

Pemetaan Ancaman Bencana Banjir di Kecamatan Indra Makmur Kabupaten Aceh Timur Provinsi Aceh

Rofif Fadhlurrahman¹

Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jl. M.T. Haryono 167, Malang, Jawa Timur

E-mail: rofiff.f3@gmail.com

Hari Siswoyo²

Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jl. M.T. Haryono 167, Malang, Jawa Timur

E-mail: hari_siswoyo@ub.ac.id

Runi Asmaranto³

Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jl. M.T. Haryono 167, Malang, Jawa Timur

E-mail: runi_asmaranto@ub.ac.id

Abstrak

Persoalan bencana banjir sering kali melanda Kecamatan Indra Makmur. Hujan intensitas tinggi disertai pendangkalan sungai mengakibatkan meluapnya sungai di Kecamatan Indra Makmur. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menilai indeks ancaman banjir dan memetakan sebarannya di lokasi penelitian. Nilai indeks ancaman banjir ditentukan berdasarkan tiga parameter yaitu kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan yang berpedoman pada metode SNI 8197 dengan modifikasi parameter curah hujan berupa hujan rancangan kala ulang 50 tahun sesuai metode PUPR. Selanjutnya indeks ancaman banjir akan dipetakan sebarannya secara spasial di lokasi penelitian. Akurasi peta ancaman banjir ditentukan melalui validasi dengan membandingkan hasil model dan historis ketinggian banjir dalam 5 tahun terakhir menggunakan matriks konfusi. Hasil kajian ancaman banjir di lokasi penelitian didominasi kawasan dengan kelas ancaman sedang hingga tinggi. Validasi model ancaman banjir di lokasi penelitian memberikan hasil akurasi sebesar 83,33% dimana tingkat akurasi antara model dengan data historis lapangan baik. Hasil pemetaan ancaman banjir dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk menentukan arahan mitigasi bencana banjir di lokasi penelitian.

Kata kunci: ancaman, bencana banjir, Kecamatan Indra Makmur

Abstract

Floods often hit the Indra Makmur District. High-intensity rain accompanied by river siltation results in overflowing rivers in Indra Makmur District. This research aims to assess the flood hazard index and map its distribution in the research location. The value of the flood hazard index is determined based on three parameters, slope, land cover, and rainfall based on the SNI 8197 method with a modification of the rainfall parameter in the form of 50-year return period design rainfall according to the PUPR method. Furthermore, the flood hazard index will be mapped spatially in the research location. The accuracy of the flood hazard map is determined through validation by comparing model results and historical flood heights in the last 5 years using a confusion matrix. The results of the flood hazard assessment at the research site are dominated by areas with medium to high hazard classes. The validation of the flood hazard model in the research location gave an accuracy result of 83.33% where the level of accuracy between the model and historical field data is good. The results of the flood hazard mapping can be used as a recommendation to determine the direction of flood disaster mitigation in the research location.

Keywords: hazard, flood disaster, Indra Makmur District

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir adalah fenomena tergenangnya suatu kawasan oleh air dalam jumlah besar yang bersifat mengganggu dan membahayakan kehidupan baik berupa kerugian materil maupun jiwa [1]. Banjir merupakan bencana alam yang dapat diprediksi karena sangat berkaitan dengan curah hujan sehingga tidak jarang hujan dituding sebagai penyebab utama terjadinya bencana banjir. Pada kenyataannya bencana banjir juga dapat dipengaruhi oleh faktor manusia yang berperan sebagai akselerasi dari perubahan karakteristik Daerah Aliran Sungai berupa meningkatnya perubahan tata guna lahan [2]. Hadirnya berbagai pemicu menimbulkan *multi-player effect* yang mengakibatkan persoalan banjir meningkat tajam baik dari sisi kuantitas, luas maupun lama genangannya [3].

Adanya peningkatan frekuensi dalam beberapa tahun terakhir menempatkan bencana banjir sebagai bencana dengan frekuensi tertinggi sebanyak 1.310 kejadian [4]. Tingginya frekuensi bencana banjir di Indonesia mengindikasikan bahwa hampir seluruh wilayah telah mengalami bencana banjir tidak terkecuali Kabupaten Aceh Timur. Kabupaten Aceh Timur merupakan salah satu daerah langganan banjir, seperti yang tercatat dalam riwayat informasi banjir BPBD Kabupaten Aceh Timur bahwa sejak tahun 2014 sampai 2022 telah terjadi banjir sebanyak 51 kejadian yang melanda sebagian besar wilayah salah satunya adalah Kecamatan Indra Makmur [5].

Fenomena bencana banjir di Kecamatan Indra Makmur disebabkan oleh cuaca ekstrem berupa hujan dengan intensitas tinggi di wilayah hulu DAS Jambo Aye sehingga mengakibatkan bagian hilir DAS Jambo Aye khususnya Kecamatan Indra Makmur menerima banjir kiriman setiap tahunnya [6]. Meluapnya sejumlah sungai yang melintasi sekitar 10 desa di Kecamatan Indra Makmur juga diakibatkan oleh pendangkalan dasar sungai. Sejalan dengan kondisi tersebut, BPBD Kabupaten Aceh Timur merangkum informasi bahwa telah terjadi peningkatan bencana banjir di Kecamatan Indra Makmur secara signifikan sejak tahun 2017 hingga 2021 yang mengindikasikan kecenderungan peningkatan fenomena banjir di masa mendatang.

