

Contents list available at journal.UIB.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.UIB.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

ANALISA POTENSI GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN ARC-GIS DI PULAU RANAI KABUPATEN NATUNA

(ANALYSIS OF FLOODING POTENTIAL USING ARC-GIS IN RANAI ISLAND, NATUNA REGENCY)

Deon Libora¹, Ade Jaya Saputra²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Internasional Batam

Email korespondensi: deonlibora01@email.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p>Banjir Pemetaan banjir Weighted sum Hidrologi Arc-GIS</p>	<p>Banjir merupakan masalah yang sering terjadi di Pulau Ranai, Kabupaten Natuna, khususnya dalam tiga tahun terakhir yaitu 2021, 2022, dan 2023, di mana tahun 2022 mencatatkan banjir terparah di antara ketiganya. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Digital Elevation Model (DEM), data Landcover, data Slope, dan data Curah hujan, yang semuanya merupakan data sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi genangan banjir menggunakan ArcGIS di Pulau Ranai, Kabupaten Natuna. Penelitian ini berfokus pada penggunaan aplikasi ArcGIS 10.8 sebagai satu-satunya platform untuk analisis. Metode analisis Weighted Sum digunakan untuk menggabungkan data dari berbagai sumber tersebut guna memetakan daerah yang berpotensi mengalami genangan banjir. Hasil penelitian berupa peta genangan banjir yang menunjukkan titik rawan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah tergenang banjir pada tahun-tahun sebelumnya secara fakta memang terletak di area rawan banjir. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa kelurahan yang memiliki kemungkinan akan terjadinya genangan air yaitu, Kelurahan Ranai Kota, Batu Hitam, Bandarsyah, Sungai ulu, Cemaga Utara, Cemaga Tengah, Cemaga Selatan. Peta genangan banjir ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga untuk perencanaan tata kota dan analisis hidrologi, serta dapat digunakan sebagai panduan dalam upaya mitigasi bencana banjir di Pulau Ranai.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Flood Floodplain Mapping Weighted sum Hydrology Arc-GIS</p>	<p><i>Flood is a problem that occurs frequently on Ranai Island, Natuna Regency, especially in the last three years namely 2021, 2022, and 2023, where 2022 recorded the most severe flood among them. The data used in this study includes Digital Elevation Model (DEM), Landcover data, Slope data, and Precipitation data, all of which are secondary data. This study aims to analyze the potential of flood inundation using ArcGIS on Ranai Island, Natuna Regency. The research focuses on the use of ArcGIS 10.8 application as the sole platform for analysis. The Weighted Sum analysis method is used to combine data from various sources to map areas that are potentially prone to flood inundation. The research results in a flood inundation map indicating flood-prone areas. The research findings also indicate that flood-inundated areas in previous years are indeed located in flood-prone areas. This map is expected to provide valuable information for urban planning and hydrological analysis, as well as to serve as a guide in flood disaster mitigation efforts on Ranai Island. The conclusion of this research emphasizes the importance of mapping the potential of flood inundation as an initial step in facing flood risks in the future. The flood inundation map produced is expected to be an effective tool for stakeholders in making decisions related to urban planning and natural resource management on Ranai Island, Natuna Regency. This research contributes to a better understanding of flood patterns in the area and provides a foundation for further research in the field of disaster mitigation.</i></p>

1. Pendahuluan

Bencana merujuk pada suatu kejadian atau serangkaian kejadian yang memiliki karakteristik menakutkan dan mengganggu kehidupan serta penghidupan masyarakat, disebabkan oleh faktor alam maupun non-alam, termasuk dampak dari tindakan manusia. Bencana dapat mengakibatkan kerugian berupa korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian materi, dan dampak psikologis [1]. Salah satu bencana yang dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar adalah banjir. Banjir merupakan keadaan di mana air meluap dan menyelimuti area yang biasanya tidak tergenang. Banjir dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, curah hujan yang tinggi, pencairan salju, pasang laut yang ekstrim, atau kerusakan pada infrastruktur pengelolaan air seperti tanggul atau sistem drainase. Banjir dapat terjadi dengan cepat atau berkembang secara bertahap, dan dampaknya dapat mencakup genangan air yang mengenai bangunan, lahan pertanian, dan struktur lainnya [2][3].

