tersebut sejalan dengan pemberitaan berita media terpercaya *makassar.tribunnews.com*; *inputrakyat.co.id*; *pikiran-rakyat.com*; *sinyaltajam.com*; *batarapos.com*; kawasan perkotaan burau dilanda banjir

pada periode tahun 2017 – 2023. Sebaran genangan banjir di sajikan pada (gambar 3).

Hasil dari data inventarisasi kejadian banjir kemudian dibagi 70% untuk data training sebanyak 2.453 piksel dan dilakukan pemilihan acak untuk meningkatkan keakuratan simulasi. Pengujian validasi menggunakan 30% data validasi sebanyak 1.068 piksel dengan analisis ROC. Data inventarisasi kejadian banjir digunakan untuk membuat peta kerawanan banjir dengan menghitung nilai IV pada setiap parameter pengontrol banjir.

Kejadian banjir di Burau disebabkan curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan sungai Bungadidi meluap (BPBD Sulsel, 2020). Selain itu, terdapat beberapa sungai yang melewati kawasan perkotaan yang berpotensi banjir akibat terbatasnya daya tampung saluran sungai (Rahardjo, 2018). Kawasan Perkotaan Burau secara geografis terletak pada wilayah pesisir, sehingga memiliki kompleksitas faktor pemicu terjadinya banjir akibat faktor geomorfologi, perubahan iklim dan aktivitas manusia (Syafutri, 2022).

Peta Parameter Pengontrol Banjir

Peta elevasi dan lereng diperoleh melalui ekstraksi data DEM (*Digital Elevation Model*) Nasional/DEMNAS Adapun klasifikasi peta elevasi didasarkan pada klasifikasi (Bera et al., 2022). dan disesuaikan dengan ketinggian pada wilayah penelitian. Persentase luas wilayah berdasarkan elevasi 0 – 10 meter, seluas 69%, elevasi 10 – 20 m seluas 23%, elevasi 20 – 30 m seluas 6%,

elevasi 30 – 40 m 1% dan 40 – 50 m seluas 1% dari luas wilayah penelitian. peta elevasi disajikan pada (gambar 4a). Klasifikasi lereng didasarkan pada klasifikasi (Karymbalis et al., 2021; Chaulagain et al., 2023). Persentase luas wilayah berdasarkan kelas lereng < 2 % seluas 26%, lereng 2 – 6 % seluas 43%, lereng 6 – 12 % seluas 22%, lereng 12 – 20 % seluas 7% dan lereng > 20 % seluas 1% dari luas wilayah penelitian. Peta lereng disajikan pada (gambar 4b).

