

ANALISIS INDEKS RISIKO BENCANA ALAM BANJIR DI WILAYAH KABUPATEN BOGOR BERBASIS WEBGIS

Dimas Afif Ramadhani, Budi Susetyo, Nurul Kamilah, Dewi Primasari

Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl. Sholeh Iskandar No.Km.02, Indonesia

dimasafifr@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Bogor merupakan wilayah yang rawan banjir akibat tingginya curah hujan dan kondisi geografis yang kompleks. Permasalahan utama yang dihadapi adalah belum tersedianya informasi spasial yang terpadu untuk mengidentifikasi daerah berisiko tinggi secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memvisualisasikan indeks risiko banjir berbasis WebGIS guna mendukung mitigasi bencana. Metode yang digunakan adalah Multi Criteria Decision Making (MCDM) dengan pembobotan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan klasifikasi menggunakan *Natural Breaks* (Jenks). Parameter yang dianalisis meliputi curah hujan, jarak dari sungai, elevasi, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng. Data diperoleh dari BIG, BMKG, DEMNAS, dan survei lapangan. Hasil menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Bogor terbagi menjadi tiga kelas risiko banjir: rendah (17.169 ha), sedang (232.871 ha), dan tinggi (49.212 ha). Kecamatan Cisarua memiliki indeks risiko terendah (2,76) dan Ciomas tertinggi (4,15). Validasi dengan RMSE menunjukkan akurasi spasial 100 meter. Seluruh hasil divisualisasikan dalam WebGIS untuk mempermudah akses informasi dan perencanaan mitigasi.

Kata kunci : Banjir, Indeks Risiko, WebGIS, AHP, Natural Breaks, RMSE Kabupaten Bogor

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terletak di Garis Khatulistiwa, yang menyebabkan tingginya curah hujan, sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun, daerah peralihan angin musiman, serta fenomena alam lainnya. Berdasarkan informasi yang dirilis oleh BNPB, dari 1 Januari 2021 hingga 9 Maret 2021, tercatat 763 kejadian bencana, dimana 337 diantaranya adalah bencana banjir yang terjadi diseluruh Indonesia. [1].

Banjir adalah bencana hidrometeorologi yang sering melanda Indonesia. Bencana ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu hidrologi yang bergantung pada kapasitas dan kemampuan wilayah serta meteorologi yang dipengaruhi oleh tingginya intensitas curah hujan [2]. Banjir sering terjadi akibat meluapnya air di suatu area karena hujan deras, sistem drainase yang tidak memadai, meluapnya sungai, atau kerusakan bendungan sungai [3].

Karena curah hujan yang melimpah, daerah Kabupaten Bogor sering kali dilanda banjir [4]. Akibatnya, terjadi kerusakan lingkungan, kehilangan aset, efek psikologis, serta jumlah korban jiwa yang sangat besar. Mengingat besarnya efek bencana banjir, diperlukan zonasi berdasarkan tingkat kerentanan untuk mengurangi dampak banjir. Sehingga informasi data spasial tentang Peta indeks risiko bencana banjir sangat dibutuhkan sebagai acuan dalam upaya mitigasi banjir.

Pemetaan wilayah rentan banjir merupakan langkah awal dalam analisis indeks risiko, dengan mempertimbangkan faktor seperti curah hujan, kemiringan, elevasi, jenis tanah, kepadatan sungai, dan jarak hunian dari sungai. Untuk menilai pentingnya tiap faktor, digunakan metode *Multi Criteria Decision*

Making (MCDM), seperti Proses Hirarki Analitik (AHP), yang membantu pengambilan keputusan melalui penilaian, peringkat, dan pengelompokan berdasarkan berbagai kriteria. [5].

Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk memetakan indeks risiko banjir dengan menganalisis nilai bahaya, kerentanan, dan hasil survei lapangan. Prosesnya mencakup pemetaan genangan dan analisis spasial elemen rawan banjir. SIG mempermudah penyajian data spasial untuk menilai tingkat kerentanan dan menganalisis wilayah terdampak banjir secara akurat. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan Analisis Indeks Risiko Banjir Bencana Alam di Kabupaten Bogor yang berbasis *WebGIS*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi indeks risiko yang disajikan melalui *WebGIS*

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Banjir

Banjir adalah fenomena alam yang umum terjadi, terutama di wilayah yang dilalui aliran sungai, ditandai dengan meluapnya air hingga menutupi permukaan suatu area. Dalam siklus hidrologi, banjir dipengaruhi oleh curah hujan dan tingkat infiltrasi air ke dalam tanah, serta berperan penting dalam pembentukan dataran di Bumi [6].

2.2. Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis merupakan sekumpulan perangkat keras dan perangkat lunak komputer, sumber daya manusia, dana, serta infrastruktur organisasi yang terstruktur yang memungkinkan pengumpulan dan penyimpanan data atribut geografis dan yang berkaitan, untuk keperluan

pengambilan, analisis, sintesis, dan visualisasi guna meningkatkan pemahaman dan mendukung pengambilan keputusan [7].

2.3. Overlay

Overlay adalah proses menggabungkan dua atau lebih peta digital beserta atributnya untuk menghasilkan peta kombinasi dengan informasi gabungan. di ArcGIS, *overlay* dilakukan menggunakan alat *Intersection*, lalu skor dan bobot dari analisis AHP ditambahkan ke *Attribute Table* sesuai kelas dan skornya [8].