Pada tahun 2022, banjir terjadi di salah satu pulau di Kabupaten Natuna, Kepulauan Riau. Banjir ini mengakibatkan 1.117 jiwa warga yang tinggal di empat kelurahan terdampak, selain itu sebanyak 850 unit rumah dan 8 unit sekolah ikut terendam banjir dengan ketinggian muka air sekitar 50 hingga 120 sentimeter [4]. Secara astronomis, Kabupaten Natuna terletak pada titik koordinat 1016'-7019' LU (Lintang Utara) dan 105000'-110000' BT (Bujur Timur). Batas-batas wilayah sebagai berikut: Sebelah utara dengan Laut Natuna Utara, Sebelah selatan dengan Kabupaten Bintan, Sebelah barat dengan Semenanjung Malaysia, Sebelah timur dengan Laut Natuna Utara [5]. Kabupaten Natuna merupakan kepulauan dengan ibu kota di Kota Ranai, Pulau Ranai sebagai pulau terbesar. Pulau Ranai mengalami banjir secara konsisten dari 2021 hingga 2023, terutama pada akhir tahun. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa faktor penyebab banjir melibatkan kurangnya daerah resapan air, curah hujan tinggi, sistem drainase yang buruk, dan faktor lainnya [6].

Menurut *International Journal of Disaster Risk Reduction*, pemetaan untuk memprediksi luas banjir atau daerah potensial yang tergenang merupakan proses penting dalam setiap usaha perencanaan perkotaan dan harus ditambahkan sebagai prosedur wajib pada perancangan kota. Penemuan teknologi remote sensing dan Sistem Informasi Geografi (GIS) juga terbukti telah meringankan pekerjaan pemetaan, simulasi dan pemodelan resiko banjir [7]. Fungsi pemetaan banjir adalah sebagai acuan perencanaan dalam hal merencanakan infrastruktur dan penanggulangan resiko banjir untuk kedepannya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan genangan air yang berpotensi untuk muncul seandainya terjadi curah hujan dengan intensitas yang tinggi di Pulau Ranai, Kabupaten Natuna. Penelitian menggunakan bantuan Sistem Informasi Geografis (GIS) sebagai platform analisis utama. Dengan dilakukan penelitian ini, akan di dapatkan sebuah peta genangan air guna untuk memudahkan proses perancangan kota dan pencegahan banjir ke depannya.

2. Tinjauan Pustaka

Banjir adalah peristiwa dimana air mengalir dengan deras dan mencapai ketinggian di atas tingkat normal, menggenangi sebagian atau seluruh dataran yang biasanya tidak terkena dampak air. Bencana ini sering disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, yang tidak diimbangi oleh saluran pembuangan air yang memadai, sehingga dapat menyebabkan rendaman di wilayah-wilayah yang tidak diinginkan oleh penduduk setempat [8][9]. Banjir seringkali dipicu oleh curah hujan yang tinggi, di mana intensitas dan durasi hujan yang ekstrem dapat mengakibatkan peningkatan volume air di sungai dan saluran air [2]. Telah dilakukan penelitian di Jakarta dimana terjadi banjir yang terjadi pada tanggal 27 Januari hingga 1 Februari 2002 disebabkan adanya curah hujan yang tinggi, dimana curah hujan tersebut bukan hanya di Jakarta namun juga di daerah penyangganya. Terjadinya curah hujan dengan intensitas besar dan durasi lama disebabkan karena adanya pusat tekanan rendah di atas Selat Sunda

dan di Samudera Hindia. Ini menunjukkan bahwa curah hujan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap terjadinya banjir [10].