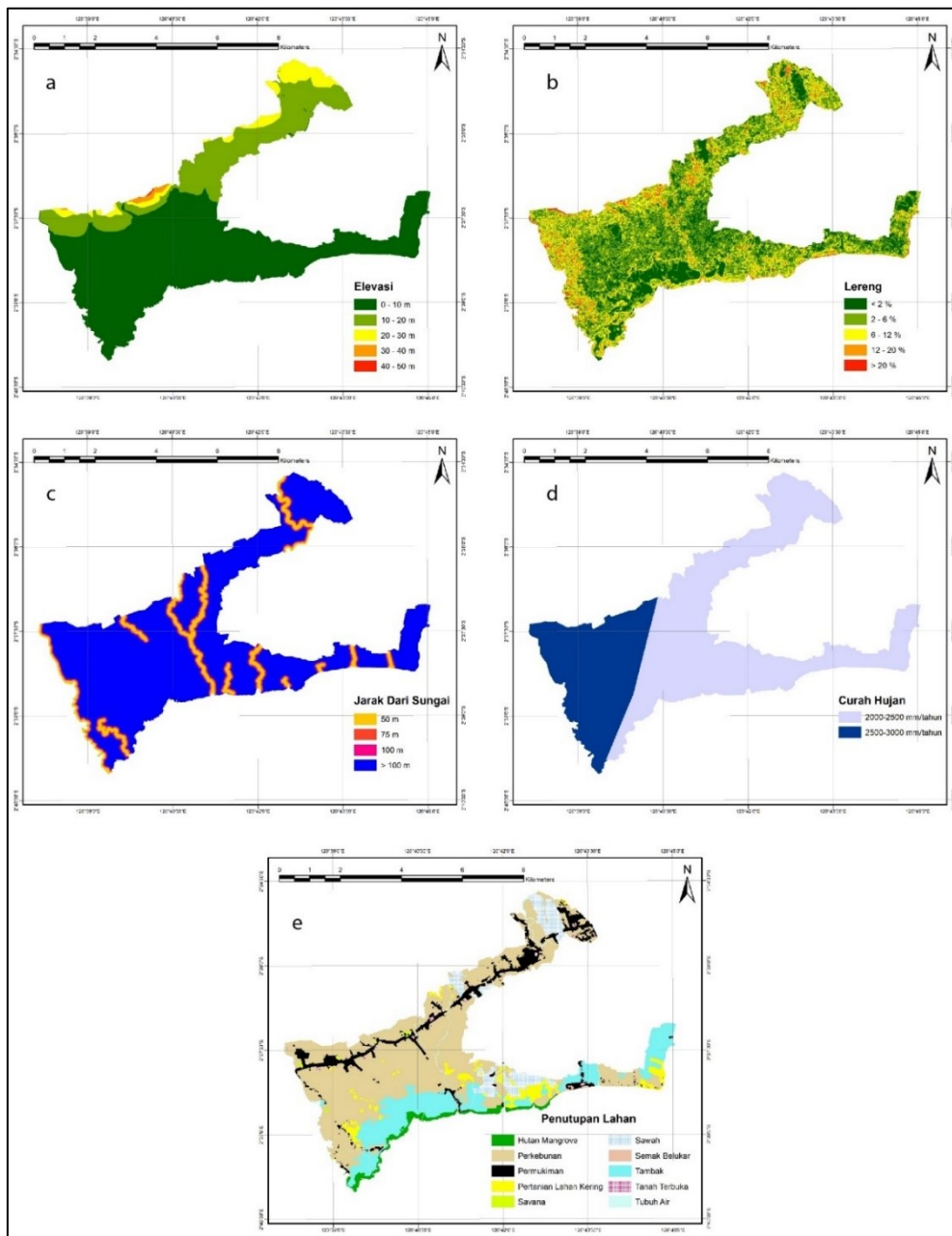
Jarak dari sungai diperoleh dari ekstraksi atribut tutupan lahan yaitu tubuh air dan dilakukan *buffer analysis* berdasarkan klasifikasi (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai Dan Garis Sempadan Danau; Rakuasa et al., 2022), dan disesuaikan dengan jarak dari sungai pada wilayah penelitian. Persentase luas wilayah berdasarkan jarak dari sungai 50 m seluas 8%, 75 m seluas 3%, 100 m seluas 3% dan >100 m seluas 85% dari luas wilayah penelitian. Peta jarak dari sungai disajikan pada (gambar 4c).

Data curah hujan diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Luwu Timur. Klasifikasi curah hujan didasarkan pada (Bera et al., 2022) dan disesuaikan dengan curah hujan pada wilayah penelitian. Persentase luas wilayah berdasarkan kelas curah hujan 2.000 – 2.500 mm/ tahun seluas 86% dan 2.500 – 3.000 mm/ tahun seluas 14% dari luas wilayah penelitian. Peta curah hujan disajikan pada (gambar 4d).

Atribut tutupan lahan didasarkan pada klasifikasi (Yamani et al., 2015) dan disesuaikan dengan atribut tutupan

lahan pada wilayah penelitian. Persentase luas wilayah berdasarkan tutupan lahan hutan mangrove seluas 3%, perkebunan seluas 55%, permukiman seluas 10%, pertanian lahan kering seluas 5%, savana seluas

1%, sawah seluas 7%, semak belukar seluas 1%, tambak seluas 16%, tanah terbuka seluas 1% dan tubuh air seluas 1% dari luas wilayah penelitian. peta tutupan lahan disajikan pada (gambar 4e).



Gambar 4. Parameter pengontrol banjir, (a) elevasi; (b) lereng; (c) jarak dari sungai; (d) curah hujan; € tutupan lahan

Kerawanan Banjir Dengan *Information Value* (IV)

Faktor pengontrol banjir digabungkan dengan 70% data training hasil inventarisasi kejadian banjir menggunakan ArcGIS. Nilai IV semua kelas faktor pengontrol banjir ditentukan

melalui persamaan II dan hasilnya ditunjukkan pada (tabel 3). Jika nilai IV pada kelas negatif, maka kejadian banjir rendah. Sebaliknya, jika kelas faktor bernilai positif, maka kejadian banjir tinggi dan probabilitas kejadian banjir yang tinggi (Addis, 2023).