2.4. Natural Breaks (Jenks)

Klasifikasi natural breaks adalah metode dengan akurasi tinggi untuk membagi wilayah geografis berdasarkan tingkat risiko banjir menjadi tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah. Metode ini mempartisi data yang telah diurutkan ke dalam kelompok dengan varian terkecil antar kelas melalui perhitungan berulang dengan jeda berbeda dalam dataset [9].

2.5. Root Mean Square Error (RMSE)

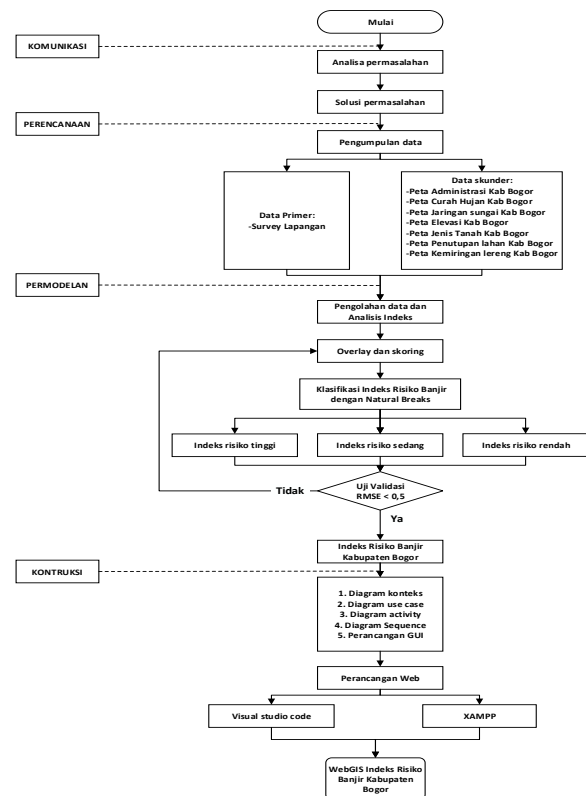
RMSE (Root Mean Square Error) adalah akar kuadrat dari MSE (Mean Squared Error) yang menggambarkan rata-rata kesalahan antara model elevasi dan data referensi (*ground truth*), dengan satuan yang sama seperti nilai aktual (y), sehingga menjadi metrik praktis untuk mengukur ketepatan. RMSE, bersama dengan MSE dan MAE, merepresentasikan norma L2 dan L1 yang mencerminkan jarak *Euclidean* dan *Manhattan*. Dalam konteks ortorektifikasi citra, RMSE menunjukkan selisih rata-rata posisi antara citra yang telah dikoreksi dan titik sebenarnya di dunia nyata. Untuk mengurangi ketidakakuratan, penting menggunakan banyak Titik kontrol lapangan (GCP), mendistribusikannya secara merata, dan memilih titik yang jelas terlihat serta dekat permukaan tanah—terutama penting untuk citra kuno yang fiturnya bisa saja hilang. Batas nilai RMSE tergantung pada tujuan penggunaan, seperti skala pemetaan, dan dapat merujuk pada standar nasional. Meskipun bukan ukuran akurasi mutlak, RMSE bisa mencerminkan tingkat kepercayaan sekitar 67% jika kesalahan GCP tersebar merata dan di bawah ± 0.5 , sehingga menjadi indikator penting dalam menilai akurasi spasial ortorektifikasi [10].

3. METODE PENELITIAN

Multi Criteria Decision Making (MCDM) dengan teknik pembobotan *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) serta metode *Natural Breaks* (Jenks) untuk klasifikasi spasial. Parameter yang digunakan meliputi curah hujan, jarak dari sungai, elevasi, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng.

Data dikumpulkan dari sumber sekunder seperti BIG, BMKG, dan DEMNAS, serta data primer dari survei lapangan. Hasil penelitian menunjukkan wilayah Kabupaten Bogor terbagi dalam tiga kelas

risiko banjir: rendah, sedang, dan tinggi. Seluruh kecamatan di Kabupaten Bogor termasuk dalam wilayah berisiko banjir dengan total luas mencapai 299.253 ha. Data dari hasil analisis akan menghasilkan nilai *indeks* risiko banjir dan akan divisualisasikan melalui *WebGIS*. Adapun alur penelitiannya adalah sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa tahap pertama dalam penelitian ini adalah persiapan, dilanjutkan dengan pengumpulan data dan analisis data, hingga penyusunan rekomendasi kebutuhan pengguna dengan penjelasan sebagai berikut.

3.1. Komunikasi

Pada tahap komunikasi ini meliputi analisis permasalahan dan solusi permasalahan. Analisa permasalahan yang terjadi diketahui bahwa adanya Indeks risiko banjir di beberapa wilayah Kabupaten Bogor yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. Solusi permasalahannya yaitu membuat sebuah sistem informasi mengenai analisis indeks risiko banjir yang mengacu pada data curah hujan di Kabupaten Bogor Tahun 2021.