Air merupakan penyebab utama kegagalan dan kerusakan jalan. Penelitian menunjukkan bahwa kerusakan terkait air pada perkerasan dapat menyebabkan satu atau lebih bentuk deteriorasi yaitu:

a) berkurangnya kekuatan dasar, subdasar, dan subgrade, b) pembengkakan diferensial pada tanah subgrade yang mengembang, c) pengelupasan aspal pada perkerasan fleksibel, d) pengangkatan tanah akibat pembekuan dan berkurangnya kekuatan selama pencairan es, e) pergerakan partikel halus ke dalam bahan dasar atau subdasar yang mengakibatkan penurunan konduktivitas hidrolis secara signifikan [11][12]. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan untuk mengelola data berreferensi geografis, termasuk input data, manajemen data, manipulasi dan analisis data, serta menghasilkan output. Dalam konteks bencana banjir, SIG berfungsi sebagai alat untuk memetakan zona potensi banjir dengan menggunakan data seperti curah hujan, kemiringan lahan, ketinggian lahan, jenis tanah, penggunaan lahan, dan buffer sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya mitigasi bencana sebelum bencana terjadi, dengan menggunakan SIG sebagai media untuk mempersiapkan masyarakat menghadapi banjir dan mengurangi kerugian yang mungkin terjadi. [13].

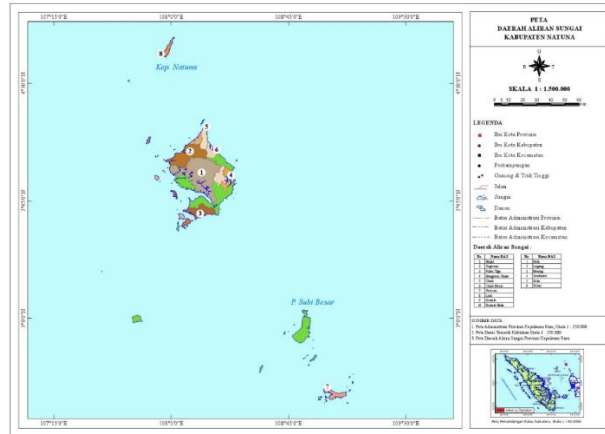
Arc-GIS dikembangkan oleh Esri (Environmental Systems Research Institute), adalah rangkaian perangkat lunak sistem informasi geografis (GIS) yang digunakan untuk pemetaan dan analisis spasial. Istilah "ArcGIS" adalah kombinasi dari "ARC," yang merupakan singkatan dari "sistem informasi geografis," dan "GIS," yang merujuk pada sistem yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menyajikan data spasial atau geografis [14]. DEM merupakan singkatan dari Digital Elevation Model, yang merupakan representasi digital dari elevasi permukaan bumi atau topografi. DEM mempunyai peranan yang sangat penting untuk berbagai aplikasi seperti analisis topografi, pemodelan hidrologi, pemantauan lingkungan, dan kartografi. DEM biasanya berupa kumpulan data grid atau raster di mana setiap sel atau piksel mengandung informasi tentang elevasi lokasi yang sesuai pada permukaan bumi [15]. Terdapat beberapa situs untuk memperoleh data DEM secara akurat, yaitu dari website pemerintah resmi seperti *U.S. Geological Survey (USGS)*, *NASA and the European Space Agency (ESA)*, *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, dan lain-lain.

Data landcover mengacu pada informasi tentang jenis dan penutupan tanah di suatu wilayah tertentu. Ini mencakup segala sesuatu mulai dari hutan, padang rumput, pertanian, area perkotaan, air, dan lain sebagainya. Data landcover dapat digunakan untuk memahami karakteristik fisik dan biologis dari suatu daerah serta dampaknya terhadap lingkungan dan keberlanjutan. Data landcover biasanya diperoleh melalui pemetaan menggunakan citra satelit atau foto udara yang kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai jenis penutupan tanah. Setiap jenis penutupan tanah kemudian diberi label atau kategori yang sesuai, seperti hutan, semak belukar, lahan pertanian, area terbangun, air, dan sebagainya [16]. Data kemiringan (slope data) adalah informasi yang menggambarkan kemiringan atau kecuraman permukaan tanah di suatu wilayah. Kemiringan dinyatakan sebagai sudut atau persentase kemiringan dari horizontal, yang mengindikasikan seberapa curam atau landai suatu area. Data kemiringan umumnya diperoleh dari Digital Elevation Model (DEM) atau model elevasi digital, yang merekam elevasi atau ketinggian permukaan tanah di berbagai titik dalam wilayah yang dipetakan. [17]