Tabel 3. Hasil pembobotan nilai *information value*

Faktor Pengontrol	Kelas	Piksel banjir	Piksel banjir	Piksel kelas	Piksel kelas	IV
Elevasi	0 – 10 m	1.421	58%	938.843	69%	-0,076
	10 – 20 m	768	31%	331.274	24%	0,109
	20 – 30 m	264	11%	81.382	6%	0,255
	30 – 40 m	0	0%	8.926	1%	0
	40 – 50 m	0	0%	696	0%	0
Lereng	< 2 %	849	35%	357.151	26%	0,120
	2 - 6 %	1.090	44%	590.242	43%	0,011
	6 - 12 %	444	18%	304.683	22%	-0,092
	12 - 20 %	63	3%	91.017	7%	-0,416
Jarak Dari Sungai	> 20 %	7	0%	18.028	1%	-0,667
	50 m	43	2%	113.542	8%	-0,677
	75 m	30	1%	46.787	3%	-0,449
	100 m	43	2%	45.873	3%	-0,284
Curah Hujan	>100 m	2.337	95%	1.154.919	85%	0,050
	2.000 – 2.500 mm/tahun	2.007	82%	904.508	66%	0,090
Tutupan Lahan	2.500 – 3.000 mm/tahun	446	18%	456.613	34%	-0,266
	Permukiman	261	11%	130.349	10%	0,046
Lahan	Perkebunan	427	17%	770.554	57%	-0,512
	Tambak	212	9%	228.096	17%	-0,288
	Semak Belukar	1	0%	3.198	0%	-0,761
	Tanah Terbuka	7	0%	4.489	0%	-0,063
	Hutan Mangrove	0	0%	40.608	3%	0
	Pertanian Lahan Kering	113	5%	65.234	5%	-0,017
	Sawah	1.425	58%	98.272	7%	0,906
Tubuh Air	4	0%	16.687	1%	-0,876	

Information value dari setiap faktor pengontrol banjir dihitung melalui persamaan I. Hasil analisis IV menunjukkan hubungan antara kejadian banjir dengan elevasi, menunjukkan bahwa elevasi 10 – 20 m dan 20 – 30 m memiliki nilai IV positif yaitu 0,109 dan 0,255, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir tinggi,

sedangkan elevasi 0 – 10 m memiliki nilai IV negatif yaitu -0,076, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir rendah. Kemiringan lereng menunjukkan bahwa kelas < 2 % dan 2 – 6 % memiliki nilai IV positif yaitu 0,120 dan 0,011, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir tinggi, sedangkan kelas 6 – 12 %, 12 –

20 %, > 20 % memiliki nilai IV negatif, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir rendah. Jarak dari sungai menunjukkan bahwa kelas >100 m memiliki nilai IV positif yaitu 0,050, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir tinggi sedangkan kelas dan 50 m, 75 m dan 100 m memiliki nilai IV negatif, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir rendah. Kelas curah hujan 2.000 mm/tahun memiliki nilai positif yaitu 0,090, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir tinggi, sedangkan kelas 2.500 mm/tahun memiliki nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa probabilitas terjadinya banjir rendah. Tutupan lahan menunjukkan bahwa kelas permukiman dan sawah memiliki nilai IV positif yaitu 0,046 dan 0,906, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir tinggi, sedangkan kelas perkebunan, tambak, semak belukar, tanah terbuka pertanian lahan kering, tubuh air memiliki nilai IV negatif, yang mengindikasikan bahwa probabilitas kejadian banjir rendah.