3.2. Perencanaan

Pada tahap perencanaan ini dilakukan pengumpulan data untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk tujuan penelitian, analisis, atau pengambilan keputusan. Pada penelitian ini terdapat data sekunder dan data primer. Pengambilan data primer dilakukan dengan survey lapangan. Sedangkan

pengambilan data sekunder dilakukan dengan pencarian data-data di *website* instansi wilayah Kabupaten Bogor, data peta yang termasuk kedalam parameter dalam penelitian dan melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan dan memahami dari jurnal-jurnal yang ada sebelumnya.

3.3. Pemodelan

Pada tahap pemodelan ini peneliti melakukan pengolahan dan analisis data. Data yang digunakan yaitu: Peta Administrasi Kabupaten Bogor, peta curah hujan Kabupaten Bogor 2021, Peta Jaringan sungai Kabupaten Bogor, Peta Elevasi Kabupaten Bogor, Peta Jenis Tanah Kabupaten Bogor, Peta Penutupan Lahan Kabupaten Bogor, Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Bogor. Kemudian semua parameter dilakukan *input* data *scoring* pembobotan dengan *calculate geometry, union* dan terakhir *overlay*.

Pada tahap permodelan ini peneliti melakukan proses *overlay* dan skoring data dari masing-masing parameter tersebut diinterpretasi menjadi data indeks risiko bencana alam banjir, dari semua parameter yang ada ditumpang susunkan (*overlay*) dengan peta administrasi Kabupaten Bogor. Kemudian dilakukan *Scoring* pemberian nilai indeks dan pemberian *attribute* data disemua parameter yang dibutuhkan.

Metode perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode skoring atau pembobotan berdasarkan urutan kepentingan bobot banjir kemudian menghitung nilai tiap bobot faktor dan subfaktor parameter dengan rumus perhitungan berikut:

$$w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum(n - r_j + 1)} \quad (1)$$

Pada tahap permodelan ini peneliti melakukan klasifikasi hasil dari proses data sebelumnya yaitu mengklasifikasikan peta indeks risiko banjir menggunakan metode *Natural Breaks* agar peta analisis indeks risiko banjir terbagi menjadi 3 kelas yang memiliki kesesuaian yaitu risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi banjir sehingga peta akan menampilkan gradasi berdasarkan batas alami yang ditemukan oleh algoritma *Jenks*. Setiap kelas indeks akan memiliki nilai rentang yang optimal berdasarkan distribusi data.

Pada tahap penelitian selanjutnya, uji validasi hasil klasifikasi dilakukan untuk mengevaluasi seberapa akurat lokasi peta indeks risiko banjir yang dibuat melalui proses klasifikasi digital menggunakan informasi dari survei yang dilakukan di lapangan. Agar validasi diterima, sampel yang digunakan untuk uji akurasi dan yang digunakan sebagai prediksi tidak sama keduanya diambil di tempat yang berbeda. Kemudian dilakukan perhitungan keakuratan data prediksi dengan data aktual menggunakan *Haversine* Metode ini cukup akurat digunakan untuk berbagai sistem navigasi karena dapat mengabaikan ketinggian dan kontur. Fungsi matematika pengukuran jarak menggunakan metode *Haversine* untuk konstanta nilai selisih antar titik koordinat, seperti yang ditunjukkan

pada Persamaan (1). Perhitungan perpotongan antar sumbu, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2). Sedangkan perhitungan jarak dalam tarikan garis lurus dengan mengabaikan ketinggian dan kontur, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned} (1) \alpha &= \sin^2 \left[\frac{\Delta lat}{2} \right] + \\ &\cos(lat1) \cos(lat2) \sin^2 \left[\frac{\Delta long}{2} \right] \\ (2) c &= 2 \tan^{-1} 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \\ (3) d &= Rc \end{aligned} \quad (2)$$

3.4. Kontruksi

Pada tahap kontruksi dilakukan dengan perancangan diagram *konteks*, *use case* diagram, diagram *activity*, *sequence* diagram, dan perancangan grafik *user interface*. Agar pembuatan *web* sesuai dengan yang diinginkan.

Melakukan perancangan sistem menggunakan *open source* visual studio dengan bahasa yang dikenali oleh sistem yaitu bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP) yang dilakukan menggunakan *blackbox setting*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan hasil implementasi pada penelitin dengan menggunakan metode dan perhitungan tersebut hingga menghasilkan *outputnya* berupa *WebGIS*.

4.1. Komunikasi

Hasil dari komunikasi ialah enemukannya permasalahan dan solusi permasalahan pada analisis ini, dimana untuk permasalahannya Kabupaten Bogor mengalami kejadian bencana alam banjir hal tersebut dikarenakan curah hujan yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan banjir di beberapa daerah yang menyebabkan aktivitas masyarakat menjadi terhambat dipermukiman dan solusinya membuat sistem informasi mengenai peta Analisis Indeks risiko Bencana Alam Banjir di Kabupaten Bogor.

4.2. Perencanaan

Hasil dari perencanaan ini adalah Pengumpulan data yang dihasilkan pada penelitian ini berupa:

- Data primer semua parameter indeks risiko banjir.
- Data sekunder survei lapangan terkait lokasi banjir.
- Jurnal penelitian dan buku yang berkaitan.
- Metode - metode yang digunakan terkait penelitian.