Potensi ancaman banjir yang tinggi tidak dapat terus dibiarkan mengingat bencana banjir dapat menyebabkan kerugian pada kehidupan sosial maupun ekonomi masyarakat [2]. Sehubungan dengan meningkatnya frekuensi terjadinya bencana banjir yang berbanding lurus dengan besarnya kerugian yang akan diterima, menuntut adanya penyempurnaan strategi dan kebijakan dalam menangani masalah banjir di Kecamatan Indra Makmur melalui kajian ancaman bencana banjir. Kajian ancaman bencana banjir biasanya memuat informasi sebaran daerah rawan banjir yang disusun berdasarkan frekuensi banjir atau parameter yang berhubungan dengan karakteristik banjir di suatu wilayah yang disajikan dalam suatu model dengan keluaran berupa peta ancaman bencana banjir [1].

Idealnya peta ancaman bencana banjir disusun berdasarkan dua indikator meliputi: ketinggian permukaan air dan luas area genangan banjir yang dikembangkan dari hasil pemodelan komputer dengan memprediksi debit puncak banjir untuk kala ulang yang telah ditetapkan [1]. Namun, seringkali pemerintah daerah dihadapkan pada

keterbatasan data-data penyusun serta data penunjang untuk kalibrasi dan validasi model bencana banjir. Hal ini mengakibatkan kajian ancaman banjir tidak dapat dilakukan sesuai standar dengan metode analisis yang sama untuk setiap daerah.

Terdapat sejumlah pengembangan dalam menganalisis ancaman bencana banjir salah satunya dengan bantuan model pengambilan keputusan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang dikembangkan oleh Saaty pada tahun 1983. Model AHP dalam kajian ancaman bencana banjir telah digunakan oleh berbagai peneliti baik di dalam maupun luar negeri seperti [7] di India, [8] di Thailand, dan [2] di Kota Padang. Pendekatan AHP digunakan untuk menentukan hirarki serta bobot setiap parameter berdasarkan pendapat pakar sehingga dinilai mampu memberikan model ancaman banjir yang relevan untuk lokasi penelitian. Dibalik kelebihannya metode ini sulit untuk diterapkan di beberapa wilayah, karena bersifat subjektif yang diperburuk dengan masih minimnya pakar yang terlibat langsung dalam bidang kebencanaan untuk setiap daerah.

Salah satu pendekatan yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk menggeneralisasi metode analisis ancaman banjir adalah SNI 8197 tentang pemetaan rawan banjir. Metode SNI 8197 dikembangkan berdasarkan parameter kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan. Metode tersebut telah digunakan dalam sejumlah peneliti di beberapa wilayah di Indonesia untuk mengkaji ancaman bencana banjir seperti [9] di Kota Semarang, [10] di Kecamatan Butuh, Kabupaten Purworejo, dan [11] di DAS Kenali. Metode SNI 8197 dipilih karena mempertimbangkan berbagai klasifikasi jenis banjir seperti banjir sungai, banjir bandang, banjir perkotaan, dan banjir pesisir [12]. Pengklasifikasian jenis banjir dapat disesuaikan berdasarkan sejarah bencana banjir di lokasi penelitian serta menjadi model yang mampu menggeneralisasi kondisi banjir di seluruh wilayah Indonesia.

Sejauh ini peneliti terdahulu hanya menggunakan parameter curah hujan dalam periode tahunan, bulanan, dan harian. Sedangkan dalam memprediksi fenomena ekstrem seperti bencana banjir, perlu dilakukan analisis frekuensi [13]. Dalam analisis frekuensi, nilai curah hujan harian maksimum tahunan akan digunakan sebagai dasar perhitungan curah hujan terbesar tahunan dengan kala ulang tertentu yang dikenal sebagai hujan rencana [14]. Penggunaan hujan rencana dalam menganalisis ancaman bencana banjir telah ditetapkan pada pedoman teknologi peta risiko kekeringan dan banjir yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat pada tahun 2014. Selain itu, di dalam hasil penelitian-penelitian terdahulu, biasanya hanya memaparkan tingkat serta sebaran spasial indeks ancaman bencana banjir dengan mengabaikan validasi model. Validasi model merupakan tahapan yang sangat penting dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi serta presisi suatu model [15]. Sejauh ini belum ada penelitian yang melakukan validasi antara peta ancaman banjir dengan informasi ketinggian banjir historis di lokasi penelitian.