Peta kerawanan banjir dihitung berdasarkan nilai IV dan dimasukkan ke *raster calculator* kerawanan banjir dihasilkan dari nilai IV melalui persamaan II:

$$\text{Kerawanan} = (IV_{\text{elevasi}} + IV_{\text{lereng}} + IV_{\text{jarak dari sungai}} + IV_{\text{curah hujan}} + IV_{\text{tutupan lahan}})$$

Nilai IV pada Kawasan Perkotaan Burau yaitu nilai minimum -0,876 dan nilai maksimum 0,906. Nilai IV pada beberapa penelitian memiliki rentang nilai minimum dan maksimum berbeda dikarenakan pemilihan beberapa faktor pengontrol banjir yang

berpengaruh kuat terhadap tingkat kerawanan banjir disesuaikan dengan di daerah penelitian; perbedaan luas genangan banjir pada setiap variabel akan mempengaruhi nilai IV; dan prosedur pembobotan dalam metode IV murni dilakukan berdasarkan keberadaan kejadian banjir di daerah penelitian.

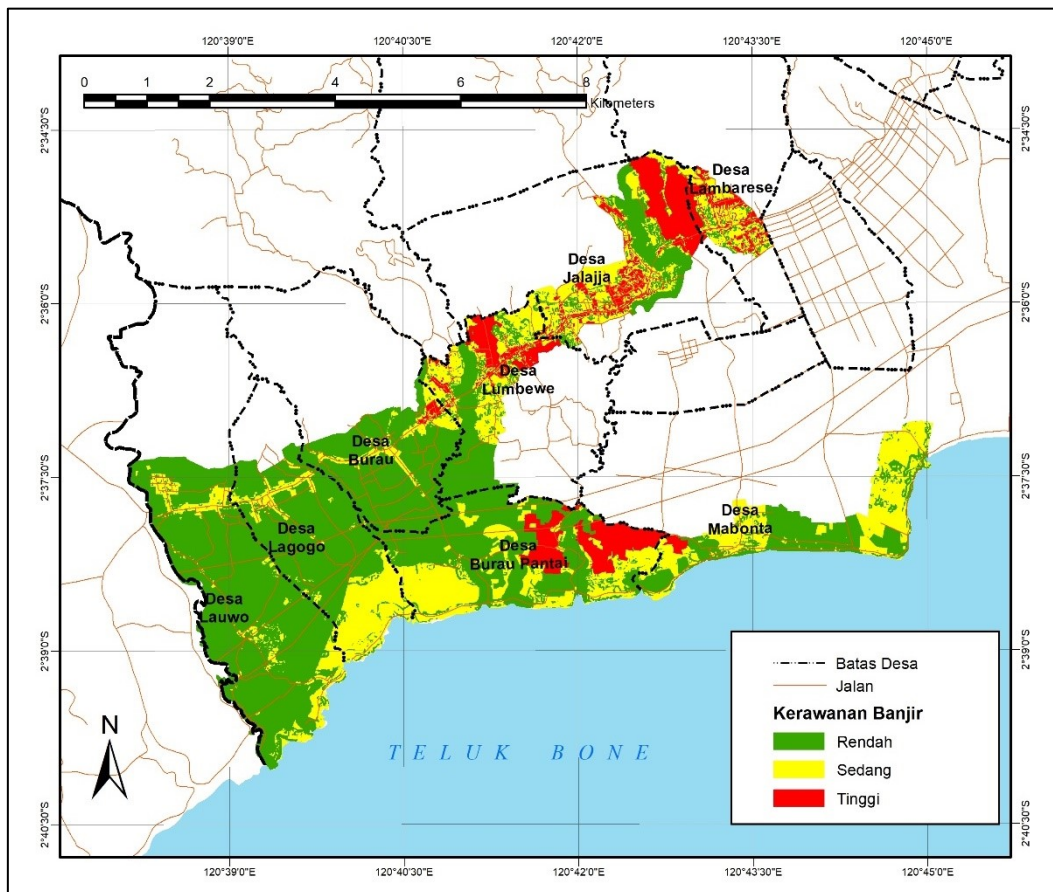
Nilai IV diklasifikasi kedalam 3 kelas yaitu sangat rendah, sedang, dan tinggi. Kelas rendah seluas 2.097,687 ha, kelas sedang seluas 950,067 ha, dan kelas tinggi seluas 352,774 ha yang terdistribusi hampir di setiap desa. Desa Jalajja merupakan Desa dengan kerawanan tinggi yang cukup luas di Kawasan Perkotaan Burau. Kelas kerawanan tinggi ditandai dengan kemiringan lereng yang rendah, elevasi 10 – 30 m, curah hujan yang tinggi dan tutupan lahan yang didominasi oleh permukiman dan sawah. Luas dan kelas kerawanan banjir lebih rinci dapat dilihat (tabel 4) Peta kerawanan banjir disajikan pada (gambar 5).