4.3. Pemodelan

Permodelan dalam penelitian ini dilakukan untuk membangun indeks risiko banjir berdasarkan integrasi berbagai parameter spasial yang mempengaruhi tingkat kerentanan wilayah terhadap banjir.

4.4. Pengolahan Data dan Analisis Indeks

Pengolahan data dan analisis indeks dilakukan menggunakan data spasial. Data ini termasuk Peta Administrasi Kabupaten Bogor, Peta curah hujan Kabupaten Bogor 2021, Peta DAS, Peta Elevasi, Peta Jenis Tanah, Peta Penutupan Lahan, dan Peta Kelerengan Kabupaten Bogor, Kemudian semua parameter di input dan dihitung dengan *calculate geometry* sehingga menghasilkan skor indeks masing-masing parameter dan dilakukan proses penggabungan menggunakan *tools union*

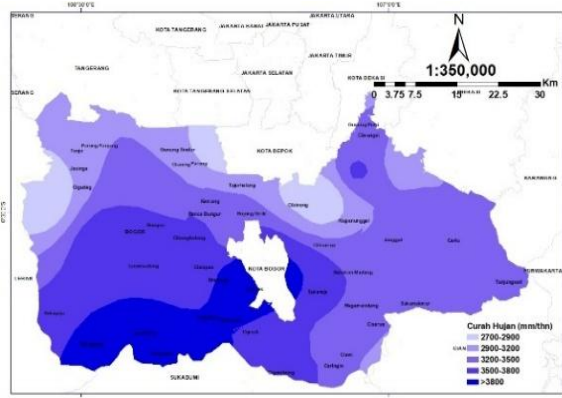
4.5. Overlay dan Skoring

Dalam mengetahui kesesuaian Analisis indeks risiko banjir di Kabupaten Bogor berbasis *Webgis* maka dilakukan proses *overlay* (tumpang-susun) dengan Berdasarkan urutan kepentingan bobot parameter yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Nilai Bobot Faktor Banjir

Faktor/Parameter	Ranking Faktor	Urutan skor bobot	Bobot
Curah hujan tahunan	1	6	0.29
Jarak dari sungai	2	5	0.24
Penutupan Lahan	3	4	0.19
Kemiringan Lereng	4	3	0.14
Jenis Tanah	5	2	0.09
Elevasi	6	1	0.05

Berdasarkan pada tabel 1 Hasil bobot didapat dari membagi ranking faktor dengan total ranking dari semua factor.

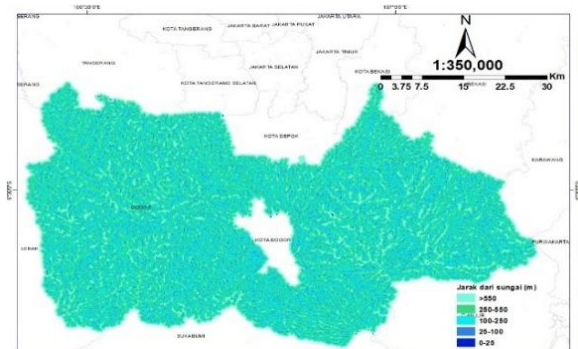


Gambar 2. Peta Curah Hujan Kabupaten Bogor

Berdasarkan Pada Gambar diatas menggambarkan distribusi curah hujan tahunan. berkisar antara 2.700-2.900 mm/tahun hingga lebih dari 3.800 mm/tahun. Warna gelap menunjukkan curah hujan yang lebih tinggi. Kategori curah hujan terbagi dalam lima klasifikasi, yang masing-masing dikaitkan dengan bobot dan skor. Daerah dengan curah hujan lebih tinggi memiliki skor lebih tinggi.

Tabel 2. Skor Curah Hujan

Rata-rata Curah hujan (mm/tahun)	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Hujan
2700-2900	Sangat Rendah	0.29	1	0,29
2900-3200	Rendah	0.29	2	0,58
3200-3500	Sedang	0.29	3	0,87
3500-3800	Tinggi	0.29	4	1,16
> 3800	Sangat Tinggi	0.29	5	1,45

