Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)
Vol. 6, No. 5, November 2026, Hal. 4067-4092
https://jurnal-id.com/index.php/jupin

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Pemodelan Mikro-Topografi Berbasis Drone Quadcopter Untuk Analisis Kerentanan Genangan Permukiman Di Kecamatan Sukarame

Sena Andhika Samudra[1*], Almira Sufwandini Putri[2], Vovianty Masgode[3], Jekli Yohanes S M[4], Ega Taruna Duta Pratama[5], Ratna Mustika Sari[6]

[1,2,3,4,5] Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia
[6] Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknologi Infrastruktur Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia
Email: senatrkjj@polinela.ac.id

Abstrak

Bencana banjir perkotaan terus meningkat akibat perubahan iklim dan alih fungsi lahan, menuntut pemetaan potensi genangan yang akurat pada skala lokal. Namun, pendekatan konvensional berbasis data topografi resolusi menengah memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan variasi mikro-topografi. Penelitian ini bertujuan memodelkan karakteristik mikro-topografi kawasan permukiman di Kelurahan Korpri Jaya, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung, serta menyusun model potensi genangan menggunakan integrasi data wahana nirawak (*Unmanned Aerial Vehicle*/UAV). Metode *Urban depression Analysis* digunakan untuk mengekstraksi parameter elevasi, kemiringan lereng (*slope*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), dan cekungan mikro (*urban depression*) dari *Digital Elevation Model* (DEM) berbasis UAV. Keempat parameter diintegrasikan melalui analisis multikriteria (*Multi-Criteria Decision Making*/MCDM) dan *Weighted Overlay* pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Pembobotan parameter menempatkan *Urban depression* (35%) dan *flow accumulation* (30%) sebagai faktor dominan, diikuti elevasi (20%) dan *slope* (15%). Hasil analisis menghasilkan Indeks Potensi Genangan (IPG) yang diagregasikan menjadi kelas Potensi Rendah dan Potensi Tinggi. Validasi model dilakukan dengan membandingkan peta IPG terhadap 11 titik genangan aktual hasil observasi lapangan. Evaluasi kinerja model menghasilkan *Spatial Agreement* (*Hit Rate*) sebesar 81,82%, di mana 9 dari 11 titik genangan aktual berhasil teridentifikasi pada area Potensi Tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi data mikro-topografi presisi tinggi berbasis UAV dan *Urban depression Analysis* memiliki tingkat kesesuaian resolusi yang tinggi dalam mengidentifikasi lokasi rawan genangan skala permukiman. Informasi spasial ini bermanfaat sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi bencana, pengelolaan jaringan drainase, dan perancangan tata ruang perkotaan berkelanjutan.

Kata kunci: *Mikro-topografi, UAV, Urban depression Analysis , Potensi Genangan, Sukarame*

Abstract

Urban flooding continues to escalate due to climate change and land-use conversion, necessitating accurate inundation potential mapping at the local scale. However, conventional approaches relying on medium-resolution topographic data fail to represent micro-topographic variations effectively. This study aims to model the micro-topographic characteristics of residential areas in Korpri Jaya Village, Sukarame District, Bandar Lampung City, and construct an inundation potential model using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) data integration. The Urban depression Analysis method was applied to extract elevation, slope, flow accumulation, and Urban depression parameters from high-resolution UAV-derived Digital Elevation Models (DEM). These parameters were integrated via Multi-Criteria Decision Making (MCDM) and Weighted Overlay within a Geographic Information System (GIS) environment. Parameter weighting assigned Urban depression (35%) and flow accumulation (30%) as dominant factors, followed by elevation (20%) and slope (15%). The Analysis generated an Inundation Potential Index (IPI), aggregated into Low Potential and High Potential classes. Model validation was performed by comparing the IPI map against 11 actual field-observed inundation points. Performance evaluation yielded a Spatial Agreement (Hit Rate) of 81.82%, with 9 out of 11 actual inundation points correctly identified within High Potential areas. These results demonstrate that integrating UAV-based high-precision micro-topographic data with Urban depression Analysis provides High Resolution Agreement for identifying settlement-scale flood potential. This spatial information serves as a basis for flood mitigation strategies, drainage network management, and sustainable urban spatial planning.

Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)
Vol. 6, No. 5, November 2026, Hal. 4067-4092
https://jurnal-id.com/index.php/jupin
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Keywords: *Micro-topography, UAV, Urban depression Analysis , Inundation Potential, Sukarame.*

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir perkotaan merupakan salah satu ancaman hidrometeorologi yang frekuensi dan intensitasnya terus meningkat di berbagai belahan dunia akibat perubahan iklim, peningkatan curah hujan ekstrem, serta masifnya alih fungsi lahan menjadi kawasan terbangun (Idris et al., 2025; Zhu et al., 2022). Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya volume limpasan permukaan dan menurunnya kapasitas infiltrasi tanah sehingga memperbesar potensi terjadinya genangan maupun banjir pada kawasan perkotaan. Di Indonesia, kerentanan banjir dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara karakteristik fisik wilayah, kondisi hidrologi, penggunaan lahan, serta tata ruang yang berkembang secara dinamis (Jumadi et al., 2024; Ramadhan et al., 2024). Oleh karena itu, identifikasi faktor-faktor pengontrol genangan menjadi aspek penting dalam upaya mitigasi bencana dan perencanaan wilayah yang berkelanjutan.

Kecamatan Sukarame di Kota Bandar Lampung merupakan salah satu wilayah yang mengalami kejadian genangan dan banjir secara berulang pada kawasan permukiman. Berdasarkan laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Bandar Lampung, pada awal tahun 2026 terjadi genangan yang menggenangi ruas jalan dan kawasan permukiman di Kelurahan Sukarame akibat hujan dengan intensitas tinggi serta meluapnya saluran drainase (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung, 2026a). Selain itu, pada kejadian hujan ekstrem bulan Maret 2026, BPBD kembali melakukan evakuasi banjir di beberapa titik Kecamatan Sukarame, termasuk kawasan Sukarame Baru dan Jalan Pulau Singkep yang terdampak genangan hingga mengganggu aktivitas masyarakat (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung, 2026b). Hasil peninjauan lapangan yang dilakukan BPBD juga menunjukkan bahwa beberapa lokasi genangan berkaitan dengan kapasitas drainase yang tidak mampu menampung limpasan permukaan serta adanya penyumbatan saluran drainase (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung, 2026c). Kejadian genangan yang terus berulang pada lokasi yang relatif sama mengindikasikan adanya pengaruh kuat dari karakteristik topografi lokal dan sistem drainase terhadap pola distribusi limpasan permukaan. Frekuensi kejadian genangan yang relatif tinggi serta penyebaran lokasi terdampak yang luas menjadikan Kecamatan Sukarame sebagai wilayah yang representatif untuk penelitian potensi genangan perkotaan.

Karakteristik mikro-topografi memiliki peran penting dalam mengendalikan pergerakan dan akumulasi limpasan permukaan pada kawasan permukiman. Parameter seperti elevasi, kemiringan lereng, arah aliran (*flow direction*), dan akumulasi aliran (*flow accumulation*) berpengaruh langsung terhadap kemampuan air untuk mengalir menuju saluran drainase maupun terakumulasi pada cekungan-cekungan lokal (Ikhsan & Santosa, 2025; Retongga & Razi, 2024). Variasi mikro-topografi yang relatif kecil sekalipun dapat menentukan lokasi terbentuknya genangan pada lingkungan perkotaan yang padat bangunan. Oleh karena itu, pemetaan potensi genangan yang akurat sangat bergantung pada kualitas dan resolusi data topografi yang digunakan (Khan et al., 2025).

Namun demikian, pendekatan konvensional dalam pemetaan kerentanan banjir masih banyak menggunakan data topografi resolusi menengah seperti *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) maupun citra Synthetic Aperture Radar (SAR) (Zhao et al., 2025). Meskipun memiliki cakupan wilayah yang luas dan mudah diakses, data tersebut memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan variasi mikro-topografi pada lingkungan perkotaan yang kompleks. Akibatnya, fitur-fitur penting seperti cekungan mikro, perbedaan elevasi antarblok permukiman, tanggul kecil, badan jalan, maupun saluran drainase lokal sering kali tidak teridentifikasi secara optimal. Keterbatasan tersebut berpotensi menurunkan ketelitian model potensi genangan karena lokasi-lokasi akumulasi limpasan permukaan tidak dapat dipetakan secara akurat.

Perkembangan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau drone memberikan peluang baru dalam penyediaan data topografi beresolusi tinggi untuk mendukung analisis kebencanaan (Vangu et al., 2025). Pemetaan berbasis UAV mampu menghasilkan *Digital Elevation Model* (DEM) dengan resolusi spasial dan akurasi vertikal yang jauh lebih tinggi dibandingkan data topografi resolusi menengah (Irawan et al., 2025). Keunggulan tersebut memungkinkan identifikasi karakteristik mikro-

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

topografi secara rinci, termasuk bentuk permukaan jalan, saluran drainase lokal, tanggul kecil, serta cekungan-cekungan mikro yang berpotensi menjadi lokasi akumulasi genangan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa data UAV efektif digunakan untuk pemodelan aliran permukaan dan identifikasi kerentanan banjir pada kawasan dengan topografi kompleks, baik pada wilayah terbangun maupun area dengan tutupan vegetasi yang beragam (Clasing et al., 2023; Hanafi et al., 2024). Selain itu, pendekatan geomorfologi yang didukung oleh data topografi beresolusi tinggi terbukti mampu meningkatkan ketelitian pemetaan genangan banjir pada skala detail (Wicaksono et al., 2020). Pemanfaatan UAV juga memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam memperoleh data spasial terkini dengan biaya yang relatif lebih efisien dibandingkan survei terestrial konvensional.

Perkembangan penelitian terkait potensi genangan perkotaan menunjukkan bahwa integrasi data geospasial dan metode analisis multikriteria menjadi pendekatan yang banyak digunakan dalam beberapa tahun terakhir. (Giofandi et al., 2024)menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kerentanan banjir perkotaan. (Zamboni et al., 2024) membuktikan bahwa data UAV mampu meningkatkan representasi fitur-fitur perkotaan yang penting untuk pemodelan banjir melalui pemrosesan citra dan *point cloud* beresolusi tinggi. Pada konteks Indonesia, (Hanafi et al., 2024) menunjukkan bahwa UAV efektif digunakan untuk pemodelan aliran banjir pada wilayah dengan topografi kompleks, sedangkan (Pratama et al., 2026) memanfaatkan pendekatan GIS dan *Machine Learning* untuk memodelkan kerentanan banjir perkotaan di Bandar Lampung. Ringkasan penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 1.

