

Pemetaan Zona Rawan Banjir di Kabupaten Luwu Utara Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang Terintegrasi dalam Sistem Informasi Geografis (SIG)

Tiardo Yosua Simangunsong^{1,2*}, Subaer², Pariabti Palloan²

¹Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Stasiun Meteorologi Andi Jemma Luwu Utara, 92961, Indonesia

²Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 12 April 2024
Direvisi: 10 Mei 2024
Diterima: 24 Juni 2024

Kata kunci:

Analytical Hierarchy Process
Banjir
Sistem Informasi Geografis (SIG)
Weighted Overlay

Keywords:

Analytical Hierarchy Process
Flood
Geographic Information System (GIS)
Weighted Overlay

Penulis Korespondensi:

Tiardo Yosua Simangunsong
Email:
tiardo.simangunsong@bmkg.go.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk memetakan zona-zona rawan banjir di Kabupaten Luwu Utara dengan mempertimbangkan parameter curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, tata guna lahan, geologi, densitas drainase, jarak kerapatan jalan dan elevasi/ketinggian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan seberapa besar pengaruh dari setiap parameter terhadap risiko banjir dan menampilkan hasilnya dalam bentuk peta rawan banjir. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa, curah hujan memiliki dampak terbesar terhadap risiko banjir sebesar 0,30, diikuti oleh kemiringan 0,20, penggunaan lahan 0,13, elevasi sebesar 0,12, densitas drainase 0,09, geologi 0,07, jenis tanah 0,05, dan jarak antar jalan sebesar 0,04. Seluruh parameter yang telah di analisis, kemudian di *weighted overlay* menjadi peta rawan banjir. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa Kabupaten Luwu Utara memiliki tingkat risiko banjir sedang, dengan wilayah yang terkena dampak mencapai 3.813 km² atau sekitar 50,78% dari total luas wilayah. Wilayah dengan tingkat risiko rawan mencakup 17,48 km² atau sekitar 23,28%, dan wilayah dengan kategori cukup rawan mencakup 1.939 km² atau sekitar 25,82% dari total luas wilayah.

Research has been conducted to map flood-prone zones in North Luwu Regency by considering rainfall parameters, soil type, slope, land use, geology, drainage density, road density distance and elevation. The method used in this research is the Analytical Hierarchy Process (AHP) method integrated with Geographic Information Systems (GIS). The purpose of this research is to determine how much each parameter contributes to flood risk and visualize the results in the form of flood-prone maps. The results in this study show that rainfall has the biggest cause of flood risk at 0.30, followed by slope 0.20, land use 0.13, elevation at 0.12, drainage density 0.09, geology 0.07, soil type 0.05, and distance between roads at 0.04. All parameters that have been analyzed, then weighted overlay into a flood-prone map. The mapping results show that North Luwu Regency has a moderate level of flood risk, with an area coverage of 3.813 km² or 50,78% of the total area. As for the vulnerable level category, it covers an area of 17,48 km² or 23,28%, and for the moderately vulnerable zone level category it covers an area of 1.939 km² or 25,82% of the total area.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Bencana alam adalah kejadian yang bisa mengganggu aktivitas manusia dan menimbulkan kerugian di berbagai sektor. Di Indonesia, salah satu jenis bencana alam yang sering terjadi adalah bencana hidrometeorologi. Menurut data resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2022, sebanyak 3.522 kejadian bencana tercatat dari seluruh provinsi dan Kabupaten/Kota, dengan 99,5% di antaranya merupakan bencana hidrometeorologi. Bencana hidrometeorologi seperti banjir, dapat memiliki dampak yang lebih serius terhadap kehidupan dan aktivitas manusia (Pandega & Hastuti, 2019).