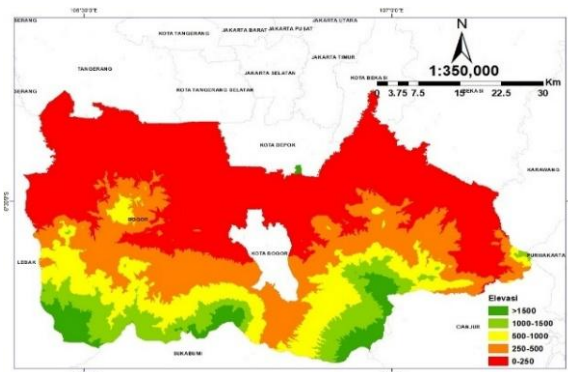


Gambar 3. Peta Jarak Dari Sungai Kabupaten Bogor Tahun 2021

Berdasarkan Gambar 3. Jarak Dari Sungai Pada Peta Kabupaten Bogor Tahun 2021, menunjukkan jarak dari > 550 meter daerah yang diwarnai dengan warna hijau muda, mewakili daerah yang paling jauh dari sungai. Daerah-daerah ini memiliki kedekatan yang sangat rendah dengan sungai, ditandai sebagai "Sangat Rendah" dengan skor 0,24 dengan jarak 250-550 meter. Daerah yang diwarnai dengan warna hijau tua, menunjukkan kedekatan yang rendah dengan sungai. Daerah ini diberi label sebagai "Rendah" dan memiliki skor 0,48 dengan jarak 100-250 meter. Daerah berwarna jingga, mewakili kedekatan sedang dengan sungai. Dikategorikan sebagai "Sedang" dengan skor 0,72 dengan jarak 25-100 meter. Daerah dengan warna biru muda, menunjukkan kedekatan yang tinggi dengan sungai diberi label sebagai "Tinggi" dan memiliki skor 0,96 dengan jarak 0-25 meter. Daerah berwarna biru tua, yang sangat dekat dengan sungai. Daerah ini ditandai sebagai "Sangat Tinggi" dengan skor tertinggi 1,2. Peta ini memberikan analisis jarak dengan sungai di wilayah Kabupaten Bogor untuk memahami risiko banjir.

Tabel 3. Skor Jarak Dari Sungai

Jarak dari Sungai (m)	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Sungai
> 550	Sangat Rendah	0.24	1	0,24
250-550	Rendah	0.24	2	0,48
100-250	Sedang	0.24	3	0,72
25-100	Tinggi	0.24	4	0,96
0-25	Sangat Tinggi	0.24	5	1,2

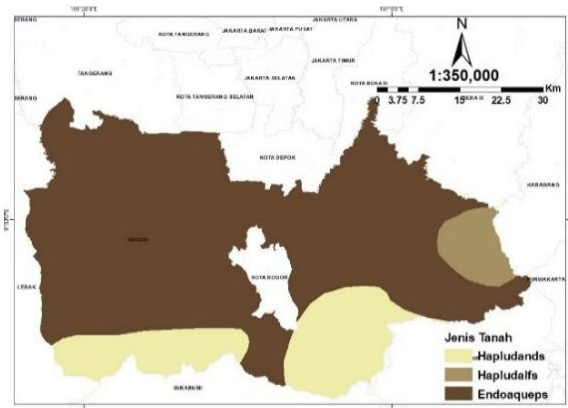


Gambar 4. Elevasi Kabupaten Bogor

Berdasarkan Pada Gambar 4. Elevasi Pada Peta Kabupaten Bogor Tahun 2021, menunjukkan ketinggian di Kabupaten Bogor, elevasi > 1500 meter di atas permukaan laut (mdpl) Berwarna hijau tua, mewakili wilayah dengan ketinggian tertinggi. Wilayah ini diberi label Sangat Rendah dengan skor 0,05. 1000-1500 meter (mdpl) ditampilkan dalam warna hijau muda. wilayah dengan ketinggian lebih rendah diberi label rendah dengan skor 0,1. 500-1000 meter (mdpl) ditampilkan dalam warna kuning. Ketinggian sedang dikategorikan sebagai Sedang dengan skor 0,15. 250-500 meter (mdpl) Diwarnai dengan jingga. Area selanjutnya lebih dekat dengan permukaan laut, diberi label tinggi dengan skor 0,2. 0-250 meter (mdpl) ditampilkan dengan warna merah, ini adalah area terendah, paling dekat dengan permukaan laut, diberi label Sangat Tinggi dengan skor 0,25.

Tabel 4. Skor Elevasi

Elevasi (mdpl)	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Elevasi
> 1500	Sangat Rendah	0.05	1	0,05
1000-1500	Rendah	0.05	2	0,1
500-1000	Sedang	0.05	3	0,15
250-500	Tinggi	0.05	4	0,2
0-250	Sangat Tinggi	0.05	5	0,25

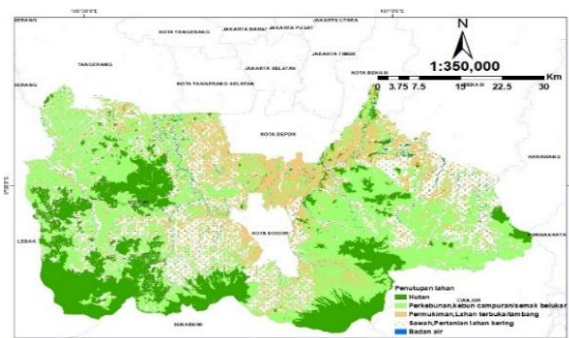


Gambar 5. Jenis Tanah Kabupaten Bogor

Berdasarkan Pada Gambar 5. Jenis Tanah Pada Peta Kabupaten Bogor, menunjukkan jenis tanah di Kabupaten Bogor. Jenis tanah yang ditunjukkan adalah hapludands yaitu jenis tanah yang termasuk dalam ordo *Andisols*, yang terbentuk dari material vulkanik memiliki tekstur gembur dan retensi air yang baik, Hapludalf memiliki kejenuhan basa yang lebih tinggi dibandingkan tanah yang lebih asam seperti Ultisols, sehingga tanah ini lebih subur dan endoaquept Tanah ini memiliki sistem drainase yang buruk, yang bisa menyebabkan genangan air di lapisan tanah tertentu. hapludands menutupi sebagian besar wilayah, terutama di wilayah tengah. Hapludalf ditemukan di bagian yang lebih kecil, sedangkan endoaquepts menempati wilayah yang sangat sedikit.