Meskipun berbagai penelitian telah memanfaatkan UAV dan teknologi geospasial untuk pemodelan banjir, sebagian besar masih berfokus pada skala daerah aliran sungai (DAS) atau kawasan perkotaan secara umum. Kajian yang secara khusus menganalisis pengaruh mikro-topografi terhadap pembentukan genangan pada skala permukiman masih relatif terbatas. Selain itu, integrasi data mikro-topografi resolusi tinggi dengan parameter spasial lain seperti tutupan lahan, kepadatan bangunan, dan jaringan drainase melalui pendekatan multikriteria yang tervalidasi menggunakan data genangan aktual masih jarang dilakukan, khususnya pada kota berkembang seperti Bandar Lampung. Evaluasi kuantitatif mengenai peningkatan akurasi yang dihasilkan oleh DEM berbasis UAV dibandingkan data topografi resolusi menengah juga masih belum banyak dilaporkan. Kesenjangan penelitian tersebut menunjukkan perlunya pengembangan model potensi genangan yang mampu memanfaatkan informasi mikro-topografi secara lebih detail dan representatif.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini mengembangkan pendekatan Analisis Cekungan Mikro Perkotaan (*Urban depression Analysis*) untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi potensial akumulasi air pada kawasan permukiman melalui pemanfaatan data mikro-topografi beresolusi tinggi hasil pemetaan UAV. Pendekatan ini memanfaatkan karakteristik depresi topografis (*topographic depression*) sebagai salah satu indikator utama dalam identifikasi area yang berpotensi mengalami genangan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa cekungan permukaan (*surface depressions*) yang diekstraksi dari DEM beresolusi tinggi hasil UAV mampu merepresentasikan lokasi penyimpanan sementara limpasan permukaan dan berperan penting dalam pembentukan genangan pada lingkungan perkotaan (Techapinyawat et al., 2023). Selain mempertimbangkan parameter elevasi, penelitian ini juga mengintegrasikan kemiringan lereng, arah aliran, akumulasi aliran, tutupan lahan, kepadatan bangunan, serta kondisi jaringan drainase menggunakan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) dalam lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Kebaruan penelitian terletak pada integrasi data mikro-topografi presisi tinggi berbasis UAV dengan pendekatan Analisis Cekungan Mikro Perkotaan (*Urban depression Analysis*) dan analisis multikriteria spasial yang divalidasi menggunakan data lokasi genangan aktual di lapangan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan data topografi resolusi menengah atau hanya berfokus pada parameter topografi tertentu, penelitian ini mengombinasikan identifikasi cekungan mikro perkotaan, analisis faktor spasial multikriteria, serta validasi empiris terhadap kejadian genangan aktual. Pendekatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan akurasi identifikasi area rentan genangan sekaligus memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh mikro-topografi terhadap pembentukan genangan perkotaan.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Tabel 1. *State of the Art* Penelitian Potensi Genangan dan Banjir Perkotaan

No	Peneliti	Metode dan Data	Temuan Utama	Keterbatasan	Posisi Penelitian Ini
1	(Giofandi et al., 2024)	Review *Urban Flood Susceptibility* Mapping berbasis GIS dan Remote Sensing	Perubahan penggunaan lahan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kerentanan banjir perkotaan	Bersifat konseptual dan tidak melakukan pemodelan spasial detail	Penelitian ini mengintegrasikan penggunaan lahan dengan data mikro-topografi hasil UAV dalam model spasial
2	(Zamboni et al., 2024)	UAV-SfM *Point cloud* dan Curb Mapping untuk Urban Flood Modelling	Data UAV mampu meningkatkan representasi fitur perkotaan seperti trotoar dan batas jalan untuk simulasi banjir	Fokus pada pemodelan hidraulik dan belum menghasilkan peta kerentanan genangan berbasis multikriteria	Penelitian ini memanfaatkan UAV untuk ekstraksi parameter mikro-topografi dan pemetaan kerentanan genangan
3	(Hanafi et al., 2024)	UAV Mapping untuk Flood Routing pada DAS Garang, Indonesia	UAV efektif menghasilkan data topografi detail untuk analisis aliran permukaan	Fokus pada skala DAS dan wilayah vegetasi rapat, bukan kawasan permukiman perkotaan	Penelitian ini diterapkan pada kawasan permukiman perkotaan yang memiliki karakteristik drainase kompleks
4	(Pratama et al., 2026)	GIS dan *Machine Learning* untuk *Urban Flood Susceptibility* di Bandar Lampung	*Machine Learning* mampu meningkatkan akurasi pemodelan kerentanan banjir perkotaan	Menggunakan data topografi resolusi menengah dan belum mengevaluasi pengaruh mikro-topografi	Penelitian ini mengevaluasi secara langsung peningkatan akurasi yang diperoleh dari DEM UAV resolusi tinggi
5	Penelitian Ini	*Urban depression Analysis* berbasis DEM UAV, MCDM, dan SIG	Integrasi cekungan mikro perkotaan, parameter topografi seperti *urban depression*, *flow accumulation*, elevation, *slope* untuk pemodelan potensi genangan	-	Menghasilkan model potensi genangan skala permukiman berbasis mikro-topografi yang divalidasi menggunakan data genangan aktual

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan karakteristik mikro-topografi kawasan permukiman menggunakan data UAV, menganalisis pengaruh parameter mikro-topografi terhadap pola genangan, serta menyusun model potensi genangan berbasis Analisis Cekungan Mikro Perkotaan (*Urban*

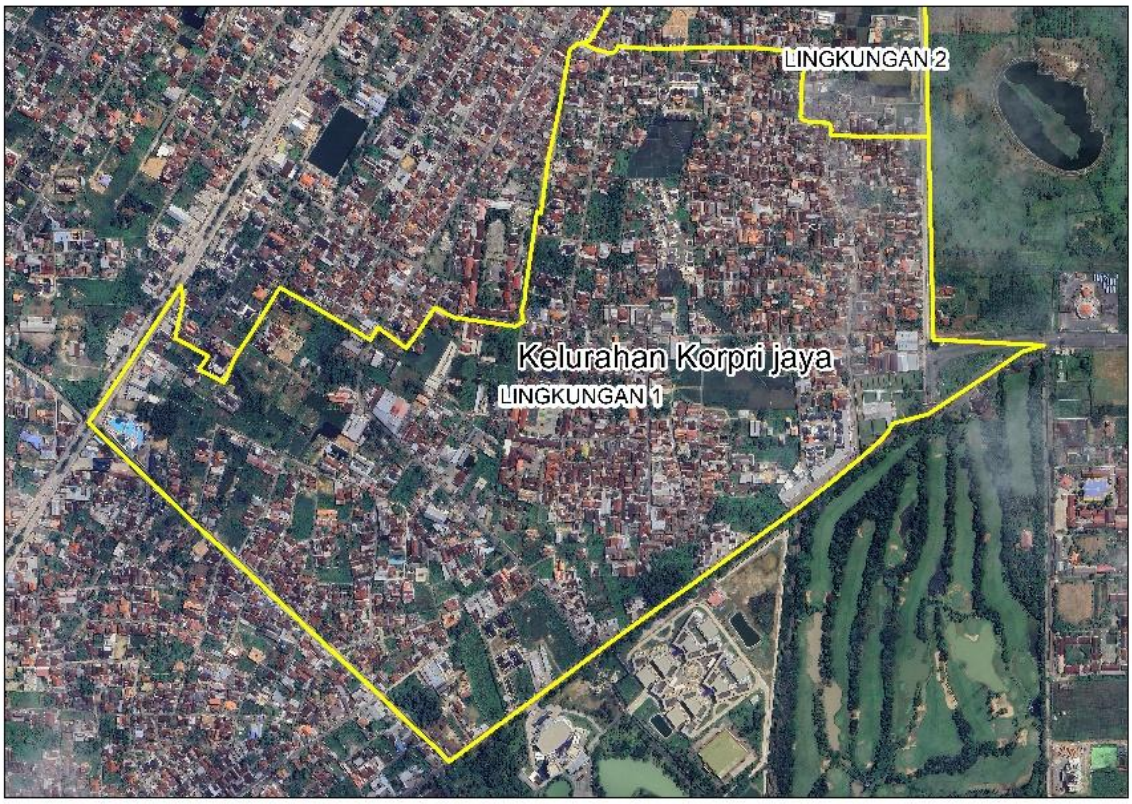
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

depression Analysis) dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Sukarame. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode pemetaan potensi genangan berbasis mikro-topografi beresolusi tinggi pada skala permukiman. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi metodologis melalui integrasi data UAV, identifikasi cekungan mikro perkotaan, analisis multikriteria spasial, dan validasi lapangan dalam satu kerangka pemodelan potensi genangan. Dari sisi praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi mitigasi banjir perkotaan yang lebih efektif melalui perencanaan drainase, pengelolaan kawasan permukiman, serta penentuan lokasi prioritas penanganan genangan di Kecamatan Sukarame.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Kelurahan Korpri Jaya, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki relevansi terhadap permasalahan pengelolaan air dan potensi genangan pada kawasan permukiman. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa Korpri Jaya mengalami perkembangan permukiman dan perubahan penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap ketersediaan serta pengelolaan sumber daya air (Sobri et al., 2026). Pada skala kecamatan, penelitian berbasis Sentinel-1A dan DEM SRTM juga menunjukkan bahwa Kecamatan Sukarame mengalami kejadian genangan dengan luasan yang bervariasi dan memiliki hubungan kuat dengan intensitas curah hujan (Gracia et al., 2023). Penelitian terbaru lainnya menunjukkan bahwa Sukarame memiliki keterpaparan permukiman terhadap bahaya banjir yang relatif tinggi di Kota Bandar Lampung (Perdano & Irham, 2026). Secara lebih spesifik, penelitian ini difokuskan pada Lingkungan I Kelurahan Korpri Jaya karena pada wilayah tersebut terdapat bukti kejadian banjir aktual, termasuk di RT 06 yang dilaporkan mengalami banjir pada Maret 2026 (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung, 2026d). Kondisi tersebut menjadikan Korpri Jaya, khususnya Lingkungan I, relevan untuk dikaji menggunakan pendekatan mikro-topografi berbasis UAV guna mengidentifikasi variasi elevasi lokal, kemiringan, akumulasi aliran, dan depresi permukaan yang berpotensi memengaruhi pembentukan genangan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Data Penelitian

Tabel 2. Data Penelitian

No	Data	Jenis Data	Sumber	Kegunaan
1	Foto udara UAV	Primer	Survei UAV DJI Mavic Air 2S	Pembuatan *orthomosaic* dan DEM
2	*Ground Control Point* (GCP)	Primer	Survei lapangan	Georeferensi dan peningkatan akurasi model
3	Titik genangan aktual	Primer	Observasi lapangan	Validasi model potensi genangan
4	Batas administrasi	Sekunder	BIG/Bappeda Kota Bandar Lampung	Delineasi area penelitian

Akuisisi dan Pengolahan Data UAV

Akuisisi data dilakukan menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) DJI Mavic Air 2S yang dilengkapi kamera beresolusi 20 MP. Akuisisi foto udara dilaksanakan pada kondisi cuaca cerah untuk meminimalkan gangguan bayangan dan variasi pencahayaan yang dapat memengaruhi kualitas hasil fotogrametri. Jalur penerbangan direncanakan secara otomatis menggunakan perangkat lunak perencanaan misi dengan pola lintasan grid sehingga seluruh area penelitian dapat tercakup secara menyeluruh.

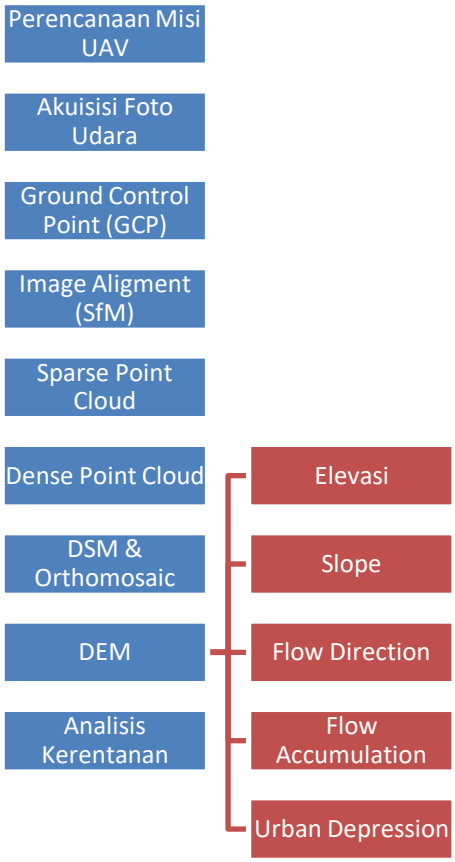
Penerbangan dilakukan pada ketinggian sekitar 80 m di atas permukaan tanah (*Above Ground Level*/AGL) dengan nilai forward overlap sebesar 75% dan side overlap sebesar 75% untuk menjamin ketercakupan antar foto dan menghasilkan model tiga dimensi yang optimal. Pada area penelitian dipasang beberapa *Ground Control Point* (GCP) berukuran 50 cm × 50 cm dengan pola *Band* hitam-putih yang tersebar merata pada bagian tepi dan tengah area pemetaan. Koordinat GCP diukur menggunakan metode survei GNSS untuk meningkatkan ketelitian georeferensi hasil fotogrametri. Foto udara hasil akuisisi kemudian diproses menggunakan metode *Structure from Motion* (SfM) dan *Multi-View Stereo* (MVS) pada perangkat lunak fotogrametri. Tahapan pengolahan dimulai dari proses penyelarasan foto (*Image Alignment*) untuk menghasilkan *sparse point cloud*. Selanjutnya dilakukan pembentukan *dense point cloud*, pembuatan model permukaan digital (*Digital Surface Model*/DSM), dan ortomosaik (*orthomosaic*). DSM yang dihasilkan kemudian diproses lebih lanjut untuk memperoleh *Digital Elevation Model* (DEM) yang digunakan sebagai data utama dalam analisis mikro-topografi.