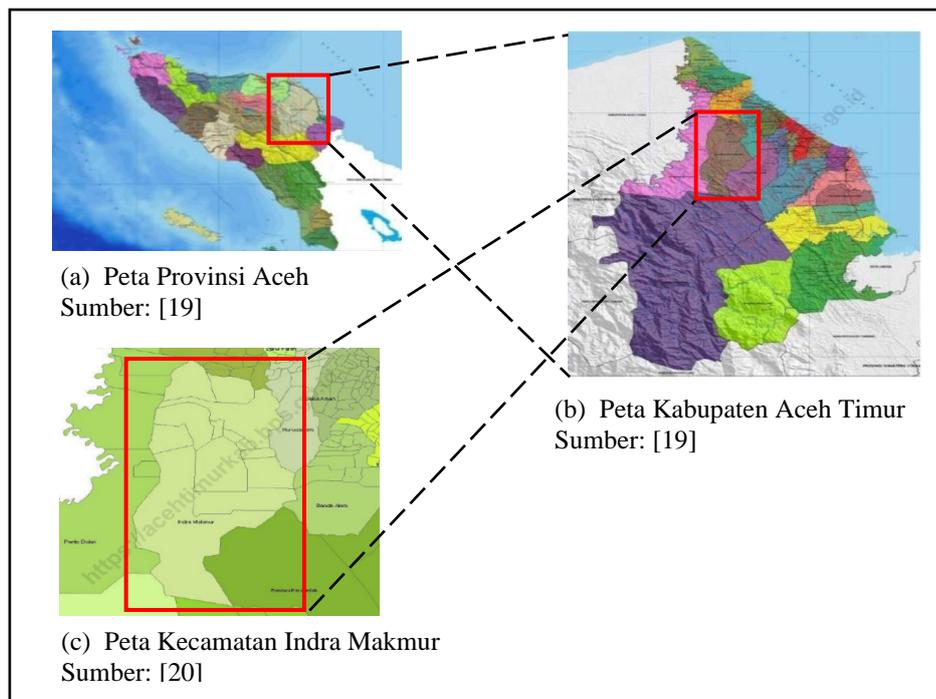
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memetakan sebaran ancaman bencana banjir dengan memetakan sebarannya di lokasi penelitian. Nilai indeks ancaman bencana banjir ditentukan berdasarkan hasil skoring terhadap tiga parameter meliputi: kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan sesuai dengan SNI 8197 tentang

pemetaan rawan yang mengacu pada Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang pedoman umum pengkajian risiko bencana [12]. Pemilihan aspek kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan sebagai parameter utama dalam pemodelan ancaman banjir karena dinilai mampu menggambarkan fenomena banjir. Secara alami, sebagian hujan yang jatuh akan meresap ke dalam tanah dan sisanya akan mengalir menjadi limpasan permukaan. Kondisi ini tidak lepas dari pengaruh karakteristik daerah di lokasi hujan turun seperti topografi dan tutupan lahan [16]. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian terdahulu seperti [2] dan [17] yang menyatakan bahwa penyebab terjadinya banjir didasari oleh tiga faktor dominan meliputi: (1) faktor meteorologi berupa curah hujan, (2) faktor karakteristik daerah aliran sungai berupa kemiringan lereng, dan (3) faktor manusia berupa tutupan lahan. Nantinya, hasil pemodelan peta akan diukur tingkat kepresisiannya terhadap kondisi lapangan melalui tahapan validasi. Hasil kajian ancaman banjir diharapkan dapat menjadi informasi sistem peringatan dini (*early warning system*) dan dasar dalam menentukan mitigasi banjir di lokasi penelitian.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di wilayah Kecamatan Indra Makmur, Kabupaten Aceh Timur, Provinsi Aceh. Kecamatan Indra makmur terdiri atas 13 desa (Alue Ie Itam, Seuneubok Bayu, Blang Nisam, Bandar Baro, Alue Patong, Seuneubok Cina, Pelita Sagop Jaya, Perk. Julok Rayeuk Utara, Perk. Julok Rayeuk Selatan, Jambo Balee, Alue Ie Mirah, Jambo Lubok, dan Suka Makmur) dengan luas sebesar 243,297 km². Peta administrasi Kecamatan Indra Makmur ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000, (2) Data DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*), (3) Peta Tutupan Lahan Skala 1:250.000, (4) Data curah hujan satelit CHIRPS (*Climate Hazard InfraRed Precipitation with Station*) tahun 2002-2021, (5) Data koordinat stasiun hujan (Jambo Aye, Idi, dan Samarkilang), (6) Informasi ketinggian banjir historis, dan (7) Data koordinat titik validasi model. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000 dan Data DEMNAS diterbitkan oleh BIG (Badan Informasi Geospasial). Peta Tutupan Lahan Skala 1:250.000 diterbitkan oleh KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). Data curah hujan satelit CHIRPS digunakan untuk pembuatan peta curah hujan yang diperoleh dengan cara mengunduh data melalui laman google earth engine (*free access*) pada tautan (<https://earthengine.google.com>) dengan *script* seperti yang tertera pada Gambar 2.

```
// MEMILIH SATELIT HUJAN
var chirps = ee.ImageCollection('UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY')
.select('precipitation')
.filterDate('2001-01-01', '2009-12-31')
// -----
// TITIK KOORDINAT STASIUN HUJAN
var idirayeuk = ee.Geometry.Point(97.469717, 4.936231)
Map.addLayer(idirayeuk, {}, "ARR Jambo Aye")
// -----
// ZOOM KE WILAYAH KAJIAN
Map.setCenter(97.459108, 5.127183, 10)
// -----
// MEMBUAT GRAFIK EKSTRAKSI DATA HUJAN
print(ui.Chart.image.series(chirps, idirayeuk,
ee.Reducer.sum(), 1000).setOptions({
  title: 'Hujan Harian 2011',
  hAxis: {title: 'Tanggal'},
  vAxis: {title: 'Curah Hujan (mm/hari)}}))
// -----
```

Gambar 2 Script untuk Pengunduhan Data Curah Hujan Satelit CHIRPS

Data koordinat stasiun hujan digunakan untuk diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera I. Data koordinat titik validasi model dan informasi ketinggian banjir historis digunakan ditentukan berdasarkan pengukuran dan wawancara secara langsung di lapangan untuk kondisi riwayat banjir dalam 5 tahun terakhir. Hal ini mengacu sesuai masa berlakunya rencana penanggulangan suatu bencana [16].