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Pulau Ranai, Kabupaten Natuna. Pulau Ranai terletak di koordinat 1016'-7019' LU (Lintang Utara) dan 105000'-110000' BT (Bujur Timur).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Data Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode kuantitatif. Aplikasi yang di gunakan dalam penelitian ini adalah Arc-gis dan Hec-ras. Terdapat beberapa data yang akan di gunakan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 3.1 Jenis data yang di gunakan

No.	Data	Jenis Data
1	Data Peta Topografi	Sekunder
2	Data Presipitasi	Sekunder
3	Data DEM	Sekunder
4	Data <i>landcover</i>	Sekunder
5	Data slope/kemiringan	Sekunder

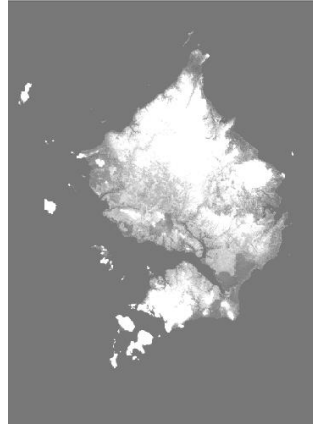
3.4 Sumber Data dan Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Weighted Sum. Metode Weighted Sum adalah salah satu teknik analisis spasial yang tersedia di ArcGIS, yang digunakan untuk menggabungkan beberapa lapisan data spasial menjadi satu lapisan dengan memberikan bobot (weight) pada setiap lapisan. Teknik ini memungkinkan pengguna untuk membuat pemodelan multi-kriteria dengan menggabungkan berbagai faktor atau variabel spasial dalam sebuah analisis. Hasil dari proses weighted sum akan menjadi peta potensi rawan banjir dengan menggunakan pembobotan antar parameter, sebagai berikut:

Tabel 3.2 Bobot parameter *Weighted Sum*

No	Parameter	Bobot
1	Elevasi	0,1
2	Slope	0,1
3	<i>Landcover</i>	0,3
4	Curah hujan	0,3
5	Jarak aliran terhadap sungai	0,2

Pada penelitian ini, terdapat 5 variabel yang akan di proses menjadi sebuah peta genangan air yaitu: *Digital Elevation Model* (DEM), *Slope*/kemiringan, Jarak aliran terhadap sungai terdekat, Data tutupan lahan/*landcover*, dan Curah hujan. Data DEM diperoleh dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Dataset yang di unduh menggunakan format modul *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global* dengan ketelitian 30 m pixel.



Gambar 3.2 Data DEM Natuna

Data *slope* diperoleh dari data satelit yaitu di situs <https://opentopography.org/>. Dataset yang di unduh menggunakan format dan ketelitian yang sama dengan DEM.



Gambar 3.3 Data Slope Natuna

Data curah hujan diperoleh dari data satelit yaitu di situs <https://worldclim.org> dengan ketelitian 30 second, rentan waktu tahun 1970-2000.



Gambar 3.4 Data Curah Hujan Natuna

Data *landcover* diperoleh dari data satelit yaitu di situs <https://livingatlas.arcgis.com> dengan tanggal data tahun 2021 dengan ketelitian 10 m.



Gambar 3.5 Data Landcover Natuna

Terdapat beberapa informasi yang bisa diperoleh dari data di atas yaitu:

Tabel 3.3 Informasi Warna pada Landcover Natuna

No	Warna	Makna
1	Hijau tua	Pepohonan
2	Putih abu	Padang rumput
3	Merah tua	Pemukiman
4	Biru tua	Rawa
5	Biru muda	Perairan
6	Kuning	Sawah