DEM hasil pengolahan UAV selanjutnya digunakan untuk mengekstraksi berbagai parameter topografi yang berpengaruh terhadap pembentukan genangan, meliputi elevasi, kemiringan lereng (*slope*), arah aliran (*flow direction*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), dan cekungan mikro perkotaan (*urban depression*). Seluruh proses ekstraksi parameter dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Diagram alir proses akuisisi dan pengolahan data UAV disajikan pada Gambar 2.

Tabel 3. Parameter Penerbangan

Parameter	Nilai
UAV	DJI Mavic Air 2S
Resolusi Kamera	20 MP
Ketinggian Terbang	80 m
Forward Overlap	75%
Side Overlap	75%
Format Data	JPEG
Jumlah GCP	10 titik
Ukuran GCP	50 × 50 cm
Metode Pengolahan	SfM-MVS
Software	Agisoft Metashape

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 2. Diagram Pengolahan Data UAV

Ekstraksi Parameter Mikro-Topografi

Parameter mikro-topografi diekstraksi dari *Digital Elevation Model* (DEM) hasil pengolahan foto udara UAV. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk merepresentasikan karakteristik permukaan yang mempengaruhi pergerakan, akumulasi, dan distribusi limpasan permukaan pada kawasan permukiman. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan meliputi elevasi, kemiringan lereng (*slope*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), dan cekungan mikro perkotaan (*urban depression*).

1. Elevasi

Elevasi merupakan tinggi suatu lokasi terhadap bidang referensi tertentu yang dalam penelitian ini diperoleh dari DEM hasil pemetaan UAV. Elevasi berperan penting dalam menentukan arah alami pergerakan air karena limpasan permukaan akan bergerak dari daerah yang memiliki elevasi lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Pada kawasan perkotaan, lokasi dengan elevasi relatif rendah cenderung memiliki potensi genangan yang lebih tinggi karena berfungsi sebagai area penerima akumulasi limpasan dari wilayah sekitarnya. Oleh karena itu, elevasi sering digunakan sebagai salah satu parameter utama dalam pemodelan kerentanan banjir dan genangan perkotaan (Ikhsan & Santosa, 2025; Retongga & Razi, 2024).

2. *Slope*

Kemiringan lereng (*slope*) menunjukkan tingkat perubahan elevasi terhadap jarak horizontal dan digunakan untuk mengGambarkan tingkat kecuraman permukaan lahan. Nilai *slope* diekstraksi dari DEM menggunakan analisis spasial pada lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan dan arah aliran limpasan permukaan. Daerah dengan lereng curam umumnya memiliki kemampuan mengalirkan air lebih cepat sehingga peluang terjadinya genangan relatif kecil. Sebaliknya, daerah dengan kemiringan rendah cenderung memiliki proses pengaliran yang

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

lambat sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi air dan pembentukan genangan (Khan et al., 2025; Retongga & Razi, 2024).

3. *Flow accumulation*

Flow accumulation merupakan parameter yang mengGambarkan jumlah sel hulu yang berkontribusi terhadap suatu sel tertentu berdasarkan hasil analisis *flow direction*. Nilai *flow accumulation* yang tinggi menunjukkan bahwa suatu lokasi menerima kontribusi limpasan dari area yang lebih luas sehingga berpotensi menjadi jalur konsentrasi aliran atau lokasi akumulasi air. Pada lingkungan perkotaan, area dengan nilai *flow accumulation* tinggi umumnya berasosiasi dengan saluran drainase alami, koridor aliran permukaan, maupun lokasi yang memiliki potensi genangan lebih besar akibat konsentrasi limpasan dari berbagai arah. Oleh karena itu, parameter ini banyak digunakan dalam pemodelan kerentanan banjir berbasis topografi (Clasing et al., 2023; Hanafi et al., 2024).

4. *Urban depression*

Urban depression atau cekungan mikro perkotaan merupakan area depresi topografis yang memiliki elevasi lebih rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya sehingga berpotensi menjadi lokasi penyimpanan sementara limpasan permukaan. Parameter ini diekstraksi dari DEM beresolusi tinggi menggunakan analisis depresi permukaan (*surface depression Analysis*). Pada kawasan perkotaan, cekungan mikro dapat terbentuk akibat variasi elevasi jalan, konfigurasi bangunan, tanggul kecil, maupun kondisi konstruksi permukaan lainnya yang menghambat aliran air menuju sistem drainase. Depresi permukaan yang diidentifikasi dari DEM UAV beresolusi tinggi mampu merepresentasikan lokasi akumulasi limpasan secara efektif dan berperan penting dalam pembentukan genangan perkotaan (Techapinyawat et al., 2023). Oleh karena itu, parameter *Urban depression* digunakan sebagai indikator utama dalam pendekatan *Urban depression Analysis* untuk mengidentifikasi area yang berpotensi mengalami genangan pada skala mikro.

Keempat parameter tersebut saling berhubungan dalam mengGambarkan karakteristik hidrotopografi kawasan permukiman. Elevasi dan *slope* mengontrol energi gravitasi aliran permukaan, *flow accumulation* menunjukkan tingkat konsentrasi limpasan, sedangkan *Urban depression* mengidentifikasi lokasi potensial akumulasi air. Integrasi seluruh parameter dilakukan melalui pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk menghasilkan peta potensi genangan permukiman di Kecamatan Sukarame.

Analisis Potensi Genangan

Analisis potensi genangan dilakukan dengan mengintegrasikan parameter mikro-topografi dan parameter pendukung lainnya dalam lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG). Parameter yang digunakan meliputi elevasi, kemiringan lereng (*slope*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), cekungan mikro perkotaan (*urban depression*). Seluruh parameter diklasifikasikan ke dalam tingkat kerentanan tertentu, kemudian diberikan bobot menggunakan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) dan diintegrasikan melalui proses *overlay* berbobot (*Weighted Overlay*) untuk menghasilkan peta potensi genangan.

1. Klasifikasi Parameter

Tahap klasifikasi dilakukan untuk mengubah nilai kontinu setiap parameter menjadi kelas kerentanan yang seragam sehingga dapat digunakan dalam proses pembobotan dan *overlay*. Klasifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik hidrologi dan pengaruh masing-masing parameter terhadap pembentukan genangan.

Pada parameter elevasi, area dengan elevasi lebih rendah diberikan skor kerentanan lebih tinggi karena berpotensi menjadi lokasi akumulasi limpasan permukaan. Sebaliknya, area dengan elevasi tinggi diberikan skor lebih rendah. Untuk parameter *slope*, daerah dengan kemiringan rendah memiliki potensi genangan yang lebih besar dibandingkan daerah yang curam karena proses pengaliran air berlangsung lebih lambat. Parameter *flow accumulation* diklasifikasikan berdasarkan tingkat konsentrasi aliran permukaan. Semakin tinggi nilai *flow accumulation*, semakin besar potensi suatu

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

lokasi menerima limpasan dari area sekitarnya sehingga skor kerentanan yang diberikan semakin tinggi. Pada parameter *urban depression*, area yang teridentifikasi sebagai cekungan mikro memperoleh skor tertinggi karena berfungsi sebagai lokasi penyimpanan sementara limpasan permukaan.

Skor kerentanan diberikan dalam rentang 1–5, dengan nilai 1 menunjukkan kerentanan sangat rendah dan nilai 5 menunjukkan kerentanan sangat tinggi. Klasifikasi parameter elevasi, *flow accumulation*, dan *Urban depression* dilakukan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* berdasarkan distribusi nilai raster hasil ekstraksi DEM UAV.

Tabel 4. Klasifikasi Parameter Mikro-Topografi

Parameter	Kelas	Skor
Elevasi	Sangat Tinggi	1
	Tinggi	2
	Sedang	3
	Rendah	4
	Sangat Rendah	5
Slope (%)	> 45 %	1
	25 - 45 %	2
	15 - 25 %	3
	8 - 15 %	4
	0 - 8 %	5
Flow accumulation	Sangat Rendah	1
	Rendah	2
	Sedang	3
	Tinggi	4
	Sangat Tinggi	5
Urban depression	Tidak ada depresi	1
	Depresi dangkal	3
	Depresi dalam	5

2. Pembobotan MCDM

Setelah seluruh parameter diklasifikasikan, tahap berikutnya adalah menentukan tingkat kepentingan relatif masing-masing parameter menggunakan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). Metode ini digunakan karena potensi genangan merupakan fenomena yang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi.

Pembobotan dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh setiap parameter terhadap proses pembentukan genangan berdasarkan kajian literatur dan karakteristik wilayah penelitian. Parameter yang memiliki pengaruh lebih besar terhadap akumulasi limpasan permukaan diberikan bobot yang lebih tinggi dibandingkan parameter pendukung.

Dalam penelitian ini, parameter elevasi, *flow accumulation*, dan *Urban depression* diasumsikan memiliki kontribusi dominan karena secara langsung mengontrol lokasi akumulasi air. Sementara itu, parameter *slope* berperan sebagai faktor pengontrol tambahan.

Tabel 5. Bobot Parameter Mikro-Topografi

Parameter	Bobot (%)
Elevasi	20
Slope	15
Flow accumulation	30
Urban depression	35

3. *Weighted Overlay*

Tahap akhir analisis dilakukan melalui proses *Weighted Overlay* pada lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG). Seluruh parameter yang telah diklasifikasikan dan diberikan bobot diintegrasikan untuk menghasilkan nilai indeks potensi genangan.

Indeks kerentanan dihitung menggunakan Persamaan:

$$N = \Sigma Bi \times Si$$

di mana:
N = Total bobot nilai
Bi = Bobot setiap parameter
Si = Skor setiap parameter

Validasi Model

Validasi model Indeks Potensi Genangan dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil pemodelan berbasis karakteristik mikro-topografi dan kondisi genangan aktual pada wilayah penelitian. Validasi dilakukan dengan membandingkan lokasi genangan aktual dengan wilayah yang diprediksi memiliki potensi genangan tinggi. Pendekatan perbandingan antara hasil pemodelan dan kondisi genangan teramati dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam merepresentasikan distribusi genangan di wilayah penelitian (Eilander et al., 2023; Masafu & Williams, 2024).

Tahap validasi diawali melalui koordinasi dengan Kelurahan Korpri Jaya, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung, untuk memperoleh informasi mengenai lokasi yang berpotensi mengalami genangan pada saat hujan. Informasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menentukan lokasi pengamatan. Pengamatan lapangan dilakukan pada lokasi yang teridentifikasi mengalami genangan untuk memperoleh koordinat geografis setiap titik genangan. Koordinat hasil pengamatan kemudian diolah menjadi data spasial dalam format Shapefile (SHP) dengan geometri titik (*point*) sebagai representasi lokasi genangan aktual. Data titik genangan aktual selanjutnya *overlay* dengan peta IPG yang telah diagregasi menjadi dua kelas, yaitu Potensi Rendah dan Potensi Tinggi. Setiap titik genangan aktual diidentifikasi berdasarkan kelas IPG pada lokasi tersebut. Titik genangan yang berada pada kelas Potensi Tinggi dikategorikan sebagai hit, sedangkan titik genangan yang berada pada kelas Potensi Rendah dikategorikan sebagai miss. Pendekatan tersebut digunakan untuk mengetahui proporsi lokasi genangan aktual yang berhasil diidentifikasi oleh model (Eilander et al., 2023; Masafu & Williams, 2024).