Nilai IV menunjukkan pola spasial banjir terpusat di kawasan permukiman, akibat pesatnya laju ekspansi pembangunan perkotaan dan kurangnya daerah resapan air. Hasil penelitian Tentua et al., (2018); Sitorus et al., (2021) menyebutkan daerah rawan banjir berada di area permukiman. Menurut Forson & Amponsah, (2023); & Mind'je et al., (2023) Metode IV dapat menunjukkan kemungkinan lokasi banjir akan terjadi di masa yang akan datang, sehingga hasil penelitian yang diperoleh dapat membantu dalam penentuan lokasi pembangunan di Kawasan Perkotaan Burau.

Tabel 4. Luas Bahaya Banjir per-Desa Kawasan Perkotaan Burau

Desa	Kerawanan Banjir (ha)		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Burau	296,131	40,623	5,970
Burau Pantai	338,975	197,468	106,575
Jalajja	113,994	138,273	131,412
Lagego	340,695	140,102	0
Lambarese	14,309	53,408	41,709
Lauwo	670,011	82,883	0
Lumbewe	147,644	114,153	60,341
Mabonta	175,928	183,158	6,767
Luas Total (ha)	2.097,687	950,067	352,774

Sumber: Analisis data, 2024



Gambar 5. Peta kerawanan banjir

Validasi Peta Kerawanan Banjir

Akurasi prediksi kerawanan banjir harus diperiksa secara kuantitatif menggunakan kurva karakteristik operasi penerima (*receiver operating characteristic/ ROC*), sebagai dasar penilaian bahwa prediksi kerawanan

banjir adalah positif benar dan salah (*Chauhan et al., 2010*). Keberhasilan model diperoleh menggunakan peta kerawanan banjir dan data inventarisasi kejadian banjir sebanyak 30% atau 1.068 piksel. Nilai AUC berkisar antara 0,5 hingga 1,0 yang digunakan untuk

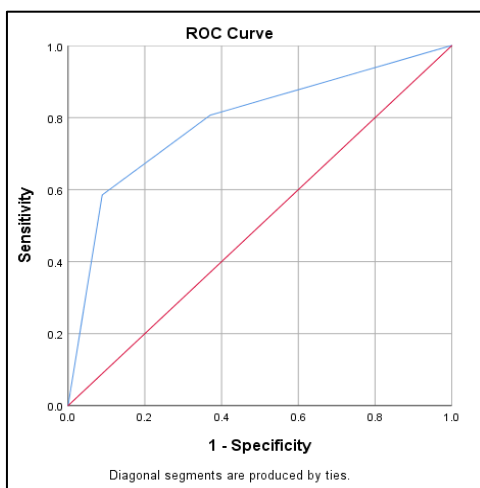
mengevaluasi keakuratan model. Hasil pemeriksaan prediksi banjir menunjukkan bahwa peta kerawanan banjir di Kawasan Perkotaan Baurau memiliki nilai akurasi AUC = 0,791. Hasil validasi disajikan pada (tabel 5 dan gambar 6). Berdasarkan klasifikasi Yesilnacar & Topal (2005) nilai AUC masuk dalam kategori *good* nilai 0,7 – 0,8. Berdasarkan nilai AUC, menunjukkan bahwa model IV berguna dalam menentukan kerawanan banjir

pada Kawasan Perkotaan Baurau. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hadmoko et al., (2017); Du et al., (2019); Addis, (2023); Mind'je et al., (2023). yang menyebutkan bahwa penggunaan metode IV baik digunakan untuk penentuan kerawanan bencana dengan nilai rata-rata AUC berkisar 0,7 – 1. Historis kejadian banjir tercermin dalam peta kerawanan banjir yang menunjukkan tingkat kerawanan sedang dan tinggi.