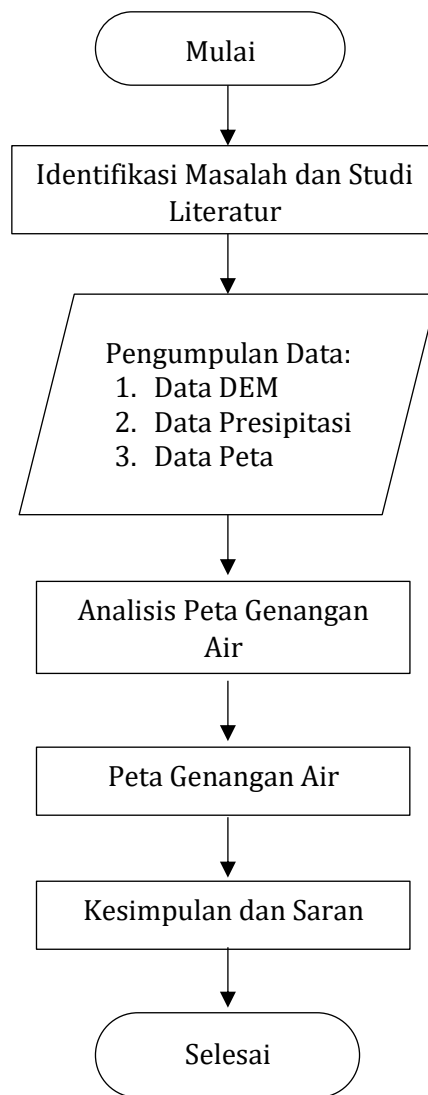
Peta Kabupaten Natuna diperoleh dari situs resmi pemerintah yaitu <https://natunakab.go.id>



Gambar 3.6 Data Shapefile Natuna

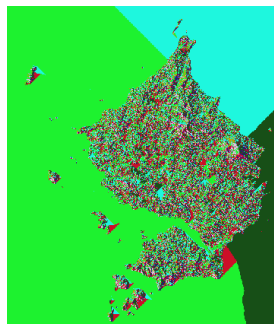
3.3. Bagan Alur Penelitian

Langkah-langkah pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 Bagan alur berikut ini:



4. Hasil dan Pembahasan

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode *Weighted Sum*. Tetapi untuk mencapai tahap tersebut, kita harus mengolah data untuk memperoleh data jarak aliran terhadap sungai terlebih dahulu. Data diolah dengan input raster DEM ke dalam komando Flow Direction (Spatial Analyst) dan menggunakan tipe flow direction yaitu B8.



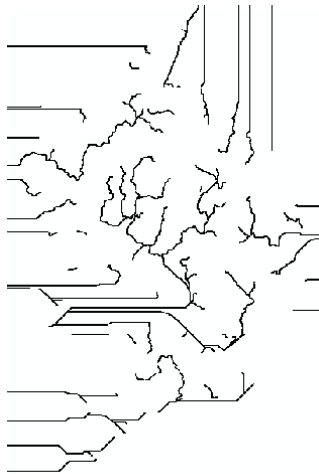
Gambar 4.1 Flow direction

Selanjutnya data Flow Direction di olah menjadi Flow Accumulation. Data di olah dengan input raster Flow Direction ke dalam komando “Flow Accumulation (Spatial Analyst)” dan menggunakan tipe flow direction yaitu B8.



Gambar 4.2 Flow Accumulation

Setelah itu data Flow Accumulation diolah menjadi data Streams / aliran dengan cara mengklasifikasi data Stream 1% dari value maksimal Flow Accumulation. Angka di dalam range 1% tersebut di anggap NoData.