Kinerja model dievaluasi menggunakan *Spatial Agreement* (*Hit Rate*). *Hit Rate* merupakan ukuran yang menunjukkan proporsi lokasi genangan aktual yang berhasil diidentifikasi oleh model sebagai wilayah dengan potensi genangan tinggi. Penggunaan ukuran tersebut memungkinkan evaluasi difokuskan pada kemampuan model dalam menangkap lokasi genangan yang teramati (Masafu & Williams, 2024). Semakin tinggi nilai *Hit Rate*, semakin besar proporsi lokasi genangan aktual yang berhasil direpresentasikan oleh model. Nilai *Hit Rate* dihitung menggunakan Persamaan:

$$HR = \frac{N_{hit}}{N_{GA}} X\ 100\%$$

dengan:
HR = *Spatial Agreement* (*Hit Rate*) (%);
N_{hit} = Jumlah titik genangan actual yang berada pada kelas Potensi Tinggi;
N_{GA} = Jumlah keseluruhan titik genangan aktual

Dalam penelitian ini, *Spatial Agreement* (*Hit Rate*) digunakan sebagai indikator kesesuaian spasial untuk mengevaluasi kemampuan model dalam mengidentifikasi lokasi genangan aktual. Ukuran tersebut tidak digunakan sebagai ukuran akurasi klasifikasi secara keseluruhan karena data validasi yang digunakan hanya mencakup lokasi yang teridentifikasi mengalami genangan dan tidak mencakup lokasi yang dipastikan tidak mengalami genangan. Dengan demikian, evaluasi difokuskan pada kemampuan model dalam menangkap kejadian genangan aktual berdasarkan kesesuaian lokasi antara titik pengamatan dan kelas Potensi Tinggi pada peta Indeks Potensi Genangan.

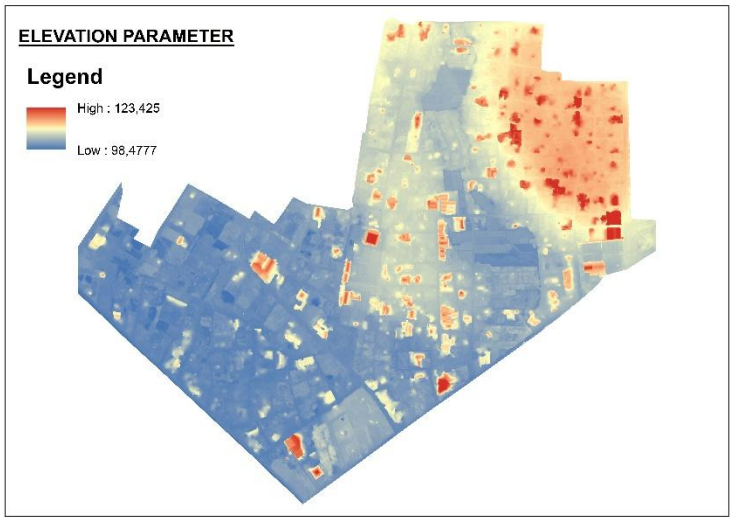
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mikro-Topografi Kawasan Permukiman

Karakteristik mikro-topografi kawasan permukiman mengGambarkan variasi bentuk dan ketinggian permukaan tanah pada skala lokal yang memengaruhi pola pergerakan dan akumulasi air. Elevasi menunjukkan perbedaan tinggi-rendah permukaan yang menentukan lokasi potensial genangan. *Slope* mengGambarkan tingkat kemiringan permukaan yang memengaruhi kecepatan aliran air. *Flow accumulation* menunjukkan lokasi yang menerima akumulasi aliran dari area sekitarnya. Sementara itu, *Urban depression* mengidentifikasi cekungan atau bagian permukaan yang lebih rendah dan berpotensi menahan air. Keempat parameter tersebut menjadi indikator penting dalam pemodelan mikro-topografi kawasan permukiman.

Elevasi



Gambar 3. *Elevation Parameter*

Berdasarkan peta parameter elevasi, kawasan penelitian memiliki rentang ketinggian sekitar 98,4777–123,425 m. Distribusi elevasi menunjukkan variasi topografi yang cukup jelas, dengan wilayah berketinggian relatif rendah ditunjukkan oleh warna biru, sedangkan elevasi lebih tinggi ditunjukkan oleh warna merah. Area bagian barat dan barat daya cenderung didominasi elevasi rendah, sementara bagian utara dan timur menunjukkan elevasi yang relatif lebih tinggi. Variasi elevasi tersebut berpengaruh terhadap pola aliran permukaan, karena area dengan elevasi rendah berpotensi menjadi lokasi berkumpulnya aliran dari daerah yang lebih tinggi. Oleh karena itu, parameter elevasi penting dalam menentukan potensi akumulasi genangan pada kawasan permukiman.

Slope

Berdasarkan peta parameter *slope*, kawasan penelitian memiliki variasi kemiringan lereng. Namun, secara visual hampir seluruh kawasan didominasi oleh warna merah yang menunjukkan nilai *slope* relatif rendah hingga sedang, sehingga kawasan penelitian secara umum memiliki permukaan yang relatif datar. Kondisi ini karakteristik kawasan permukiman perkotaan dan memiliki implikasi terhadap proses limpasan permukaan. Pada area dengan kemiringan rendah, air cenderung bergerak lebih lambat sehingga berpotensi mengalami akumulasi, terutama pada lokasi yang memiliki elevasi rendah atau depresi permukaan. Oleh karena itu, parameter *slope* digunakan untuk mengidentifikasi kontribusi kemiringan permukaan terhadap potensi genangan.

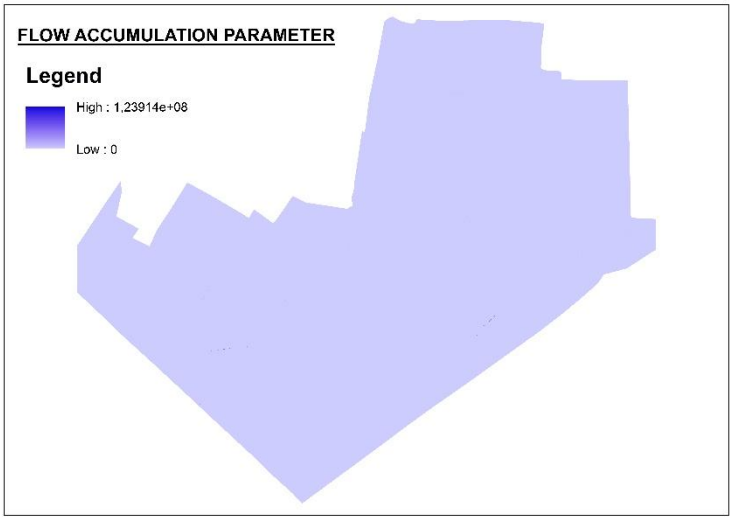
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 4. *Slope Parameter*

Flow accumulation

Secara visual, sebagian besar area tampak memiliki nilai akumulasi yang relatif rendah, sedangkan nilai yang lebih tinggi terkonsentrasi pada jalur-jalur aliran tertentu. Nilai *flow accumulation* yang tinggi menunjukkan lokasi yang menerima kontribusi aliran dari area hulu yang lebih luas sehingga berpotensi menjadi jalur konsentrasi air. Sebaliknya, nilai rendah menunjukkan area dengan kontribusi aliran yang lebih kecil. Parameter ini penting dalam analisis potensi genangan karena dapat membantu mengidentifikasi lokasi yang cenderung menjadi tempat terkonsentrasinya aliran permukaan.



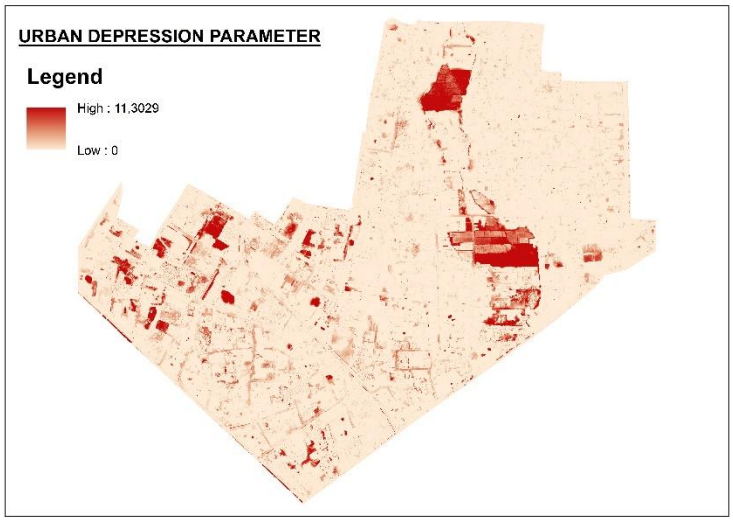
Gambar 5. *Flow accumulation Parameter*

Urban depression

Berdasarkan peta *urban depression*, kawasan penelitian memiliki nilai depresi permukaan antara 0 hingga 11,3029. Secara spasial, sebagian besar wilayah menunjukkan nilai depresi yang rendah, sedangkan konsentrasi depresi yang lebih tinggi terlihat pada beberapa bagian kawasan, terutama di bagian utara, tengah, dan barat daya. Area dengan nilai *Urban depression* yang tinggi menunjukkan adanya cekungan atau bagian permukaan yang relatif lebih rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya, sehingga berpotensi menahan dan mengakumulasi air. Kondisi tersebut menjadikan *Urban depression* sebagai parameter penting dalam analisis mikro-topografi, khususnya pada kawasan permukiman yang

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

relatif datar, karena keberadaan cekungan lokal dapat meningkatkan potensi terbentuknya genangan meskipun kemiringan permukaan relatif rendah.



Gambar 6. *Urban depression Parameter*

Pengaruh Parameter Mikro-Topografi terhadap Pola Genangan

Analisis hubungan parameter mikro-topografi dengan lokasi genangan aktual dilakukan untuk mengetahui keterkaitan karakteristik permukaan lahan dengan pola terbentuknya genangan pada kawasan permukiman. Dalam penelitian ini, karakteristik mikro-topografi direpresentasikan oleh empat parameter, yaitu elevasi, kemiringan lereng (*slope*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), dan depresi permukaan perkotaan (*urban depression*). Keempat parameter tersebut memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam mengGambarkan kondisi permukaan, arah pergerakan air, serta kecenderungan terjadinya akumulasi air pada skala lokal.

Parameter elevasi berperan dalam menentukan posisi relatif suatu lokasi terhadap wilayah di sekitarnya. Area dengan elevasi yang lebih rendah secara geomorfologis memiliki kecenderungan menerima aliran dari wilayah dengan elevasi yang lebih tinggi. Pada kawasan permukiman dengan relief yang relatif datar, perbedaan elevasi yang kecil dapat tetap memengaruhi arah aliran permukaan dan menentukan lokasi berkumpulnya air. Oleh karena itu, area dengan elevasi rendah menjadi salah satu indikasi awal lokasi yang memiliki potensi lebih tinggi untuk mengalami genangan.

Parameter kemiringan lereng (*slope*) berkaitan dengan kemampuan permukaan dalam mengalirkan air. Permukaan dengan kemiringan rendah cenderung memiliki kecepatan aliran permukaan yang lebih kecil sehingga waktu tinggal air di permukaan dapat menjadi lebih lama. Sebaliknya, permukaan dengan kemiringan yang lebih besar memungkinkan air bergerak menuju bagian yang lebih rendah dengan lebih cepat. Dalam konteks kawasan permukiman yang relatif datar, kombinasi antara elevasi rendah dan kemiringan rendah dapat meningkatkan kecenderungan terjadinya akumulasi air, khususnya apabila kapasitas drainase tidak mampu mengalirkan limpasan secara optimal.

Selanjutnya, parameter akumulasi aliran (*flow accumulation*) digunakan untuk mengGambarkan pola konsentrasi aliran permukaan berdasarkan kontribusi wilayah hulu. Nilai *flow accumulation* yang tinggi menunjukkan lokasi yang menerima kontribusi aliran dari wilayah yang lebih luas. Lokasi tersebut berpotensi menjadi jalur konsentrasi aliran dan, apabila berada pada area dengan elevasi serta kemiringan yang rendah, dapat meningkatkan peluang terjadinya akumulasi air. Dengan demikian, parameter *flow accumulation* memberikan informasi mengenai kecenderungan air berkumpul yang tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan kondisi elevasi dan kemiringan permukaan.