Tabel 5. Nilai AUC dari hasil analisis ROC pada peta kerawanan banjir
Area Under the Curve

Test Result Variable(s): kerawanan

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
,791	,008	,000	,775	,807



Gambar 6. Kurva AUC dari hasil analisis ROC pada peta kerawanan banjir

4. Kesimpulan

Pemetaan kerawanan banjir menggunakan data lima faktor pengontrol banjir dari sungai, dan tutupan lahan dan data inventarisasi kejadian banjir yang dibagi menjadi 70% untuk data training sebanyak 2.453 piksel yang dipilih secara acak dan 30%

digunakan sebagai data validasi sebanyak 1.068 piksel. Dari hasil analisis faktor yang mempengaruhi probabilitas kejadian banjir pada Kawasan Perkotaan Baurau yaitu tutupan lahan sawah yang memperoleh nilai IV positif yaitu 0,906. Hasil analisis kerawanan banjir menggunakan metode

Information Value (IV) menunjukkan bahwa kelas rendah seluas 2.097,687 ha, kelas sedang seluas 950,067 ha, dan kelas tinggi seluas 352,774 ha yang terdistribusi hampir di setiap desa. Desa Jalajja merupakan Desa dengan kerawanan tinggi yang cukup luas. Bila kecenderungan pembangunan bertentangan dengan manajemen risiko dan tata ruang, kejadian banjir akan lebih sering terjadi. Lebih lanjut diperlukan mitigasi struktural dan non structural. Metode *Information Value* (IV) memberikan hasil yang baik dalam pemetaan kerawanan banjir. tetapi *Information Value* (IV) tidak dapat diterapkan untuk area di mana inventarisasi data kejadian banjir tidak tersedia dan tidak memberikan informasi mengenai kecepatan atau kedalaman banjir. Oleh karena itu, disarankan agar mempertimbangkan integrasi dengan pemodelan hidraulik untuk mengungkap kedalaman dan kecepatan banjir. Terlepas dari keterbatasan yang muncul dalam pendekatan ini, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu pertimbangan untuk mitigasi bencana banjir Kawasan Perkotaan Burau.

Daftar Pustaka

- Addis, A. (2023). GIS – based flood susceptibility mapping using frequency ratio and information value models in upper Abay river basin, Ethiopia. *Natural Hazards Research*, 3(2), 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.nhres.2023.02.003>
- Bera, S., Das, A., & Mazumder, T. (2022). Evaluation of machine learning, information theory and multi-criteria decision analysis methods for flood susceptibility mapping under varying spatial scale of analyses. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 25(December 2021), 100686. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100686>
- 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. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v17i1.10383>
- BPBD Sulsel. (2020). *Kejadian Bencana Kabupaten Luwu Timur*. <https://siandalan.sulselprov.go.id/>
- BPS. (2023). *Kecamatan Burau Dalam Angka*. <https://luwutimurkab.bps.go.id/publication.html?Publikasi%5BtahunJudul%5D=&Publikasi%5BkataKunci%5D=kecamatan+burau+dalam+angka&Publikasi%5BcekJudul%5D=0&yt0=Tampilkan>
- BSN. (2015). *Metode Pemetaan Rawan Banjir SNI 8197:2015*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bunmi Mudashiru, R., Sabtu, N., Abdullah, R., Saleh, A., & Abustan, I. (2022). Optimality of flood influencing factors for flood hazard mapping: An evaluation of two multi-criteria decision-making methods. *Journal of Hydrology*, 612(PA), 128055. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128055>
- Cabrera, J. S., & Lee, H. S. (2019). Flood-prone area assessment using GIS-based multi-criteria analysis: A case study in Davao Oriental, Philippines. *Water (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/w11112203>
- Chauhan, S., Sharma, M., & Arora, M. K. (2010). Landslide susceptibility zonation of the Chamoli region, Garhwal Himalayas, using logistic