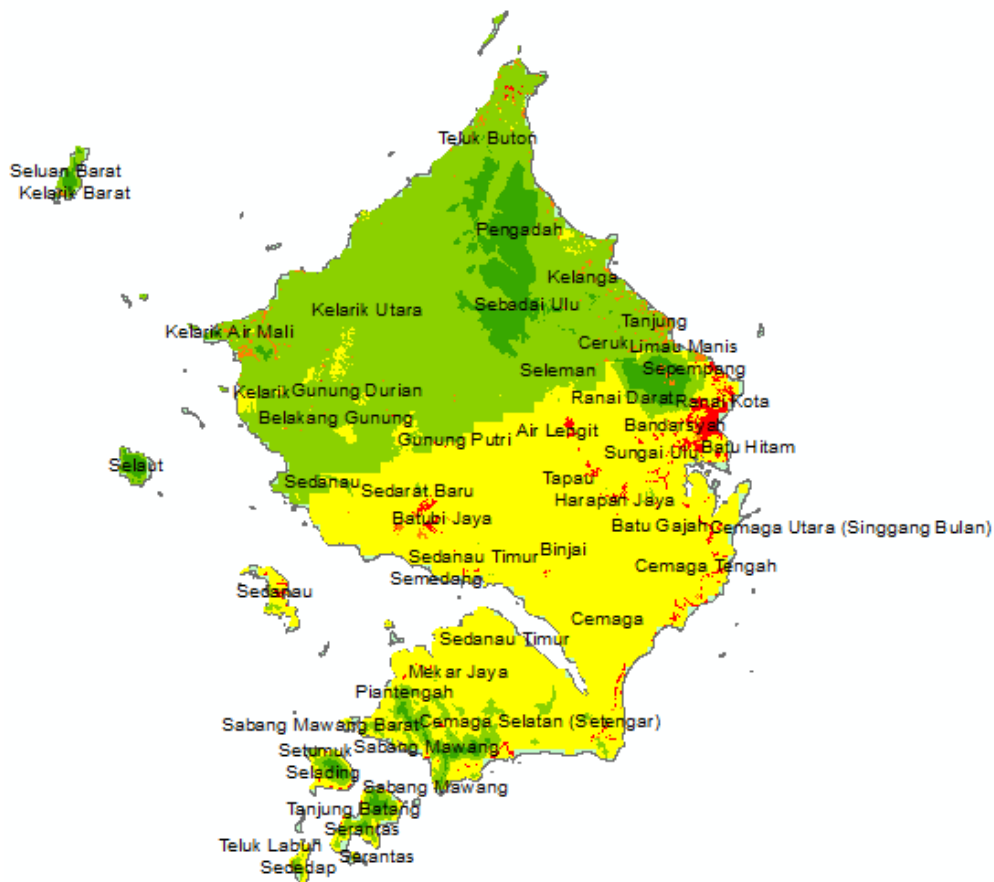
Gambar 4.3 Streams/aliran air

Setelah mendapatkan data Stream, kita mencari data jarak aliran terhadap sungai. Data di olah dengan input raster Streams ke dalam komando “Euclidean Distance (Spatial Analyst)” dengan distance method yaitu PLANAR.



Gambar 4.4 Jarak aliran terhadap sungai

Setelah mendapatkan seluruh variabel maka dilakukan reklasifikasi nilai setiap raster dan pengaturan bobot pada command “Weighted Sum (Spatial Analyst)” sehingga di dapatkan peta genangan banjir sebagai berikut.



Gambar 4.5 Peta Genangan Air Pulau Ranai Natuna

Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa kelurahan yang memiliki kemungkinan akan terjadinya genangan air yaitu, Kelurahan Ranai Kota, Batu Hitam, Bandarsyah, Sungai ulu, Cemaga Utara, Cemaga Tengah, Cemaga Selatan, dan lain-lain. Terdapat beberapa variabel warna dalam gambar yang memiliki arti:

Tabel 4.1 Legenda Peta Genangan Air Pulau Ranai Natuna

No	Warna	Probabilitas
1	Hijau tua	Sangat Kecil
2	Kuning	Kecil
3	Kuning	Medium
4	Oren	Tinggi
5	Merah	Sangat Tinggi

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan penelitian dikarenakan terjadi banjir yang sering di Pulau Ranai, Kabupaten Natuna, didapatkan sebuah peta genangan air yang menunjukkan beberapa kelurahan memiliki resiko terjadinya genangan air. Kelurahan yang beresiko antara lain Kelurahan Ranai Kota, Batu Hitam, Bandarsyah, Sungai ulu, Cemaga Utara, Cemaga Tengah, Cemaga Selatan, kelurahan lain yang terdapat warna merah pada peta genangan air. Hasil penelitian yang diperoleh berkorelasi langsung dengan lokasi kejadian banjir yang terjadi pada tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada Kelurahan Ranai Kota,

Bandarsyah, dan Sungai Ulu. Berkat penelitian ini, diharapkan kedepannya hasil penelitian dapat berguna untuk perencanaan tata kota dan keperluan analisis hidrologi bagi pihak yang membutuhkan.

Ucapan Terimakasih

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga publikasi artikel ilmiah dengan judul "Analysis of Flooding Potential Using Arc-GIS in Ranai Island, Natuna Regency" dapat selesai tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ade Jaya Saputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dalam penulisan artikel ilmiah ini.