Parameter depresi permukaan perkotaan (*urban depression*) digunakan untuk mengidentifikasi bagian permukaan yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan area di sekitarnya dan memiliki kecenderungan untuk menahan air. Parameter ini memiliki arti penting dalam analisis genangan pada kawasan perkotaan karena keberadaan cekungan lokal dapat menyebabkan air terakumulasi meskipun

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

kondisi topografi secara umum relatif datar. Semakin besar karakteristik depresi suatu lokasi, semakin besar pula kecenderungan lokasi tersebut menjadi tempat penampungan air permukaan, terutama ketika terdapat kontribusi aliran dari wilayah sekitarnya.

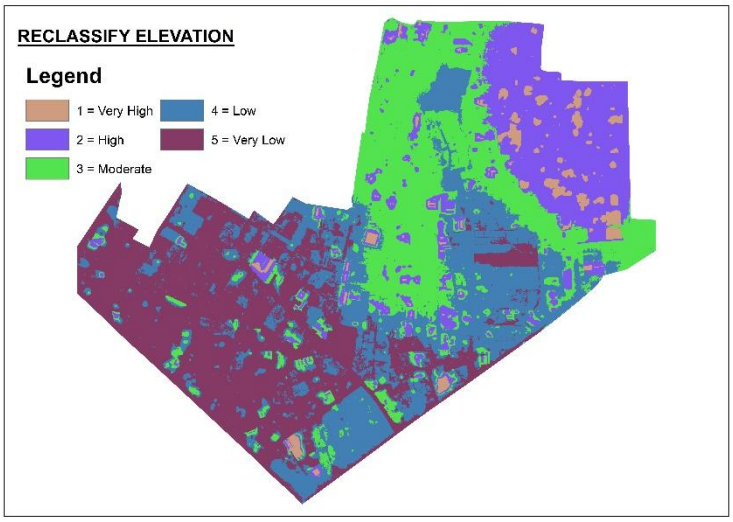
Hubungan antara keempat parameter tersebut kemudian dianalisis dengan membandingkannya terhadap lokasi genangan aktual. Data genangan aktual berfungsi sebagai referensi untuk mengevaluasi kesesuaian antara karakteristik mikro-topografi yang dihasilkan dari pemodelan dengan kondisi genangan yang terjadi di lapangan. Lokasi yang memiliki kombinasi elevasi relatif rendah, kemiringan rendah, nilai *flow accumulation* tinggi, dan karakteristik *Urban depression* yang tinggi secara teoritis memiliki kecenderungan lebih besar untuk mengalami genangan. Oleh sebab itu, kesesuaian spasial antara kombinasi parameter tersebut dan lokasi genangan aktual dapat menjadi indikator awal kemampuan model dalam merepresentasikan pola genangan.

Secara konseptual, proses terbentuknya genangan pada kawasan penelitian dapat dipahami melalui keterkaitan antarkomponen mikro-topografi. Elevasi dan kemiringan menentukan kondisi relatif permukaan serta kecenderungan arah pergerakan air, sedangkan *flow accumulation* mengGambarkan konsentrasi aliran yang menuju suatu lokasi. Selanjutnya, *Urban depression* menunjukkan kemampuan suatu bagian permukaan untuk menahan air. Interaksi keempat parameter tersebut dapat menghasilkan kondisi yang mendukung terbentuknya genangan, terutama pada area permukiman dengan kondisi topografi yang relatif datar.

Berdasarkan hubungan tersebut, keempat parameter selanjutnya diintegrasikan menggunakan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui pemberian skor dan bobot. Pemberian skor dilakukan berdasarkan tingkat kontribusi masing-masing parameter terhadap potensi terbentuknya genangan, sedangkan pembobotan digunakan untuk merepresentasikan tingkat kepentingan relatif setiap parameter. Hasil integrasi menghasilkan Indeks Potensi Genangan yang digunakan untuk mengidentifikasi distribusi spasial tingkat potensi genangan pada kawasan penelitian. Selanjutnya, kesesuaian antara kelas indeks potensi genangan dengan lokasi genangan aktual digunakan untuk menilai keterandalan pendekatan mikro-topografi berbasis UAV dalam mengidentifikasi pola genangan pada kawasan permukiman.

Klasifikasi Parameter Mikro-Topografi

Elevasi



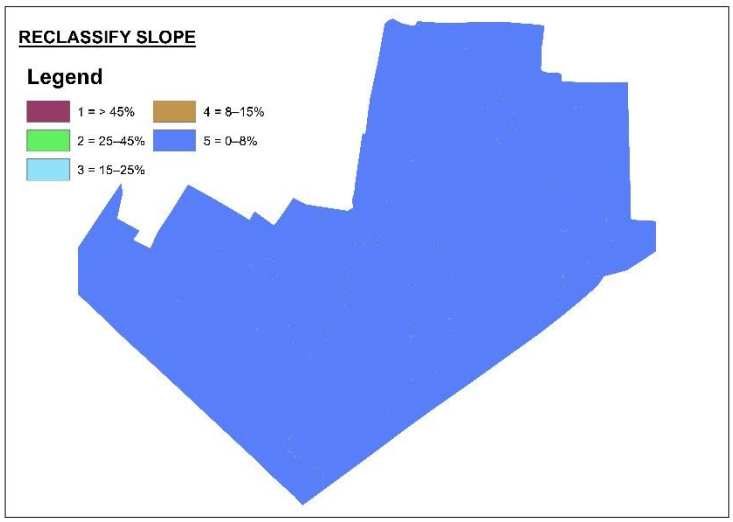
Gambar 7. *Reclassify Elevation*

Berdasarkan hasil reklasifikasi parameter elevasi, wilayah penelitian diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu sangat tinggi (skor 1), tinggi (skor 2), sedang (skor 3), rendah (skor 4), dan sangat rendah (skor 5). Secara spasial, kelas sangat rendah (skor 5) mendominasi bagian barat hingga barat daya

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

wilayah penelitian, sedangkan kelas sedang (skor 3) dan rendah (skor 4) tersebar terutama pada bagian tengah hingga timur. Sementara itu, kelas sangat tinggi (skor 1) dan tinggi (skor 2) memiliki persebaran yang relatif terbatas dan cenderung membentuk pola lokal. Distribusi tersebut menunjukkan adanya variasi elevasi pada skala mikro di kawasan permukiman. Dalam analisis potensi genangan, kelas elevasi sangat rendah diberikan skor tertinggi karena secara relatif memiliki kecenderungan lebih besar untuk menerima dan menampung aliran dari wilayah di sekitarnya. Kondisi ini menjadikan elevasi sebagai salah satu parameter penting dalam mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami akumulasi air.

Slope



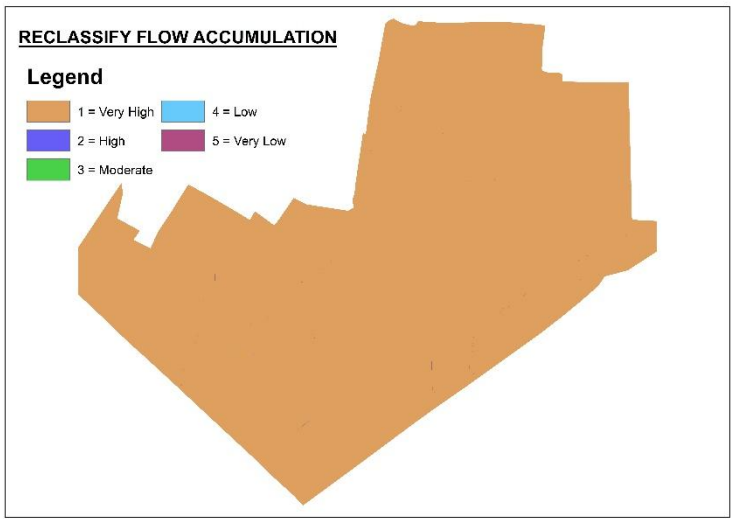
Gambar 8. *Reclassify Slope*

Berdasarkan hasil reklasifikasi parameter kemiringan lereng (*slope*), wilayah penelitian diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu >45%, 25–45%, 15–25%, 8–15%, dan 0–8%, dengan skor masing-masing berturut-turut 1 hingga 5. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah penelitian didominasi oleh kelas 0–8% (skor 5). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kawasan penelitian secara umum memiliki karakteristik permukaan yang relatif datar dengan variasi kemiringan yang rendah. Kelas dengan kemiringan lebih tinggi hanya ditemukan pada bagian tertentu dan memiliki cakupan spasial yang relatif terbatas. Kondisi topografi yang relatif datar dapat mengurangi kecepatan aliran permukaan sehingga air berpotensi bertahan lebih lama di permukaan. Oleh karena itu, kemiringan lereng tetap menjadi parameter penting dalam analisis potensi genangan, terutama ketika berinteraksi dengan elevasi, *flow accumulation*, dan *urban depression*.

Flow accumulation

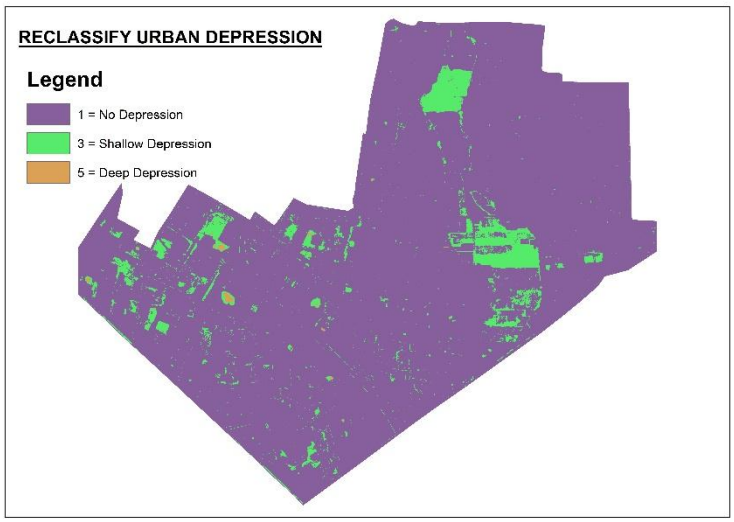
Berdasarkan hasil reklasifikasi parameter *flow accumulation*, wilayah penelitian diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu sangat tinggi (skor 1), tinggi (skor 2), sedang (skor 3), rendah (skor 4), dan sangat rendah (skor 5). Namun, secara spasial, hasil reklasifikasi menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah penelitian didominasi oleh kelas sangat tinggi (skor 1). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa distribusi nilai *flow accumulation* pada wilayah penelitian memiliki konsentrasi yang sangat tinggi pada kelas yang ditetapkan. Pola yang relatif seragam menyebabkan perbedaan spasial antarkelas *flow accumulation* tidak terlihat secara jelas. Oleh karena itu, parameter ini perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil indeks potensi genangan, karena dominasi satu kelas dapat mengurangi kemampuan parameter dalam membedakan tingkat kontribusi akumulasi aliran antarlokasi.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 9. *Reclassify Flow accumulation*

Urban depression



Gambar 10. *Reclassify Urban depression*

Berdasarkan hasil reklasifikasi parameter *urban depression*, wilayah penelitian diklasifikasikan ke dalam tiga kelas, yaitu tidak terdapat depresi (skor 1), depresi dangkal (skor 3), dan depresi dalam (skor 5). Secara spasial, sebagian besar wilayah penelitian didominasi oleh kelas tidak terdapat depresi (skor 1). Sementara itu, kelas depresi dangkal (skor 3) tersebar pada beberapa bagian wilayah, terutama pada bagian utara, tengah, dan barat daya. Kelas depresi dalam (skor 5) tidak tampak dominan secara visual dan hanya terdapat pada lokasi tertentu. Pola tersebut menunjukkan bahwa cekungan permukaan tidak tersebar secara merata, tetapi terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu. Keberadaan depresi permukaan menjadi penting dalam analisis potensi genangan karena dapat berfungsi sebagai tempat penampungan air, terutama ketika berada pada area dengan elevasi rendah dan menerima kontribusi aliran permukaan yang tinggi.