- regression model. *Landslides*, 7(4), 411–423.
<https://doi.org/10.1007/s10346-010-0202-3>
- Chaulagain, D., Ram Rimal, P., Ngando, S. N., Nsafon, B. E. K., Suh, D., & Huh, J. S. (2023). Flood susceptibility mapping of Kathmandu metropolitan city using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Ecological Indicators*, 154(May), 110653.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110653>
- Chen, Y. (2022). Flood hazard zone mapping incorporating geographic information system (GIS) and multi-criteria analysis (MCA) techniques. *Journal of Hydrology*, 612(PC), 128268.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128268>
- Danoedoro, P. (2015). Pengaruh Jumlah dan Metode Pengambilan Titik Sampel Penguji terhadap Tingkat Akurasi Klasifikasi Citra Digital Penginderaan Jauh. *Simposium Nasional Sains Geoinformasi Ke-4, November 2015*.
- DPUPR Luwu Timur. (2022). *Laporan Akhir Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Burau Tahun 2022*. DPUPR Luwu Timur.
- Du, G., Zhang, Y., Yang, Z., Guo, C., Yao, X., & Sun, D. (2019). Landslide susceptibility mapping in the region of eastern Himalayan syntaxis, Tibetan Plateau, China: a comparison between analytical hierarchy process information value and logistic regression-information value methods. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(6), 4201–4215.
<https://doi.org/10.1007/s10064-018-1393-4>
- Ebrahimi, E., Araújo, M. B., & Naimi, B. (2023). Flood susceptibility mapping to improve models of species distributions. *Ecological Indicators*, 157(July), 111250.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111250>
- Edamo, M. L., Ukumo, T. Y., Lohani, T. K., Ayana, M. T., Ayele, M. A., Mada, Z. M., & Abdi, D. M. (2022). A comparative assessment of multi-criteria decision-making analysis and machine learning methods for flood susceptibility mapping and socio-economic impacts on flood risk in Abela-Abaya floodplain of Ethiopia. *Environmental Challenges*, 9(October).
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100629>
- Forson, E. D., & Amponsah, P. O. (2023). Prediction of gold mineralization zones using spatial techniques and geophysical data: A case study of the Josephine prospecting licence, NW Ghana. *HELIYON*, e22398.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22398>
- Gudiyangada Nachappa, T., & Meena, S. R. (2020). A novel per pixel and object-based ensemble approach for flood susceptibility mapping. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 2147–2175.
<https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1833990>
- Hadmoko, D. S., Lavigne, F., & Samodra, G. (2017). Application of a semiquantitative and GIS-based statistical model to landslide susceptibility zonation in Kayangan Catchment, Java, Indonesia. *Natural Hazards*, 87(1), 437–468.
<https://doi.org/10.1007/s11069-017-2772-z>
- Hizbaron, D. R., Dimiyati, M., Hadi, M. P., Khakim, N., Suarna, U., & Pujiastuti, I. (2023). Co-creation of urban hazard, vulnerability and risk information system towards sustainable regional development

- trajectories in Sulawesi, Indonesia. *Natural Hazards*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06234-0>
- Indratmoko, S. (2019). *Susceptibility And Flood Risk To Identify The Suitability Toward Spatial Pattern In Tangerang Selatan City*. Universitas Gadjah Mada.
- Islam, R., & Chowdhury, P. (2023). Local-scale Flash Flood Susceptibility Assessment in Northeastern Bangladesh using Machine Learning Algorithms. *Environmental Challenges*, 14(July 2023), 100833. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100833>
- Jamali, B., Bach, P. M., & Deletic, A. (2020). Rainwater harvesting for urban flood management – An integrated modelling framework. *Water Research*, 171, 115372. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115372>
- Karymbalis, E., Andreou, M., Batzakis, D. V., Tsanakas, K., & Karalis, S. (2021). Integration of gis-based multicriteria decision analysis and analytic hierarchy process for flood-hazard assessment in the megalo rema river catchment (East attica, greece). *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810232>
- Lal, P., Prakash, A., & Kumar, A. (2020). Google Earth Engine for concurrent flood monitoring in the lower basin of Indo-Gangetic-Brahmaputra plains. *Natural Hazards*, 104(2), 1947–1952. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04233-z>
- Mardiatno, D., Khakim, N., & Priyambodo, T. K. (2016). Identification of flood-prone area using remotely sensed data - Case in Tanjung Selor City, North Kalimantan. *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing, ICARES 2015, December*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICARES.2015.7429823>
- Mind'je, R., Li, L., Kayumba, P. M., Mupenzi, C., Mindje, M., & Hao, J. (2023). Exploring a form of pixel-based information value model for flood probability assessment and geo-visualization over an East African basin: a case of Nyabarongo in Rwanda. *Environmental Earth Sciences*, 82(17), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11088-7>
- Muta'ali, L. (2014). *Perencanaan Pengembangan Wilayah Berbasis Pengurangan Risiko Bencana*. Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFGe), Universitas Gadjah Mada.
- Novaliadi, D., & Hadi, M. P. (2013). Pemetaan Kerawanan Banjir Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Di Sub Das Karang Mumus Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Bumi Indonesia*, 53(9), 1689–1699.
- Pradhan, B., Lee, S., Dikshit, A., & Kim, H. (2023). Spatial flood susceptibility mapping using an explainable artificial intelligence (XAI) model. *Geoscience Frontiers*, 14(6), 101625. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101625>
- Rahardjo, P. N. (2018). 7 Penyebab Banjir Di Wilayah Perkotaan Yang Padat Penduduknya. *Jurnal Air Indonesia*, 7(2). <https://doi.org/10.29122/jai.v7i2.2421>
- Singh, K., & Kumar, V. (2018). Hazard assessment of landslide disaster using information value method and analytical hierarchy process in highly tectonic Chamba region in bosom of Himalaya. *Journal of*