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) GPS (*Global Positioning System*), (2) Lembar rekapitulasi validasi model, (3) *Software Google Earth Pro (free for users: <https://www.google.com/earth/versions>)*. GPS digunakan untuk menentukan koordinat titik validasi model sesuai lokasi historis banjir. Lembar rekapitulasi validasi model untuk merangkum serta membandingkan kondisi model dan lapangan. *Software Google Earth Pro* digunakan untuk memetakan titik validasi bencana banjir sebagai tahapan pendukung dalam pembuatan sebaran nilai indeks ancaman bencana banjir di lokasi penelitian.

2.3 Metode Analisis Data

Penelitian ini mencakup substansi perhitungan model indeks ancaman bencana banjir menggunakan parameter yang meliputi: kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan. Nilai skor model ancaman diperoleh dari hasil penyusunan peta tematik untuk setiap jenis ancaman. Data DEMNAS dan Peta Tutupan Lahan Skala 1:250.000 secara berturut-turut diolah dengan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memperoleh peta kemiringan lereng dan peta tutupan lahan sesuai lokasi penelitian. Data curah hujan satelit CHIRPS yang telah diperoleh terlebih dahulu dilakukan pengujian secara statistik meliputi uji konsistensi, uji ketiadaan trend, uji stationer, uji persistensi, dan uji outlier. Data curah hujan untuk setiap stasiun hujan yang telah memenuhi kaedah statistik dapat digunakan untuk perhitungan hujan rancangan kala ulang 50 tahun menggunakan salah satu metode analisis frekuensi Gumbel dan Log Pearson III yang ditentukan melalui uji kesesuaian distribusi Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Peta curah hujan ditentukan dengan cara menginterpolasi data koordinat stasiun hujan dan nilai curah hujan rancangan kala ulang 50 tahun secara spasial menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weight*). Metode IDW merupakan metode geostatistik sederhana yang murni mempertimbangkan jarak stasiun [17]. Perhitungan model indeks ancaman bencana banjir akan menggunakan teknik skoring yang mengacu pada tetapan klasifikasi jenis banjir bandang dan banjir sungai untuk setiap parameter yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Parameter Ancaman Bencana Banjir

| Parameter | Sub Parameter | Skor | Referensi |
|-----------------------------|----------------------------|-------|-----------|
| Curah Hujan (mm) | > 200 | 1 | [14] |
| | 100-200 | 0,666 | |
| | <100 | 0,333 | |
| Kemiringan Lereng (%) | 0-2 | 1 | [12] |
| | 2-4 | 0,666 | |
| | >4 | 0,333 | |
| Tutupan Lahan | Pemukiman | 1 | [12] |
| | Semak/Pertanian/Perkebunan | 0,666 | |
| | Sawah/Hutan | 0,333 | |

Selanjutnya setiap peta tematik yang telah diklasifikasi dilakukan perhitungan nilai indeks ancaman banjir secara matematis berdasarkan faktor bobot dan skor sesuai dengan persamaan sebagai berikut:

$$H=0,3CH \times 0,35L \times 0,35TL \quad (1)$$

dengan keterangan, H = indeks ancaman, CH = curah hujan, L = kemiringan lereng, dan TL = tutupan lahan. Nilai indeks ancaman bencana banjir berdasarkan hasil perhitungan tersebut diinterpretasikan dalam 3 kelas, yaitu: indeks 0-0,333 (kelas ancaman rendah) tidak bersifat merusak, 0,334-0,666 (kelas ancaman sedang) dimana daya rusak yang dihasilkan bersifat rusak sebagian, 0,667-1,000 (kelas ancaman tinggi) dimana daya rusak

yang ditimbulkan bersifat rusak ekstrem sehingga membutuhkan perhatian khusus. Untuk penentuan kelas ancaman pada level desa/kelurahan dapat ditentukan berdasarkan luas dominan kelas ancaman [1]. Meskipun peta ancaman banjir dibuat berdasarkan karakteristik-karakteristik sesuai jenis banjir di daerah tinjauan, tetapi perlu dilakukan validasi antara hasil model dan kondisi lapangan berdasarkan hasil pengamatan atau wawancara pejabat kelurahan/desa mengenai informasi ketinggian genangan banjir. Titik sampel validasi ditentukan dengan menggunakan metode purposive sampling di kawasan yang memiliki riwayat banjir berdasarkan rekapitulasi kejadian bencana banjir tahun 2017-2022 yang diperoleh dari BPBD Kabupaten Aceh Timur. Dalam validasi, perbandingan harus dihubungkan melalui suatu tolak ukur yang sama berupa kelas ancaman bencana banjir. Untuk itu ketinggian genangan historis perlu ditransformasi dalam bentuk kelas ancaman yang mengacu pada klasifikasi ancaman banjir dalam ketinggian genangan yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Parameter Ancaman Bencana Banjir dalam Ketinggian Genangan

| Bencana | Ketinggian Genangan (m) | Kelas |
|---------|-------------------------|--------|
| Banjir | <0,76 | Rendah |
| | 0,76-1,5 | Sedang |
| | >1,5 | Tinggi |

Selanjutnya hasil ketinggian genangan yang telah mengalami transformasi dibandingkan dengan hasil model ancaman untuk diperoleh hasil sesuai dan tidak sesuai melalui metode matriks kesalahan (*confusion matrix*) yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Matriks Kesalahan

| <i>Predicted</i> | <i>Actual</i> | |
|------------------|-----------------|-----------------|
| | <i>Negative</i> | <i>Positive</i> |
| <i>negative</i> | <i>a</i> | <i>c</i> |
| <i>positive</i> | <i>b</i> | <i>d</i> |