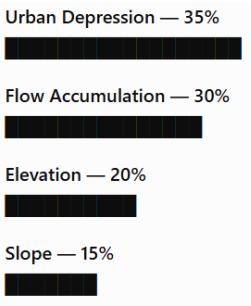
Pemodelan Potensi Genangan Berbasis *Urban depression Analysis*

Pembobotan

Berdasarkan karakteristik dan hubungan masing-masing parameter mikro-topografi terhadap pola genangan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, tahap selanjutnya dilakukan pembobotan untuk

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

menentukan kontribusi relatif setiap parameter dalam pembentukan Indeks Potensi Genangan. Pembobotan merupakan bagian dari pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang digunakan untuk mengintegrasikan beberapa parameter dengan tingkat kepentingan yang berbeda ke dalam satu model spasial.



Gambar 11. *Distribusi Bobot Parameter dalam Pemodelan Indeks Potensi Genangan*

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa *Urban depression* memperoleh bobot tertinggi, yaitu 35%, diikuti *flow accumulation* sebesar 30%, elevasi sebesar 20%, dan *slope* sebesar 15%. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa model memberikan tingkat kepentingan relatif lebih besar terhadap parameter yang berkaitan dengan penampungan dan konsentrasi air.

Bobot tertinggi pada *Urban depression* didasarkan pada perannya dalam mengidentifikasi cekungan lokal yang berpotensi menahan air. Kondisi tersebut menjadi penting pada kawasan permukiman dengan topografi relatif datar karena perbedaan elevasi dalam skala mikro dapat menentukan lokasi akumulasi air. Sementara itu, *flow accumulation* berperan dalam mengGambarkan konsentrasi aliran permukaan dari wilayah di sekitarnya. Nilai yang tinggi menunjukkan adanya kontribusi aliran yang lebih besar menuju suatu lokasi sehingga dapat meningkatkan potensi akumulasi air.

Elevasi dan *slope* masing-masing memperoleh bobot 20% dan 15% serta berfungsi sebagai faktor pendukung dalam mengGambarkan posisi relatif dan kecenderungan pergerakan air. Secara keseluruhan, *Urban depression* dan *flow accumulation* memberikan kontribusi kumulatif sebesar 65%, sedangkan elevasi dan *slope* sebesar 35%. Meskipun demikian, tidak ada satu parameter yang secara tunggal menentukan potensi genangan karena nilai indeks merupakan hasil integrasi seluruh parameter. Hasil pembobotan selanjutnya digunakan dalam proses *overlay* untuk menghasilkan Indeks Potensi Genangan secara spasial.

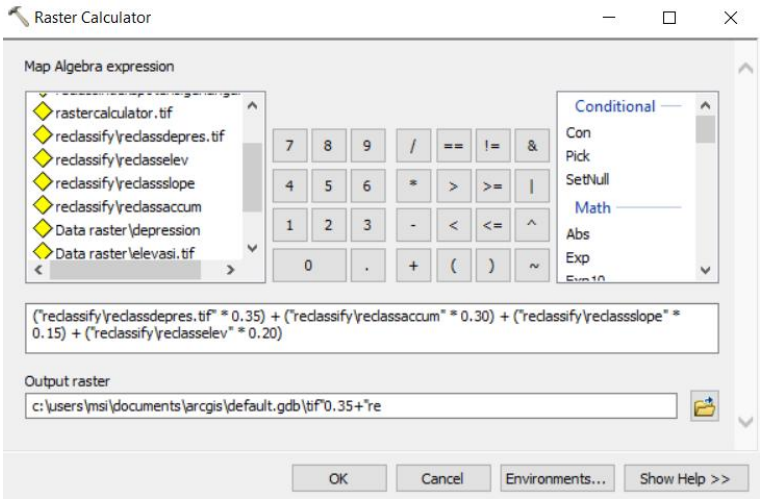
Overlay

Proses *overlay* merupakan tahap integrasi seluruh parameter mikro-topografi yang telah melalui proses reklasifikasi dan pembobotan. Parameter yang diintegrasikan meliputi elevasi, kemiringan lereng (*slope*), akumulasi aliran (*flow accumulation*), dan depresi permukaan perkotaan (*urban depression*). Integrasi dilakukan secara spasial menggunakan *Raster Calculator* pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Setiap parameter diintegrasikan berdasarkan skor dan bobot yang telah ditetapkan pada tahap metodologi sehingga menghasilkan nilai indeks pada setiap sel raster.

Berdasarkan Gambar 12, proses integrasi dilakukan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara skor masing-masing parameter dan bobotnya. Parameter *Urban depression* memiliki bobot sebesar 0,35, *flow accumulation* sebesar 0,30, elevasi sebesar 0,20, dan *slope* sebesar 0,15. Hasil pengolahan tersebut menghasilkan nilai indeks yang merepresentasikan kontribusi kumulatif karakteristik mikro-topografi terhadap kecenderungan terjadinya akumulasi air pada setiap lokasi penelitian.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks hasil *overlay* berada pada rentang 1,00–4,30, dengan nilai rata-rata sebesar 2,176 dan simpangan baku sebesar 0,323. Rentang nilai tersebut menunjukkan adanya variasi spasial karakteristik mikro-topografi pada kawasan penelitian sebagai hasil integrasi keempat parameter. Perbedaan nilai indeks dipengaruhi oleh kombinasi skor elevasi, *slope*, *flow accumulation*, dan *Urban depression* pada setiap sel raster.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 12. *Integrasi Parameter Mikro-Topografi Menggunakan Raster Calculator*

Statistics	
Band_1	
Build Parameters	skipped columns:1, rows:1, ignored value(s):
Min	1
Max	4,3000001907349
Mean	2,1755249871035
Std dev.	0,32276443588878
Classes	0

Gambar 13. *Statistik Hasil Overlay*

Nilai minimum sebesar 1,00 menunjukkan lokasi dengan kombinasi karakteristik mikro-topografi yang relatif kurang mendukung terjadinya akumulasi air. Sebaliknya, nilai maksimum sebesar 4,30 menunjukkan lokasi dengan kombinasi karakteristik yang relatif lebih mendukung terjadinya akumulasi air. Nilai rata-rata sebesar 2,176 mengGambarkan kecenderungan umum nilai indeks pada kawasan penelitian, sedangkan simpangan baku sebesar 0,323 menunjukkan tingkat variasi nilai indeks terhadap nilai rata-ratanya.

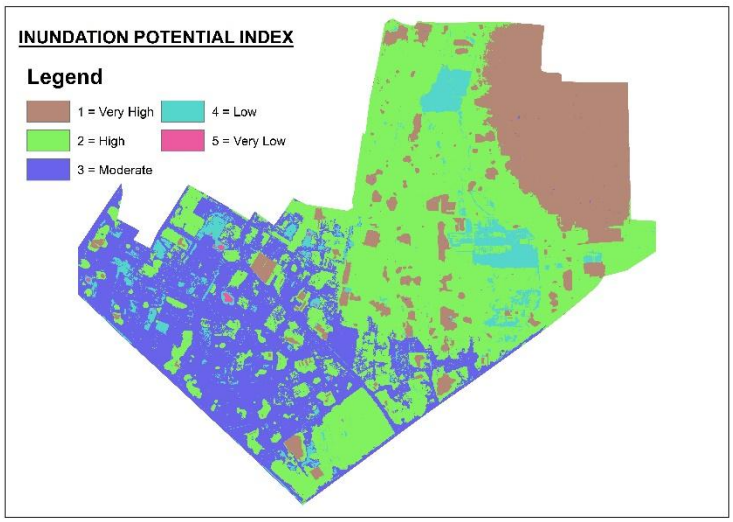
Nilai hasil *overlay* pada tahap ini masih berupa indeks kontinu dan belum merepresentasikan tingkat potensi genangan dalam bentuk kelas. Oleh karena itu, nilai indeks selanjutnya diklasifikasikan menjadi beberapa kelas Indeks Potensi Genangan untuk mempermudah interpretasi tingkat potensi genangan dan distribusi spasialnya. Hasil klasifikasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menganalisis pola spasial potensi genangan pada kawasan penelitian.

Indeks Potensi Genangan

Hasil proses *overlay* menghasilkan nilai indeks kontinu dengan rentang 1,00–4,30. Nilai tersebut selanjutnya diklasifikasikan menjadi Indeks Potensi Genangan untuk merepresentasikan tingkat kecenderungan suatu lokasi mengalami akumulasi air berdasarkan karakteristik mikro-topografinya. Klasifikasi dilakukan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* dengan mempertimbangkan distribusi nilai indeks pada wilayah penelitian. Metode tersebut digunakan untuk membentuk kelompok nilai yang memiliki karakteristik relatif serupa dan memaksimalkan perbedaan antarkelas.

Hasil klasifikasi menghasilkan lima kelas IPG, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Kelima kelas tersebut merepresentasikan tingkat kecenderungan yang berbeda terhadap terjadinya akumulasi air. Semakin tinggi nilai IPG, semakin besar kecenderungan karakteristik mikro-topografi suatu lokasi dalam mendukung akumulasi air. Sebaliknya, nilai IPG yang lebih rendah menunjukkan kondisi permukaan yang relatif kurang mendukung terjadinya akumulasi air.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 14. *Peta Indeks Potensi Genangan Berdasarkan Lima Kelas*

Secara spasial, hasil klasifikasi menunjukkan adanya variasi tingkat potensi genangan pada kawasan penelitian. Wilayah yang termasuk dalam kelas tinggi dan sangat tinggi menunjukkan kombinasi karakteristik mikro-topografi yang relatif lebih mendukung terjadinya akumulasi air. Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan elevasi yang relatif rendah, kemiringan permukaan yang landai, nilai *flow accumulation* yang tinggi, serta keberadaan *urban depression*. Sebaliknya, wilayah dengan kelas sangat rendah hingga sedang menunjukkan karakteristik mikro-topografi yang relatif kurang mendukungakumulasi air.

Untuk memperoleh interpretasi yang lebih sederhana dan memperjelas perbedaan tingkat potensi genangan, kelima kelas Indeks Potensi Genangan selanjutnya diagregasikan menjadi dua kelas, yaitu Potensi Rendah dan Potensi Tinggi. Kelas Potensi Rendah merupakan gabungan dari kelas sangat rendah dan sangat rendah. Sementara itu, kelas Potensi Tinggi merupakan gabungan dari kelas sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 6. *Agregasi Kelas Indeks Potensi Genangan*

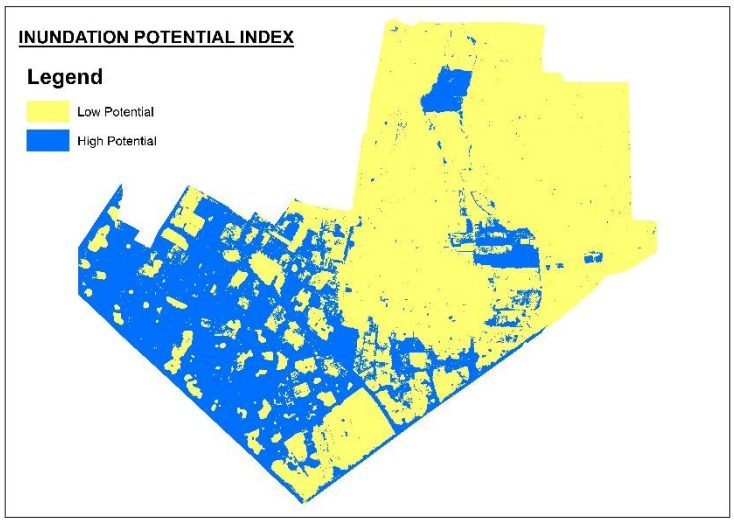
Kelas IPG Awal	Kelas Agregasi	Interpretasi
Sangat Rendah	Potensi Rendah	Kondisi relatif kurang mendukung akumulasi air
Rendah	Potensi Rendah	Potensi akumulasi air relatif rendah
Sedang	Potensi Tinggi	Kondisi cukup mendukung akumulasi air dan berpotensi menjadi lokasi genangan
Tinggi	Potensi Tinggi	Potensi akumulasi air relatif tinggi
Sangat Tinggi	Potensi Tinggi	Kondisi sangat mendukung akumulasi air

Pengelompokan kelas sedang ke dalam kategori Potensi Tinggi didasarkan pada pertimbangan bahwa potensi genangan pada kawasan permukiman tidak semata-mata ditentukan oleh kondisi topografi yang ekstrem, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan terbangun yang dapat memengaruhi pola aliran dan akumulasi air permukaan. Berdasarkan interpretasi citra satelit, kelas IPG sedang mencakup kawasan permukiman, jaringan jalan, dan area dengan keberadaan jaringan drainase. Keberadaan unsur-unsur tersebut menunjukkan adanya modifikasi permukaan lahan yang dapat memengaruhi arah, konsentrasi, dan distribusi aliran permukaan.