- Mountain Science*, 15(4), 808–824.
<https://doi.org/10.1007/s11629-017-4634-2>
- Sitorus, I. H. O., Bioresita, F., & Hayati, N. (2021). Analisa Tingkat Rawan Banjir di Daerah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Pembobotan dan Scoring. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1).
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.60082>
- Syafutri, R. D. (2022). *Flood Hazard Assessment In Semarang City Based On Logistic Regression And Google Earth Engine Approach*. Universitas Gadjah Mada.
- Tehrany, M. S., Lee, M. J., Pradhan, B., Jebur, M. N., & Lee, S. (2014). Flood susceptibility mapping using integrated bivariate and multivariate statistical models. *Environmental Earth Sciences*, 72(10), 4001–4015.
<https://doi.org/10.1007/s12665-014-3289-3>
- Tentua, V. C., Gaspersz, E. J., & Puturuhu, F. (2018). Evaluasi Permukiman Berdasarkan Tingkat Kerawanan Banjir Pada Das Wae Ruhu. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(2), 113–124.
<https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.2.113>
- UN-SPIDER Knowledge Portal. (2019). *Step-by-Step: Recommended Practice: Flood Mapping and Damage Assessment Using Sentinel-1 SAR Data in Google Earth Engine*. Un-Spider.Org.
<https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-google-earth-engine-flood-mapping/step-by-step>
- Wang, Yi, Fang, Z., Hong, H., Costache, R., & Tang, X. (2021). Flood susceptibility mapping by integrating frequency ratio and index of entropy with multilayer perceptron and classification and regression tree. *Journal of Environmental Management*, 289(March), 112449.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112449>
- Wang, Yongheng, Li, C., Hu, Y., Lv, J., Liu, M., Xiong, Z., & Wang, Y. (2023). Evaluation of urban flooding and potential exposure risk in central and southern Liaoning urban agglomeration, China. *Ecological Indicators*, 154(January), 110845.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110845>
- Wu, X., Wang, K., Li, Y., Liu, K., & Huang, B. (2021). Accelerating haze removal algorithm using cuda. *Remote Sensing*, 13(1), 1–23.
<https://doi.org/10.3390/rs13010083>
- Ya, R., Wu, J., Tang, R., & Zhou, Q. (2023). Increased flood susceptibility in the Tibetan Plateau with climate and land use changes. *Ecological Indicators*, 156(July).
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111086>
- Yamani, A., Rustiadi, E., & Widiatmaka, W. (2015). Evaluasi Pola Ruang Berbasis Kerawanan Banjir Di Kabupaten Pidie. *Tataloka*, 17(3), 130.
<https://doi.org/10.14710/tataloka.17.3.130-146>
- Yesilnacar, E., & Topal, T. (2005). Landslide susceptibility mapping: A comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek region (Turkey). *Engineering Geology*, 79(3–4), 251–266.
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.02.002>
- Zhao, G., Pang, B., Xu, Z., Peng, D., & Zuo, D. (2020). Urban flood susceptibility assessment based on convolutional neural networks. *Journal of Hydrology*, 590(February), 125235.

<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125235>

Zhu, S., Feng, H., Arashpour, M., & Zhang, F. (2024). Enhancing urban flood resilience: A coupling coordinated evaluation and geographical factor analysis under SES-PSR framework. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 101(July 2023), 104243. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104243>