Akurasi validasi dihitung dengan memasukkan nilai sesuai dan tidak sesuai untuk setiap kelas ancaman sesuai hasil perbandingan matriks konfusi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{a+d}{a+b+c+d} \quad (2)$$

dengan keterangan, a = jika hasil prediksi negatif sedangkan nilai sebenarnya negatif, b = jika hasil prediksi positif sedangkan nilai sebenarnya negatif, c = jika hasil prediksi negatif sedangkan nilai sebenarnya positif, dan d = jika hasil prediksi positif sedangkan nilai sebenarnya positif. Tingkat akurasi peta dapat diterima apabila hasil akurasi matriks konfusi memenuhi syarat $\geq 80\%$ [11].

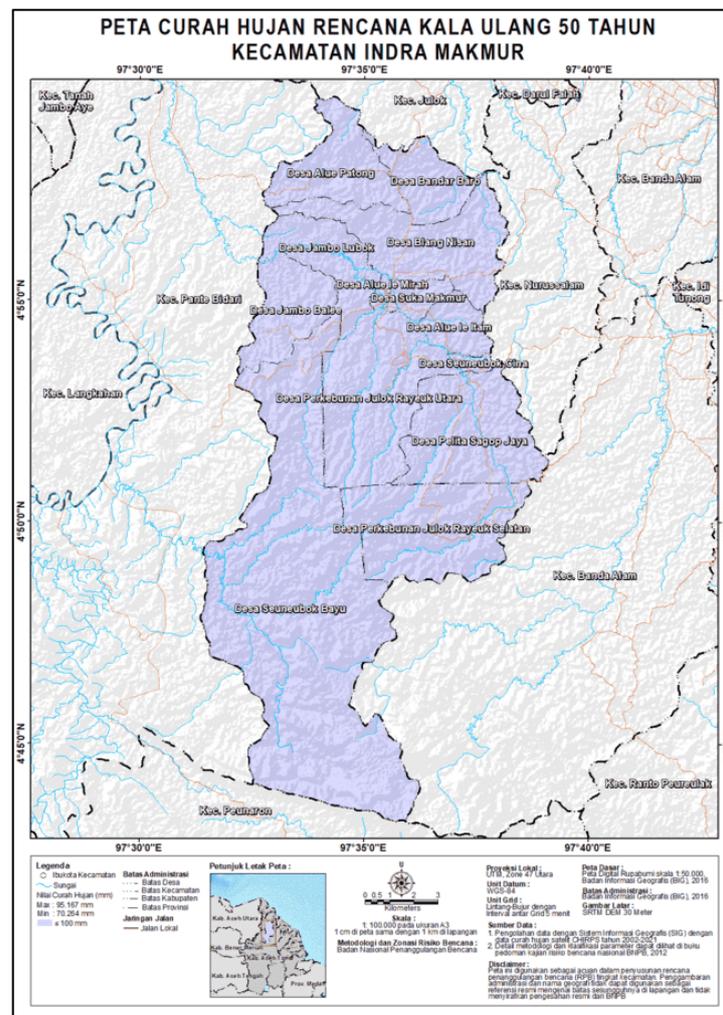
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penilaian Indeks Ancaman Bencana Banjir

1) Curah Hujan

Hasil interpolasi menggunakan metode IDW untuk curah hujan rencana kala ulang 50 tahun di lokasi penelitian menunjukkan nilai minimum sebesar 70,264 mm dan nilai maksimum sebesar 95,167 mm. Oleh karena itu, seluruh wilayah mengalami hujan dengan interval 0-100 mm yang termasuk dalam kategori hujan rendah. Meskipun parameter curah hujan di lokasi penelitian menunjukkan skor yang rendah, tetapi hal ini tidak dapat dipandang sebelah mata mengingat faktor perubahan iklim yang sangat dinamis akan berpengaruh terhadap kejadian hujan ekstrem [18]. Curah hujan yang tinggi akan berdampak langsung terhadap meningkatnya limpasan permukaan dimana fenomena terburuk yang akan dihadapi berupa meluapnya sungai yang menjadi gejala awal terjadinya bencana banjir [18].