Daftar Rujukan

- [1] A. Hardianto *et al.*, "Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat," *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, vol. 1, no. 1, pp. 23–31, May 2020, doi: 10.23960/jgrs.2020.v1i1.16.
- [2] B. Merz *et al.*, "Causes, impacts and patterns of disastrous river floods," *Nature Reviews Earth and Environment*, vol. 2, no. 9. Springer Nature, pp. 592–609, Sep. 01, 2021. doi: 10.1038/s43017-021-00195-3.
- [3] R. Putra, B. S. Wignyosukarto, and D. Legono, "Delineation and Evaluation of Land Use and Spatial Patterns on the Flood Plains in the City of Sungai Lilin," *Journal of Civil Engineering and Planning*, vol. 3, no. 2, pp. 107–117, Dec. 2022, doi: 10.37253/jcep.v3i2.6353.
- [4] M. A. Dwiatmodjo, "Empat Kelurahan di Natuna Terendam Banjir," <https://www.bnpb.go.id/berita>, Natuna, Dec. 16, 2022.
- [5] Pemerintah Daerah Kabupaten Natuna, "Kondisi Geografis Kabupaten Natuna," <https://natunakab.go.id/ekonomi-daerah-di-kabupaten-natuna/kondisi-geografis-kabupaten-natuna/>.
- [6] R. Putra Suyatman, "Banjir di Natuna, 20 Rumah Terendam dan 24 Jiwa Mengungsi," <https://www.bnpb.go.id/berita>, 2023. Accessed: Jan. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.bnpb.go.id/berita/banjir-di-natuna-20-rumah-terendam-dan-24-jiwa-mengungsi>
- [7] F. N. Nkeki, E. I. Bello, and I. G. Agbaje, "Flood risk mapping and urban infrastructural susceptibility assessment using a GIS and analytic hierarchical raster fusion approach in the Ona River Basin, Nigeria," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 77, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.ijdr.2022.103097.
- [8] R. Wayan Lestari, I. Kanedi, and Y. Arliando, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DAERAH RAWAN BANJIR DI KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN ARCVIEW."
- [9] J. Inovasi Penelitian, O. Eldi Widyaishwara Kementerian Agraria dan Tata Ruang, B. Pertanahan Nasional Jl Sisingamangaraja No, K. Kby Baru, K. Jakarta Selatan, and D. Khusus, "ANALISIS PENYEBAB BANJIR DI DKI JAKARTA".
- [10] E. Dan, A. Curah, H. Sebagai, S. Purwo, and N. Intisari, "EVALUASI DAN ANALISIS CURAH HUJAN SEBAGAI FAKTOR PENYEBAB BENCANA BANJIR JAKARTA."
- [11] M. M. E. Zumrawi, "International Journal of Multidisciplinary and Scientific Emerging Research The Impacts of Poor Drainage on Road Performance in Khartoum," 2014. [Online]. Available: <http://www.ijmser.com/>

- [12] “Analisa Hubungan Tingkat Hujan Dengan Desain Infrastruktur Drainase Yang Berada Di Kawasan Mega Superblock Meisterstadt Pollux Habibie Batam”.
- [13] ad Humam, D. Sitanala Putra Baladiyah, G. Annisa Hermastuti, I. Rahmayani, R. Vidia Mahyunis, and S. Fauziah Sayuti, “PEMETAAN DAERAH POTENSI RAWAN BANJIR DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI METODE WEIGHTED OVERLAY DI KELURAHAN KETEGUHAN.”
- [14] S. Aronoff, “Geographic information systems: A management perspective,” *Geocarto Int*, vol. 4, no. 4, p. 58, 1989, doi: 10.1080/10106048909354237.
- [15] “Analisa Data Foto Udara untuk DEM dengan metode TIN, IDW, dan Kriging”.
- [16] M. A. Wulder, N. C. Coops, D. P. Roy, J. C. White, and T. Hermosilla, “Land cover 2.0,” *International Journal of Remote Sensing*, vol. 39, no. 12. Taylor and Francis Ltd., pp. 4254–4284, Jun. 18, 2018. doi: 10.1080/01431161.2018.1452075.
- [17] M. Digvijay, P. Salunkhe, and A. Guruprasad Chvan, “An Overview on Methods for Slope Stability Analysis.” [Online]. Available: www.ijert.org