Tabel 5. Skor Jenis Tanah

Jenis Tanah	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Jenis Tanah
Hapludands	Rendah	0.09	1	0.09
Hapludalfs	Sedang	0.09	2	0,18
Endoaquepts	Tinggi	0.09	3	0,27

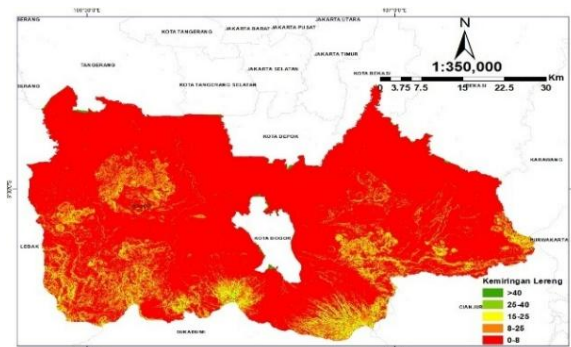


Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Bogor

Berdasarkan Pada Gambar 6. Penggunaan Lahan Pada Peta Kabupaten Bogor, menunjukkan penggunaan lahan di Kabupaten Bogor, yang dikategorikan ke dalam berbagai jenis tutupan lahan. Peta ini menyoroti distribusi berbagai penggunaan lahan di Kabupaten Bogor, yang menunjukkan lokasi kawasan alam, pertanian, dan pemukiman.

Tabel 6. Skor Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Elevasi
Hutan	Sangat Rendah	0.19	1	0,19
Perkebunan, kebun campuran, semak belukar	Rendah	0.19	2	0,38
Permukiman, lahan terbuka, tambak	Sedang	0.19	3	0,57
Sawah, pertanian lahan kering	Tinggi	0.19	4	0,76
Air Sungai / Tubuh air	Sangat Tinggi	0.19	5	0,95



Gambar 7. Peta Kelerengan Kabupaten Bogor

Berdasarkan Pada Gambar 7, Kelerengan Pada Peta Kabupaten Bogor Tahun 2021, Peta ini menggambarkan gradien lereng di Kabupaten Bogor, dengan warna yang berbeda yang mewakili berbagai rentang lereng. Kategori kemiringan lereng berkisar antara 0-8 derajat (merah) hingga >40 derajat (hijau). Sebagian besar wilayah berwarna merah, yang menunjukkan gradien lereng 0-8 derajat, yang menunjukkan medan yang relatif datar.

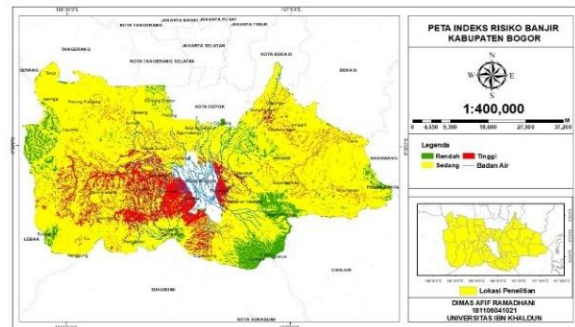
Tabel 7. Skor Kelerengan

Kelerengan	Deskripsi	Bobot	Nilai	Skor Kelerengan
>40	Sangat Rendah	0.14	1	0,14
25 – 40	Rendah	0.14	2	0,28
15-25	Sedang	0.14	3	0,42
8-25	Tinggi	0.14	4	0,56
0-8	Sangat Tinggi	0.14	5	0,7

4.6. Klasifikasi Indeks Risiko Banjir

Hasil Pada tahap ini peneliti melakukan klasifikasi dan *attributing* (pemberian data atribut tabel). Klasifikasi indeks risiko banjir yang digunakan mengacu pada semua parameter, yaitu Peta curah hujan, peta jaringan sungai, peta dan badan air. Sehingga menghasilkan peta analisis indeks risiko banjir, kesesuaian yang dihasilkan ada 3 kategori, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

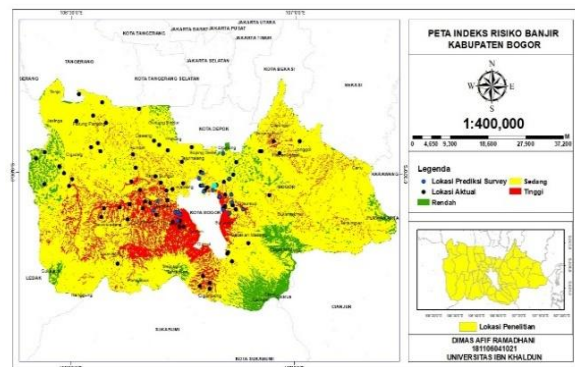
Pembuatan peta indeks risiko Banjir pada gambar 8 dilakukan dengan metode *overlay* dan *Natural Breaks*, klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas menggunakan *natural breaks jenk's*. Pembagian kelas mencerminkan tingkat bahaya banjir, yaitu risiko banjir tinggi, sedang dan rendah.