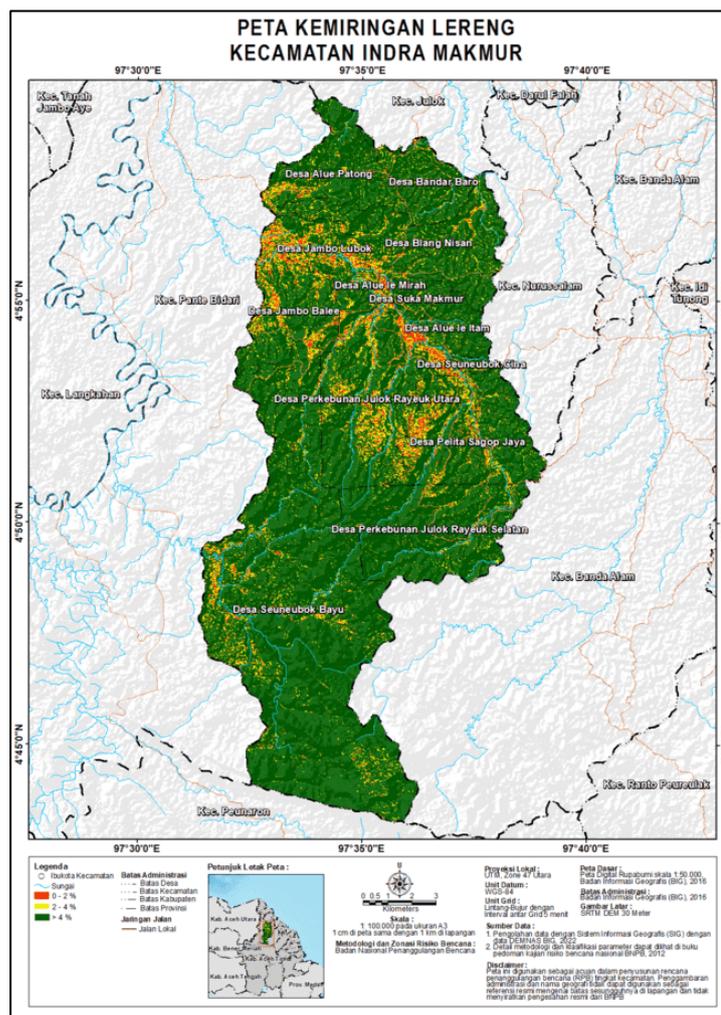
Peta curah hujan Kecamatan Indra Makmur ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Peta Curah Hujan Kecamatan Indra Makmur

3) Kemiringan Lereng

Hasil pengolahan data DEMNAS melalui SIG menunjukkan bahwa lokasi penelitian didominasi kemiringan $> 4\%$ dengan luas 20.541,006 ha. Sedangkan untuk kemiringan lereng 2-4% dan lereng 0-2% secara berturut-turut memiliki luas sebesar 2.528,117 ha dan 1.187,119 ha. Kawasan topografi curam yang membentang disekitar kawasan topografi sedang hingga landai menunjukkan bahwa lokasi penelitian berada di Daerah Aliran Sungai (DAS). Karakteristik lereng tersebut mengakibatkan air hujan yang turun melalui lereng yang curam akan mengalami peningkatan kecepatan sehingga jumlah limpasan permukaan akan terkonsentrasi pada lereng bagian bawah [6]. Alhasil daerah kemiringan lereng yang semakin kecil memiliki kemungkinan terjadi bencana banjir yang semakin besar. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa Wilayah hulu DAS Jambo Aye didominasi oleh kemiringan lereng sangat curam meningkatkan potensi terjadinya banjir kiriman ke daerah hilir DAS Jambo Aye akibat karakteristik lereng yang landai [6]. Peta kemiringan lereng Kecamatan Indra Makmur ditunjukkan dalam Gambar 5.