Pada kawasan permukiman, permukaan terbangun, seperti bangunan dan jalan, dapat mengurangi kemampuan infiltrasi serta mengarahkan limpasan permukaan menuju lokasi yang memiliki elevasi

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

relatif lebih rendah. Sementara itu, jaringan drainase berfungsi mengalirkan limpasan permukaan, tetapi efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi, kapasitas, dan keterhubungan jaringan tersebut. Dengan demikian, wilayah yang termasuk dalam kelas Indeks Potensi Genangan sedang tetap memiliki kecenderungan mengalami genangan apabila terdapat akumulasi aliran dan kondisi permukaan yang membatasi pengaliran air. Pertimbangan tersebut menjadi dasar dalam mengelompokkan kelas IPG sedang ke dalam kategori Potensi Tinggi.



Gambar 15. Peta Indeks Potensi Genangan Berdasarkan Dua Kelas Potensi

Hasil agregasi menghasilkan dua kelas utama, yaitu Potensi Rendah dan Potensi Tinggi. Kelas Potensi Rendah merepresentasikan wilayah dengan karakteristik mikro-topografi yang relatif kurang mendukung terjadinya akumulasi air, sedangkan kelas Potensi Tinggi menunjukkan wilayah dengan karakteristik yang relatif lebih mendukung terjadinya akumulasi air. Dengan demikian, kelas Potensi Tinggi tidak hanya mencakup wilayah dengan nilai IPG tinggi dan sangat tinggi, tetapi juga wilayah dengan nilai IPG sedang yang berada pada lingkungan terbangun dan memiliki karakteristik yang dapat memengaruhi pola aliran serta akumulasi air permukaan.

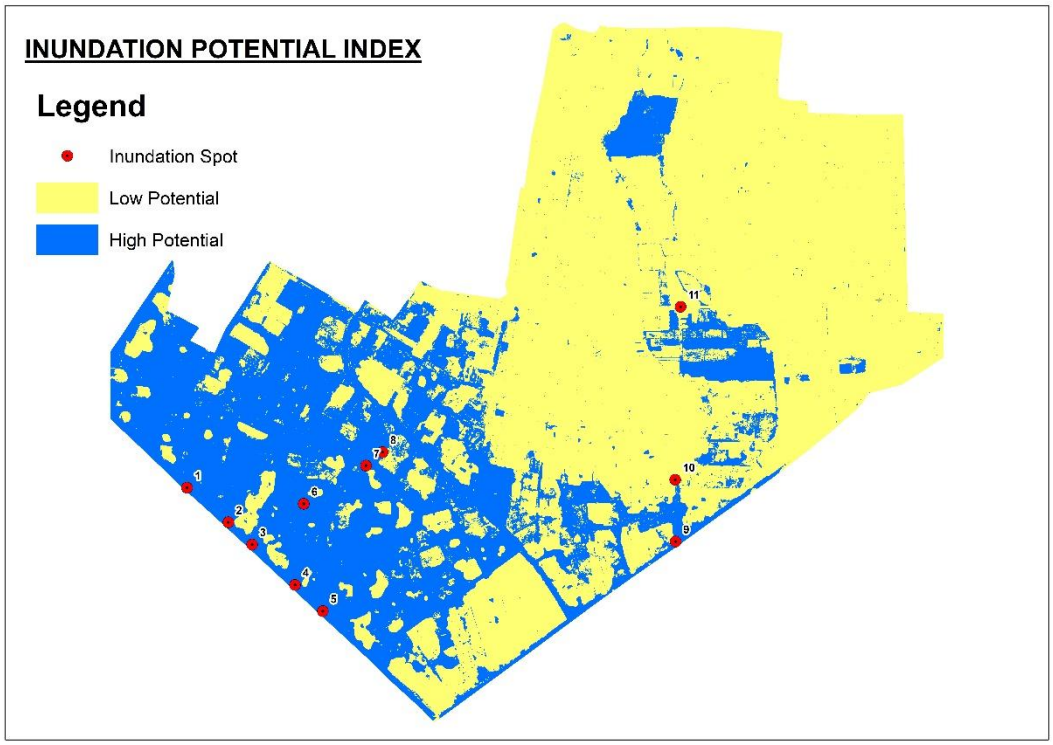
Secara konseptual, kelas Potensi Tinggi menunjukkan wilayah yang memiliki kecenderungan relatif lebih besar untuk mengalami akumulasi air sehingga berpotensi menjadi lokasi genangan. Namun, klasifikasi tersebut tidak menunjukkan bahwa seluruh wilayah Potensi Tinggi mengalami genangan aktual. Hasil IPG merupakan representasi potensi genangan yang diturunkan berdasarkan karakteristik mikro-topografi dan kondisi spasial kawasan penelitian. Oleh karena itu, kesesuaian hasil pemodelan perlu dievaluasi melalui perbandingan dengan lokasi genangan aktual.

Hasil agregasi dua kelas tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam validasi model Indeks Potensi Genangan. Validasi dilakukan melalui analisis kesesuaian spasial antara wilayah yang diklasifikasikan sebagai Potensi Tinggi dan lokasi genangan aktual. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui sejauh mana model berbasis karakteristik mikro-topografi mampu merepresentasikan lokasi yang memiliki kecenderungan mengalami genangan.

Validasi Model Kerentanan

Validasi model Indeks Potensi Genangan (IPG) dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan terhadap kondisi genangan aktual yang diperoleh melalui survei lapangan. Survei menghasilkan 11 titik lokasi genangan aktual yang selanjutnya diplot berdasarkan koordinat hasil pengukuran. Titik-titik tersebut kemudian ditumpangsusunkan dengan peta IPG untuk mengidentifikasi kesesuaian antara lokasi genangan aktual dan wilayah yang diklasifikasikan sebagai Potensi Tinggi.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366



Gambar 16. *Titik Genangan Air berdasarkan Survei Validasi*

Gambar diatas menunjukkan bahwa 9 dari 11 titik genangan aktual berada pada wilayah yang diklasifikasikan sebagai Potensi Tinggi, sedangkan 2 titik berada di luar wilayah tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi genangan aktual dapat direpresentasikan oleh model IPG berbasis karakteristik mikro-topografi.

Tabel 7. *Kategori Validasi*

Kategori Hasil Validasi	Jumlah Titik	Persentase
Hit	9	81,82%
Miss	2	18,18%
Total	**11**	**100%**

Tingkat kesesuaian spasial dihitung menggunakan *Spatial Agreement* (*Hit Rate*) sebagai perbandingan antara jumlah titik genangan aktual yang berada pada kelas Potensi Tinggi dan jumlah keseluruhan titik genangan aktual. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh *Hit Rate* sebesar 81,82%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model IPG mampu merepresentasikan 9 dari 11 titik genangan aktual ke dalam wilayah Potensi Tinggi. Dengan demikian, model memiliki tingkat kesesuaian spasial yang relatif tinggi dalam mengidentifikasi lokasi yang terindikasi mengalami genangan berdasarkan karakteristik mikro-topografi.

Sementara itu, terdapat 2 titik genangan aktual atau 18,18% yang berada di luar wilayah Potensi Tinggi. Ketidaksesuaian tersebut mengindikasikan bahwa kejadian genangan di lapangan tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh parameter mikro-topografi yang digunakan dalam model. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam pemodelan, seperti kondisi dan kapasitas jaringan drainase, hambatan aliran permukaan, karakteristik permukaan terbangun, serta kondisi hidrologis pada saat terjadinya hujan.

Secara keseluruhan, nilai *Spatial Agreement* sebesar 81,82% menunjukkan bahwa pendekatan berbasis karakteristik mikro-topografi hasil pemodelan UAV memiliki kesesuaian spasial yang relatif tinggi terhadap lokasi genangan aktual pada kawasan penelitian. Hasil tersebut juga menunjukkan

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

bahwa integrasi parameter elevasi, kemiringan lereng, *flow accumulation*, dan *Urban depression* mampu memberikan representasi spasial terhadap kecenderungan lokasi genangan. Namun, nilai tersebut perlu dipahami sebagai tingkat kesesuaian spasial, bukan sebagai akurasi klasifikasi secara keseluruhan, karena validasi hanya menggunakan 11 titik genangan aktual dan tidak mencakup titik pembanding yang dipastikan tidak mengalami genangan.

Implikasi untuk Mitigasi dan Pengelolaan Drainase

Hasil pemodelan Indeks Potensi Genangan (IPG) memberikan informasi spasial yang dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan arah mitigasi genangan dan pengelolaan drainase pada kawasan penelitian. Wilayah yang termasuk dalam kelas Potensi Tinggi menunjukkan karakteristik mikro-topografi yang relatif lebih mendukung terjadinya akumulasi air permukaan. Oleh karena itu, wilayah tersebut perlu memperoleh perhatian lebih dalam perencanaan penanganan genangan, khususnya pada lokasi yang memiliki keterkaitan dengan jaringan drainase dan kawasan permukiman.

Pemanfaatan informasi mikro-topografi hasil pemodelan UAV dapat membantu mengidentifikasi lokasi yang memiliki kecenderungan akumulasi air secara lebih terperinci. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai data pendukung dalam menentukan lokasi yang memerlukan pemeriksaan kondisi drainase, peningkatan kapasitas saluran, maupun pengaturan aliran permukaan. Dengan demikian, hasil pemodelan tidak hanya berfungsi sebagai informasi spasial mengenai potensi genangan, tetapi juga dapat menjadi dasar pendukung dalam penyusunan strategi mitigasi pada tingkat kawasan.

Prioritas Penangan

Prioritas penanganan dapat diarahkan terlebih dahulu pada wilayah yang termasuk dalam kelas Potensi Tinggi, terutama lokasi yang berdekatan dengan kawasan permukiman dan memiliki indikasi akumulasi aliran permukaan. Penentuan prioritas tidak hanya didasarkan pada nilai IPG, tetapi juga perlu mempertimbangkan keberadaan bangunan, jaringan jalan, serta kondisi drainase di sekitar lokasi. Wilayah dengan Potensi Tinggi yang beririsan dengan lokasi genangan aktual perlu ditempatkan sebagai prioritas utama karena memiliki bukti kesesuaian antara hasil pemodelan dan kondisi lapangan. Berdasarkan hasil validasi, sebanyak 9 dari 11 titik genangan aktual berada pada wilayah Potensi Tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hasil IPG dapat dimanfaatkan sebagai salah satu dasar dalam menentukan lokasi yang memerlukan penanganan lebih lanjut.

Penanganan pada lokasi prioritas dapat dilakukan melalui pemeriksaan kondisi saluran, identifikasi hambatan aliran, pemeliharaan saluran, serta pengendalian limpasan permukaan. Pendekatan tersebut diperlukan untuk mengurangi akumulasi air pada lokasi yang memiliki kecenderungan topografis sebagai tempat berkumpulnya aliran permukaan.