Gambar 8. Peta Indeks Risiko Banjir Kabupaten Bogor

4.7. Analisis Hasil Validasi Indeks Risiko Banjir

Adapun hasil *layout* peta uji validasi lokasi prediksi dengan lokasi aktual terjadinya banjir berdasarkan *latitude* dan *longitude* di Kecamatan pada Kabupaten Bogor, ditunjukkan pada gambar 9



Gambar 9. Peta Validasi Indeks Risiko Banjir Kabupaten Bogor

Adapun proses uji validasi *Root mean square error* (RMSE) dari hasil klasifikasi peta analisis indeks risiko Banjir. Validasi dilakukan untuk mempresentasikan jarak aktual dengan baik dan melihat jarak lokasi survey (prediksi) dengan lokasi data BPBD (aktual) memiliki kesesuaian *error* yang kecil. Validasi yang dapat dihitung yaitu Haversine (rumus menghitung jarak lintas antara dua titik koordinat) dan *root mean square error* (RMSE) menghitung seberapa besar nilai rata-rata penyimpangan jarak.

Tabel 8. Hasil Uji Validasi Indeks Risiko Banjir 1

No	Lokasi Survei	Prediksi				
		X0	Y0	X1	Y1	Jarak (km)
1	Bojong Rangkas Ciampea	-6.558421	106.694380	-6.558520	106.694433	0.01
2	Cadasngampar Sukaraja	-6.576226	106.839859	-6.576314	106.839807	0.01
3	Cilebut Barat Sukaraja	-6.525835	106.793966	-6.525847	106.793966	0.00
4	Cimurai Sukawening Dramaga	-6.598653	106.738119	-6.598789	106.738131	0.02
5	Desa Citaringgul	-6.561243	106.859321	-6.561354	106.859315	0.01
6	Cicadas Ciampea	-6.577876	106.685013	-6.577878	106.685013	0.00
7	Leuwintug Citereup	-6.511557	106.853416	-6.511566	106.853420	0.00

No	Lokasi Survei	Prediksi				
		X0	Y0	X1	Y1	Jarak (km)
8	Pasir Maung Babakan Madang	-6.583766	106.853562	-6.583770	106.853562	0.00
9	Desa Pasirlaja Sukaraja	-6.548394	106.831620	-6.548429	106.831622	0.00
10	Desa Sumur Batu Babakan Madang	-6.575143	106.884745	-6.575152	106.884750	0.00
11	Kadumanggu Babakan Madang	-6.545042	106.857694	-6.545165	106.857724	0.01
12	Desa Kedung Waringin	-6.499886	106.793805	-6.500127	106.793811	0.03
13	Desa Poncol Cimandala Sukaraja	-6.538124	106.795971	-6.538151	106.795982	0.00
14	Pasir Jambu Sukaraja	-6.535711	106.816248	-6.535718	106.816249	0.00

Tabel 9. Tabel Uji Validasi Indeks Risiko Banjir 2

Lokasi Data BPBD	Aktual					RMSE
	X0	Y0	X1	Y1	Jarak (km)	
Cibadak Ciampea	-6.562718	106.677130	-6.563655	106.677250	0.11	0.01
Cadas Ngampar	-6.573193	106.840071	-6.573441	106.840835	0.09	0.01
Cilebut Barat	-6.525851	106.790111	-6.525477	106.792522	0.27	0.07
Sukawening Dramaga	-6.602375	106.726493	-6.602406	106.726497	0.00	0.00
Bojong Koneng Babakan Madang	-6.566619	106.860293	-6.566666	106.860297	0.01	0.00
Cikarawang Dramaga	-6.587420	106.690756	-6.587422	106.690756	0.00	0.00
Leuwikutug	-6.512570	106.853080	-6.512655	106.853074	0.01	0.00
Citaringgul Babakan Madang	-6.568248	106.844380	-6.568254	106.844380	0.00	0.00
Pasirlaja Sukaraja	-6.550057	106.830489	-6.550058	106.830490	0.00	0.00
Sumur Batu Babakan Madang	-6.575580	106.868666	-6.575586	106.868665	0.00	0.00
Kadumanggu Babakan Madang	-6.544964	106.844466	-6.544979	106.844469	0.00	0.00
Kedung Waringin Bojong Gede	-6.497012	106.789801	-6.496893	106.791402	0.18	0.02
Pasir Jambu Sukaraja	-6.536610	106.799375	-6.537676	106.798659	0.14	0.02
Cilebut Timur Sukaraja	-6.529191	106.803695	-6.529195	106.803695	0.00	0.00
JUMLAH						0.13
RMSE						0.10

Pada tabel 8 dan 9, Hasil analisis uji validasi dari perhitungan diatas terdapat nilai interpretasi 0.10 km dianggap cukup akurat artinya rata-rata lokasi banjir yang dipetakan secara model berbeda 100 meter dari posisi hasil survey lapangan.

Sehingga menunjukan hasil akhir informasi tersebut memlalui tampilan web seperti gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Web Indeks Risiko Banjir Di Kabupaten Bogor

Pada gambar 10 adalah gambar tampilan web indeks risiko banjir di Kabupaten Bogor.

Pada gambar 11 adalah gambar tampilan web bagian data dengan yang telah diolah.

GEOSPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY									
Beranda Tampilan Peta Tabulasi Berita									
TAM TABULASI BERITA									
No	Tahun Kejadian	Kecamatan	Kelurahan	Total Kejadian	X	Y	Objek Terdampak		
							Rumah	Jawa	Kendaraan
1	20 Maret 2021	DARMAJAGA	BABAKAN	4	-6.5871976	106.7151923	3	9	1
2	16 Juli 2021	CIDENG	BABAKAN	1	-6.4608528	106.6386945	1		1
3	27 Oktober 2021	BABAKAN MADANG	BOJONG KONENG	1	-6.566619	106.8602933	4		
4	17 Agustus 2021	LEUWIKADENG	BANJARAN SIKEND	2	-6.5174007	106.8731961			
5	26 Februari 2021	CIDAM	BANJAR WABU	1	-6.4677774	106.8498221			
6	15 Maret 2021	CIDAM	BANJAR WABU	1	-6.4647771	106.8405953			
7	04 Maret 2021	BANCA BUNDAK	BANJARAN	1	-6.5335569	106.7207997	1		
8	28 April 2021	LEUWILANG	BANJAR WABU	1	-6.5175046	106.8387973			
9	21 Agustus 2021	CIDENG	BANJAR WABU	1	-6.4773869	106.8566983	89		2
10	20 Februari 2021	CIDAM	BANJAR WABU	1	-6.466575	106.8510889	11		1
11	30 Oktober 2021	GLUNGUTUBA	BOJONG NANGSA	1	-6.5888724	106.8449953	279		
12	6 April 2021	CIDENG	BANJAR WABU	1	-6.5302185	106.4900053			1
13	21 Desember 2021	SUKARAJA	CIDAM	1	-6.5719527	106.8400711	12		
14	12 Juni 2021	CIDAM	CIDAM LUK	1	-6.5737391	106.8404846	1		
15	20 April 2021	CIDENG	CIDENG	1	-6.5715891	106.7956222			

Gambar 11. Tampilan Data Dalam Web

5. Kesimpulan

Analisis indeks risiko banjir di Kabupaten Bogor menunjukkan tiga kelas risiko rendah (17.169 ha), sedang (232.871 ha), dan tinggi (49.212 ha), dengan total luas terdampak 299.253 ha. Mayoritas kecamatan berada pada risiko sedang hingga tinggi. Validasi menunjukkan akurasi spasial cukup baik dengan selisih 0,10 km terhadap data lapangan. WebGIS berhasil menampilkan informasi indeks risiko, wilayah terdampak, total kejadian, dan berita banjir secara interaktif. Namun, masih terdapat keterbatasan seperti belum tersedianya fitur unggah data oleh pengguna dan keterbatasan resolusi data. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data resolusi lebih tinggi serta mengintegrasikan metode berbasis machine learning dan fitur WebGIS yang lebih dinamis, seperti unggah *shapefile* dan pelaporan warga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fauzia, D. A. Pawestri, U. Wahrudin, S. N. Rahmawati, S. Himayah, dan Nandi, “Analisis Penentuan Lokasi Evakuasi Bencana Banjir Dengan Sistem Informasi Geografis Dan Metode Simple Additive Wighting (Studi Kasus Kecamatan Cileungsi),” *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, vol. 9, no. 2, hlm. 121–132, Agu 2021.
- [2] S. Sugianto, “Analisis Risiko Bencana Banjir Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang,” *FTSP*, vol. 4, no. 2, hlm. 383–390, 2022.
- [3] F. Lesmanawati dan I. Fardani, “Studi Identifikasi Tingkat Risiko Bencana Banjir di Kecamatan Pamanukan Kabupaten Subang,” *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota*, vol. 2, no. 1, hlm. 41–52, Jul 2022.
- [4] M. Azizah, A. Subiyanto, S. Triutomo, dan D. Wahyuni, “Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Bencana Hidrometeorologi di Kecamatan Cisarua - Kabupaten Bogor,” *PENDIPA Journal of Science Education*, vol. 6, no. 2, hlm. 541–546, Jun 2022, doi: 10.33369/pendipa.6.2.541-546.
- [5] A. F. Calvin, M. Rizalihadi, A. Yulianur Bc, dan N. Shaskia, “Analisis Spasial Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Overlay AHP Multi Criteria Decision Making di DAS Keureuto,” *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 6, no. 1, hlm. 29–36, 2024.
- [6] A. Taryana, M. Rifa El. M, H. Bekti, “Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakarta” *Jurnal Administrasi Negara*, vol. 12, no. 2, hlm. 302-311, 2022.
- [7] J. Santoso, *G I S Sistem Informasi Geografis*. Semarang: YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK, 2021.
- [8] A. Calvin, M. Rizalihadi, A. Yulianur, dan N. Shaskia, *Analisis Spasial Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Overlay AHP Multi Criteria Decision Making di DAS Keureuto*, ISSN: 2685-0605., vol. 6, no. 1. Banda Aceh: Journal of The Civil Engineering Student, 2024.
- [9] A. Fariza, A. Basofi, dan S. N. Hamida, *Spatial Mapping of Landslide Susceptibility Level in Pacitan District Using Analytical Hierarchy Process and Natural Break*, E-ISSN: 2477-3255., vol. 13, no. 1. Surabaya: Universitas Lancang Kuning, 2022. doi: 10.31849/digitalzone.v13i1.8619.
- [10] T. O. Hodson, “Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not,” 19 Juli 2022, *Copernicus GmbH*. doi: 10.5194/gmd-15-5481-2022.