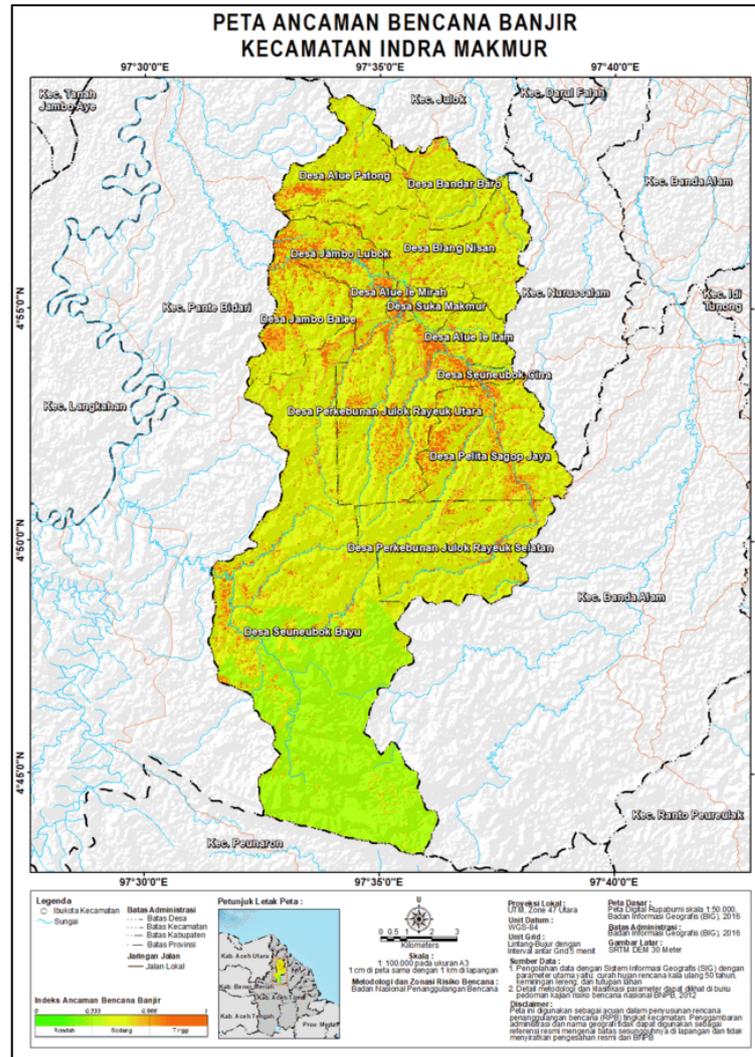


Gambar 5 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Indra Makmur

3.2 Pemetaan Sebaran Indeks Ancaman Bencana Banjir

Hasil pemetaan sebaran indeks ancaman bencana banjir dengan menggunakan SIG, menunjukkan bahwa dari total luas lokasi penelitian yaitu 243,297 km², kawasan dengan kelas ancaman tinggi seluas 12,230 km², kawasan dengan kelas ancaman sedang seluas 186,402 km², dan kawasan dengan kelas ancaman rendah seluas 44,743 km². Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa secara keseluruhan lokasi penelitian didominasi oleh kawasan dengan kelas ancaman banjir sedang mencakup 76,62% dari wilayah Kecamatan Indra Makmur. Dominannya sebaran indeks kelas ancaman sedang tidak terlepas dari kondisi kemiringan lereng yang curam serta banyaknya tutupan lahan kelas sedang meliputi semak, pertanian, dan perkebunan. Hal ini mengakibatkan air hujan yang jatuh, sebagian besar tidak mengalami infiltrasi. Alhasil limpasan permukaan akan menuju pada kemiringan yang lebih rendah dan terkonsentrasi di wilayah aliran sungai. Kondisi ini semakin diperburuk dengan sejumlah area permukiman yang berada di sekitar area sungai atau zona dataran banjir. Lebih lanjut kondisi ini menyebabkan sebaran indeks kelas ancaman tinggi sangat dominan pada area aliran sungai dan permukiman disekitarnya.

Dari hasil penentuan kelas ancaman untuk setiap desa berdasarkan luas dominan kelas ancaman diperoleh informasi bahwa terdapat 1 desa yang memiliki kelas ancaman tinggi yaitu Desa Alue Ie Mirah. Selain itu, terdapat 12 desa dengan kelas ancaman sedang yaitu Desa Seuneubok Bayu, Blang Nisam, Bandar Baro, Alue Patong, Seuneubok Cina, Pelita Sagop Jaya, Perkebunan Julok Rayeuk Utara, Perkebunan Julok Rayeuk Selatan, Jambo Balee, Jambo Lubok, dan Suka Makmur. Pada wilayah dengan kelas ancaman sedang maupun kelas ancaman tinggi diperlukan peningkatan kewaspadaan mengingat besarnya limpasan permukaan berpotensi memicu banjir dan bencana alam lain seperti longsor sehingga perlu melakukan evakuasi saat terjadi hujan lebat. Selain itu, wilayah dengan kelas ancaman tinggi perlu mendapatkan perhatian khusus perihal mitigasi bencana seperti pembangunan tanggul. Hal ini dilatarbelakangi oleh tingginya potensi ancaman disekitar area sungai serta belum adanya bangunan pelindung. Kondisi ini dikhawatirkan akan mengakibatkan bencana banjir dengan skala kerusakan tinggi mengingat daya rusak yang terus terakumulasi. Peta ancaman bencana banjir Kecamatan Indra Makmur ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6 Peta Ancaman Bencana Banjir Kecamatan Indra Makmur

3.3 Validasi Model Ancaman Bencana Banjir

Tahapan validasi peta ancaman bencana banjir dilakukan berdasarkan hasil pengamatan terhadap 30 titik sampel yang memiliki historis banjir di Kecamatan Indra Makmur. Berdasarkan hasil analisis validasi peta ancaman bencana banjir diperoleh informasi bahwa dari 30 titik sampel terdapat 7 titik validasi kelas tinggi, 17 titik validasi kelas sedang, dan 1 titik validasi kelas rendah yang sesuai dengan kondisi lapangan. Perhitungan akurasi validasi dengan menggunakan matriks konfusi diperoleh tingkat akurasi peta ancaman bencana banjir di Kecamatan Indra Makmur sebesar 83,33% dan telah memenuhi syarat 80% sehingga peta ancaman bencana banjir yang dihasilkan mampu mendekati kondisi lapangan. Hasil perbandingan melalui matriks kesalahan ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Matriks Kesalahan Perbandingan Model Ancaman Banjir dan Kondisi Lapangan

| Peta Ancaman | Kondisi Lapangan | | | Akurasi | |
|--------------|------------------|--------|--------|---------|--------|
| | Kelas | Tinggi | Sedang | | Rendah |
| Peta Ancaman | Tinggi | 7 | 2 | 0 | 83,33% |
| | Sedang | 1 | 17 | 0 | |
| | Rendah | 0 | 2 | 1 | |

Sejauh ini pendekatan yang digunakan oleh peneliti terdahulu dalam memvalidasi pemodelan peta ancaman terhadap lapangan ditentukan berdasarkan frekuensi bencana banjir dalam setahun [9]. Pendekatan ini kurang relevan digunakan untuk menghitung keakuratan peta ancaman banjir. Hal ini dikarenakan biasanya bencana dengan daya rusak kecil lebih sering terjadi daripada bencana besar [16]. Dengan demikian pendekatan parameter frekuensi untuk memvalidasi pemodelan peta ancaman terhadap lapangan dinilai kurang sesuai. Dari hal tersebut direkomendasikan untuk melakukan validasi pemodelan peta ancaman terhadap lapangan berdasarkan ketinggian genangan. Pernyataan ini kian menguatkan bahwasannya model ini dapat diterapkan sebagai alternatif model ancaman bencana banjir untuk kawasan dengan keterbatasan data penunjang.