Prioritas Drainase

Hasil pemodelan juga dapat digunakan untuk mendukung penentuan prioritas pengelolaan jaringan drainase. Saluran yang berada pada atau berdekatan dengan wilayah Potensi Tinggi perlu menjadi perhatian, terutama apabila lokasi tersebut memiliki konsentrasi *flow accumulation* yang tinggi dan berdekatan dengan area dengan elevasi relatif rendah atau *urban depression*. Prioritas pengelolaan drainase dapat diarahkan pada kegiatan pemeriksaan kapasitas dan kondisi saluran, pembersihan sedimen dan material penghambat aliran, pemeriksaan keterhubungan antarsaluran, serta identifikasi lokasi yang berpotensi mengalami hambatan aliran. Informasi tersebut penting karena keberadaan jaringan drainase tidak secara langsung menjamin bahwa limpasan permukaan dapat dialirkan secara efektif. Efektivitas sistem drainase juga dipengaruhi oleh kapasitas, kondisi fisik, dan keterhubungan jaringan.

Dengan mengintegrasikan informasi IPG dan kondisi jaringan drainase, pengelolaan dapat diarahkan pada lokasi yang memiliki potensi akumulasi air sekaligus memiliki keterbatasan dalam pengaliran limpasan. Pendekatan tersebut memungkinkan penanganan drainase dilakukan secara lebih terarah berdasarkan karakteristik spasial kawasan, bukan hanya berdasarkan keberadaan saluran.

Rekomendasi Tata Ruang

Hasil pemodelan IPG dapat menjadi informasi pendukung dalam pengelolaan tata ruang kawasan permukiman, khususnya dalam mempertimbangkan karakteristik mikro-topografi pada pengembangan dan pemanfaatan lahan. Wilayah dengan kelas Potensi Tinggi perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pemanfaatan ruang karena memiliki kecenderungan relatif lebih besar terhadap akumulasi air permukaan. Pada wilayah tersebut, pengembangan kawasan perlu mempertimbangkan keberadaan ruang terbuka yang dapat berfungsi sebagai area resapan dan pengendali limpasan. Penambahan atau pemertahanan ruang terbuka, optimalisasi area resapan, serta pengaturan arah aliran permukaan dapat menjadi bagian dari upaya mengurangi konsentrasi limpasan pada kawasan permukiman. Selain itu, pembangunan infrastruktur baru perlu mempertimbangkan pola aliran permukaan yang diperoleh dari analisis mikro-topografi. Perubahan permukaan lahan akibat pembangunan bangunan, jalan, dan fasilitas lainnya berpotensi mengubah arah serta distribusi aliran permukaan. Oleh karena itu, informasi IPG dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan lokasi pembangunan, pengembangan jaringan jalan, dan penataan sistem drainase agar perubahan tata guna lahan tidak meningkatkan konsentrasi limpasan pada lokasi tertentu.

Secara keseluruhan, hasil IPG dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam penentuan prioritas mitigasi, pengelolaan drainase, dan perencanaan tata ruang berbasis kondisi mikro-topografi. Namun, implementasi rekomendasi tersebut tetap memerlukan verifikasi kondisi lapangan, khususnya terkait kapasitas drainase, kondisi infrastruktur, dan karakteristik hidrologis pada masing-masing lokasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik mikro-topografi yang meliputi elevasi, kemiringan lereng (*slope*), *flow accumulation*, dan *Urban depression* dapat digunakan untuk memodelkan potensi genangan pada kawasan permukiman Kelurahan Korpri Jaya. Hasil pembobotan menempatkan *Urban depression* (35%) dan *flow accumulation* (30%) sebagai parameter dominan, diikuti elevasi (20%) dan *slope* (15%).

Integrasi keempat parameter menghasilkan Indeks Potensi Genangan (IPG) yang kemudian diagregasikan menjadi kelas Potensi Rendah dan Potensi Tinggi. Hasil validasi terhadap 11 titik genangan aktual menunjukkan 9 titik berada pada kelas Potensi Tinggi dan 2 titik berada di luar kelas tersebut, sehingga diperoleh *Spatial Agreement* (*Hit Rate*) sebesar 81,82%. Nilai tersebut menunjukkan kesesuaian spasial yang relatif tinggi antara hasil pemodelan dan kondisi genangan aktual.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan mikro-topografi berbasis UAV dan analisis spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi genangan pada skala kawasan permukiman. Informasi tersebut dapat mendukung penentuan prioritas penanganan, pengelolaan drainase, serta pertimbangan tata ruang, khususnya pada wilayah yang termasuk kelas Potensi Tinggi dan beririsan dengan lokasi genangan aktual.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung. (2026a, January 12). Evakuasi Genangan Air. *BPBD Kota Bandar Lampung*, d. https://bpbd.bandarlampungkota.go.id/berita-14737-EVAKUASI-GENANGAN-AIR-.html?utm_source=chatgpt.com

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung. (2026b, March 12). Evakuasi Banjir. *BPBD Kota Bandar Lampung*, c. https://bpbd.bandarlampungkota.go.id/bpbd/berita-15094-EVAKUASI-BANJIR-.html?utm_source=chatgpt.com

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung. (2026c, March 12). Peninjauan Banjir. *BPBD Kota Bandar Lampung*, b. https://bpbd.bandarlampungkota.go.id/berita-15095-PENINJAUAN-BANJIR-.html

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bandar Lampung. (2026d, March 16). Penyemprotan Lumpur Pasca Banjir. *BPBD Kota Bandar Lampung*, a. https://bpbd.bandarlampungkota.go.id/berita-15150-PENYEMPROTAN-LUMPUR-PASCA-BANJIR-.html?utm_source=chatgpt.com

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Clasing, R., Muñoz, E., Arumí, J. L., & Parra, V. (2023). Remote Sensing with UAVs for Flood Modeling: A Validation with Actual Flood Records. *Water*, *15*(21), 3813. https://doi.org/10.3390/w15213813

Eilander, D., Couasnon, A., Leijnse, T., Ikeuchi, H., Yamazaki, D., Muis, S., Dullaart, J., Haag, A., Winsemius, H. C., & Ward, P. J. (2023). A globally applicable framework for compound flood hazard modeling. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*, *23*(2), 823–846. https://doi.org/10.5194/nhess-23-823-2023

Giofandi, E. A., Tjahjono, B., & Rachman, L. M. (2024). Understanding the impact of land use change on urban flood susceptibility mapping assessment : A review. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, *11*(3), 6025–6035. https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.113.6025

Gracia, C., Dewi, C., & Anisa, R. (2023). Analisis Pengaruh Intensitas Curah Hujan terhadap Luas Daerah Genangan Berpotensi Banjir di Kota Bandar Lampung. *Datum: Journal of Geodesy and Geomatics*, *3*(2), 55–65. https://doi.org/10.23960/datum.v3i2.4651

Hanafi, F., Kurniawan, E., Priakusuma, D., & Kubiak-Wojcicka, K. (2024). UAV Mapping for Flood Routing in Steep and Densely Vegetated Areas: Insights from the Contok River Basin, Garang Watershed, Indonesia. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, *31*(1), 48–61. https://doi.org/10.55981/limnotek.2024.5028

Idris, R., Saleh, M. T. M., & Esquivias, M. A. (2025). Catastrophic Flood Mapping: A Geospatial Analysis for Strategic Urban Planning. *Journal of Design and Built Environment*, *Special Issue VII*, 45–60. https://doi.org/10.22452/jdbe.spVII.4

Ikhsan, M., & Santosa, P. B. (2025). Flood Vulnerability Using Multi-Criteria Analysis in West Jakarta. *Journal of Applied Geospatial Information*, *9*(2), 65–72. https://doi.org/10.30871/jagi.v9i2.11735

Irawan, R. D., Handayani, H. H., & Lasminto, U. (2025). Improving Digital Terrain Model Accuracy for Urban 3D Flood Modeling Using UAV LiDAR. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1551*, 012033. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1551/1/012033

Jumadi, J., Danardono, D., Priyono, K. D., Roziaty, E., Masruroh, H., Rohman, A., Amin, C., Hadibasyir, H. Z., Fikriyah, V. N., Nawaz, M., Sattar, F., & Lotfata, A. (2024). Utilizing Open Access Spatial Data for Flood Risk Mapping: A Case Study in the Upper Solo Watershed. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, *11*(2), 189–204. https://doi.org/10.14710/geoplanning.11.2.189-204

Khan, T. U., Nabi, G., Ullah, S., Akbar, A., Omifolaji, J. K., Achakzai, J. K., & Iqbal, A. (2025). Mapping Flood Resilience: A Comprehensive Geospatial Insight Into Regional Vulnerabilities. *Frontiers in Water*, *7*, 1465505. https://doi.org/10.3389/frwa.2025.1465505

Masafu, C., & Williams, R. (2024). Satellite Video Remote Sensing for Flood Model Validation. *Water Resources Research*, *60*(1), 1–27. https://doi.org/10.1029/2023WR034545

Perdano, A. M., & Irham, A. R. (2026). GIS-based overlay analysis of flood hazard and settlement exposure in Bandar Lampung City. *Priviet Social Sciences Journal*, *6*(6), 29–40. https://doi.org/10.55942/pssj.v6i6.1876

Pratama, A., Simamora, A. B. B., & Ghaly, F. (2026). Urban Flood Susceptibility Modeling Using GIS and Machine Learning in Bandar Lampung. *Jurnal Geografi*, *18*(1), 247–268. https://doi.org/10.24114/jg.v18i1.72252

Ramadhan, F. A., Hadiani, R., & Muttaqien, A. Y. (2024). Pemetaan Kerawanan Banjir di Kota Surakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, *7*(2), 46–54. https://doi.org/10.20961/jrrs.v7i2.85907

Retongga, N., & Razi, M. H. (2024). The Relationship Between Morphology, Morphogenesis and Morphotectonics Potential for Flood Disasters in the Karanggayam Area, Kebumen Regency, Indonesia. *Journal of Applied Geospatial Information*, *8*(2), 104–108. https://doi.org/10.30871/jagi.v8i2.7710

Sobri, A., Aprildahani, B. R., & Rasyid, F. M. (2026). Identification of Water Carrying Capacity in Korpri Jaya Village, Sukarame Sub-District, Bandar Lampung City. *Journal of Community Based*

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Environmental Engineering and Management, *10*(1), 23–32. https://doi.org/10.23969/jcbeem.v10i1.27816

Techapinyawat, L., Goulden-Brady, I., Garcia, H., & Zhang, H. (2023). Aerial characterization of surface depressions in urban watersheds. *Journal of Hydrology*, *625*, 129954. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129954

Vangu, G. M., Milut, M., & Croitoru, A. C. (2025). Use of Modern Technologies Such as UAV, Photogrammetry, 3D Modeling, and GIS for Urban Planning. *Journal of Applied Engineering Sciences*, *15*(28), 165–174. https://doi.org/10.2478/jaes-2025-0020

Wicaksono, D., Iriani, L. G., Fatchurohman, H., Purwanto, T. H., Aji, D. S., Handayani, W., & Khasanah, A. N. (2020). Flood Inundation Modeling Using Geomorphic Approaches, UAV, and GIS. *Journal of Applied Geospatial Information*, *4*(1), 335–342. https://doi.org/10.30871/jagi.v4i1.2047

Zamboni, P. A. P., Hendrickx, H., Sprute, D., Flatt, H., Rushdi, M. I., Brodrecht, F., & Eltner, A. (2024). Synergistic image and point cloud processing of UAV data for urban flood modeling: point cloud smart thinning and curb mapping. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, *XLVIII-2/W*, 483–490. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W8-2024-483-2024

Zhao, J., Li, M., Li, Y., Matgen, P., & Chini, M. (2025). Urban Flood Mapping Using Satellite Synthetic Aperture Radar Data: A Review of Characteristics, Approaches and Datasets. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, *13*(1), 237–268. https://doi.org/10.1109/MGRS.2024.3496075

Zhu, W., Cao, Z., Luo, P., Tang, Z., Zhang, Y., Hu, M., & He, B. (2022). Urban Flood-Related Remote Sensing: Research Trends, Gaps and Opportunities. *Remote Sensing*, *14*(21), 5505. https://doi.org/10.3390/rs14215505

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2963
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Halaman ini dikosongkan