4. KESIMPULAN

Hasil pemetaan ancaman bencana banjir di lokasi penelitian didominasi kawasan dengan kelas ancaman sedang sebanyak 12 desa (Alue Ie Itam, Seuneubok Bayu, Blang Nisam, Bandar Baro, Alue Patong, Seuneubok Cina, Pelita Sagop Jaya, Perk. Julok Rayeuk Utara, Perk. Julok Rayeuk Selatan, Jambo Balee,, Jambo Lubok, dan Suka Makmur) dan kawasan kelas ancaman tinggi sejumlah 1 desa yaitu Alue Ie Mirah. Model ancaman bencana banjir dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengkaji ancaman bencana banjir di lokasi penelitian karena memiliki tingkat akurasi yang baik yaitu sebesar 83,33%. Untuk Pemerintah Kabupaten Aceh Timur diharapkan memberikan perhatian khusus terhadap kawasan dengan kelas ancaman tinggi perihal mitigasi bencana, sedangkan untuk masyarakat yang berada di kawasan kelas sedang hendaknya meningkatkan kewaspadaan dan segera melakukan evakuasi sewaktu-waktu terjadi hujan dengan intensitas tinggi.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pembuatan peta ancaman bencana banjir dengan metode GFI (*Geomorphic Flood Index*) sebagai solusi untuk menggeneralisasi metode ancaman serta meningkatkan keakuratan dalam mengidentifikasi daerah potensi genangan banjir sesuai dengan pendekatan geomorfologi wilayah sungai.

5. REFERENSI

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Modul Teknis Banjir Vol 1, Jakarta: Direktorat PRB BNPB, 2019.
- [2] I. Umar, Mitigasi Bencana Banjir pada Kawasan Permukiman Di Kota Padang Provinsi Sumatera Barat, Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB, 2016.
- [3] R. J. Kodoatie, Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota, Yogyakarta: Andi Offset, 2013.
- [4] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Indeks Risiko Bencana Indonesia Tahun 2021, Jakarta: Pusdatinkom BNPB, 2022.
- [5] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Aceh Timur, "Rekapitulasi Informasi Kejadian Banjir Tahun 2014-2022 di Kabupaten Aceh Timur," BPBD Kabupaten Aceh Timur, Aceh Timur, 2023.
- [6] Azizah, C., Hidayat P., Nuraida., Halus S., Rahmat A., Sarif R., & Misnawati, "Karakteristik Hidrologi dan Dampaknya Terhadap Banjir Daerah Aliran Sungai Jambo Aye di Aceh Indonesia.," *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, vol. 5, no. 2, pp. 171-184, 2021.
- [7] Dandapat, K & Gopal K. P., *Modeling Earth System Environment*, vol. 3, p. 1627–1646 , 2017.
- [8] Seejata, K., Aphittha Y., Tubtim W., Nattapon M., & Sarintip T., "Assessment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province," *Procedia Engineering*, vol. 212, pp. 340-347, 2018.
- [9] A. T. A. L. N. & H. S. F. Ujung, "Kajian Pemetaan Risiko Bencana Banjir di Kota Semarang dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis," *Jurnal Geodesi Undip*, , vol. 8, no. 4, pp. 154-164, 2019.
- [10] Annisa, S. A. N. & Prijono N. D., "Pemetaan dan Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Banjir di Kecamatan Butuh, Kabupaten Purworejo," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2021.
- [11] Setiawan, Heri Muda and Junedi, Heri & Zuhdi, Mohd., "Analisis Spasial Terhadap Tingkat Kerawanan Banjir DAS Kenali Kecil Menggunakan Metode SNI 8197:2015.," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* , vol. 22, no. 1, pp. 266-271, 2022.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, Pemetaan Kerawanan Banjir Skala 1:25.000 dan 1:50.000, Jakarta: BSN, 2015.
- [13] L. Adiyani, "Nilai Faktor Pertumbuhan untuk Estimasi Hujan Rencana di Pulau Jawa," *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, vol. 5, no. 1, pp. 55-68, 2019.
- [14] Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat, Peta Risiko Kekeringan dan Banjir Berdasarkan Analisis Rainfall-Runoff, Jakarta: Puslitbang Sumber Daya Air, 2014.
- [15] Iseni, A. N., Thomas T. P., & Devina T., "Analisis Sebaran Daerah Rawan Longsor Menggunakan Remote Sensing dan Analytical Hierarchy Process (AHP) di Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Geosains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 149-160, 2020.
- [16] Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. .

- [17] Ikechukwu. Ebinne, E. et al, . Accuracy Assessment and Comparative Analysis of IDW, Spline and Kriging in Spatial Interpolation of Landform (Topography): An Experimental Study. Department of Geoinformatics and Surveying, Nigeria: University Nigeria, 2017.
- [18] Suripin & Dwi Kurniani, "Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang," *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, vol. 22, no. 2, pp. 119-128, 2016.
- [19] Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Timur, Kabupaten Aceh Timur Dalam Angka 2021, Kabupaten Aceh Timur: BPS Kabupaten Aceh Timur, 2021.
- [20] Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Timur, Kecamatan Indra Makmur dalam angka 2021, Kabupaten Aceh Timur: BPS Kabupaten Aceh Timur, 2021.
- [21] Sudirman, Slamet T. S., Roland, A. B., & Mukti A., "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Banjir/Genangan di Kota Pantai dan Implikasinya terhadap Kawasan Tepian Air," in *Seminar Nasional Space*, 2014.
- [22] Sari, S, "Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan (Menggunakan Model KINEROS)," *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 2, no. 2, pp. 148-158, 2012.