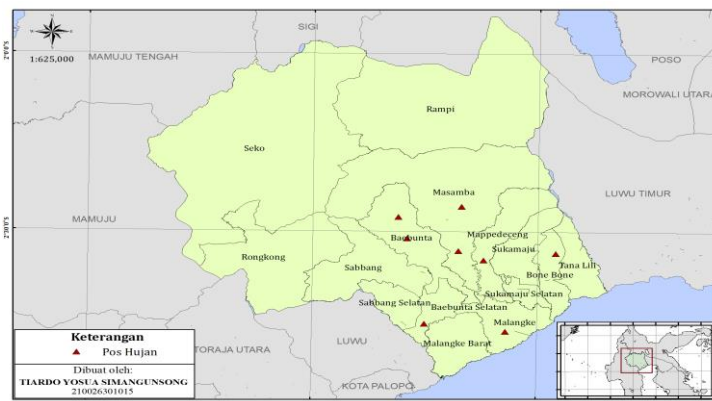
Berdasarkan data rata-rata curah hujan 30 tahun dari BMKG, wilayah Luwu Utara merupakan wilayah yang tidak memiliki musim hujan ataupun musim kemarau. Wilayah ini cenderung memiliki curah hujan yang selalu tinggi setiap tahun nya. Selain itu, kondisi topografi wilayah ini juga sangat kompleks. Pada bagian utara, barat, dan timur wilayah ini merupakan wilayah dataran tinggi dan memiliki lereng yang curam, serta pada bagian selatan merupakan dataran rendah. Terdapat juga empat sungai besar yang mengalir ke arah selatan dan bermuara di Teluk Bone. Kondisi curah hujan tinggi dan topografi yang kompleks membuat wilayah ini rentan terhadap banjir. Untuk itu, dibutuhkan strategi atau metode pengambilan keputusan yang efektif dalam mengelola banjir. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah teknik *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Banyak penelitian telah menggunakan kombinasi AHP dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan wilayah yang rawan banjir dengan lebih akurat. Salah satu contohnya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Faris & Syafira, 2019) di Maros, yang mempertimbangkan parameter seperti curah hujan, kemiringan lereng, jarak dari sungai, tutupan lahan, elevasi, dan litologi. Penelitian ini menunjukkan bahwa faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan, dengan bobot sebesar 0,40. Selain itu, pemetaan risiko banjir dengan menggunakan AHP juga telah dilakukan oleh (Nirwana, 2020) di Kota Semarang, dengan mempertimbangkan parameter curah hujan, pasang surut, dan penurunan muka tanah, dengan faktor utama yaitu curah hujan dengan bobot 0,46. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aldimasqie et al., 2022) di DKI Jakarta, yang memperoleh bahwa curah hujan memiliki bobot tertinggi sebesar 0,405 dalam memetakan wilayah yang rentan terhadap banjir.

Penggunaan metode AHP untuk menentukan zona rawan banjir di Wilayah Luwu Utara merupakan suatu inovasi yang belum pernah diimplementasikan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki potensi untuk menjadi langkah awal dalam mengatasi masalah banjir dengan pendekatan pengambilan keputusan berbasis hierarki.

II. METODE

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Luwu Utara dengan koordinat antara $2^{\circ}30'45''$ sampai $2^{\circ}37'30''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}41'15''$ sampai $121^{\circ}43'11''$ Bujur Timur. Kabupaten ini terdiri dari 15 Kecamatan (Baebunta, Baebunta Selatan, Bone-Bone, Malangke, Malangke Barat, Mappedeceng, Masamba, Rampi, Rongkong, Sabbang, Sabbang Selatan, Seko, Sukamaju, Sukamaju Selatan dan Tanalili) yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan analisis kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dalam satu wilayah dan waktu tertentu, untuk

memperoleh gambaran secara menyeluruh daerah yang berpotensi rawan banjir di Wilayah Luwu Utara dan pengaruh dari tiap parameter yang digunakan.

Penelitian ini memanfaatkan data curah hujan dari 8 pos pengamatan dari tahun 2013-2022 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Andi Jemma Luwu Utara dan diolah menjadi peta curah hujan dengan cara interpolasi dengan teknik IDW. Selain itu, data peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dijadikan dasar peta untuk membuat peta tata guna lahan, kerapatan jalan, elevasi dan geologi. Untuk informasi mengenai *slope* dan densitas drainase, digunakan data Digital Elevasi Model (DEM). Sementara itu, data mengenai jenis tanah diunduh dari *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) dan *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), yang kemudian diolah menjadi peta jenis tanah. Untuk memvalidasi peta rawan banjir terhadap kejadian banjir, digunakan data rekapitulasi dan rata-rata kejadian banjir tahunan di Kawasan Luwu Utara selama periode 2019-2021 yang diperoleh dari situs web Badan Pusat Statistik (BPS). Semua data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS dan diklasifikasikan kembali sesuai dengan kebutuhan atau kondisi wilayah yang diteliti. Klasifikasi masing-masing parameter juga diberi bobot yang relevan, seperti yang tercantum dalam Tabel 1- 8.

Tabel 1 Klasifikasi Curah Hujan, Modifikasi (Hassan & Kamarudzaman, 2023)

No	Jumlah Curah Hujan (mm/tahun)	Bobot
1	3,000-3,500	1
2	3,500-4,000	2
3	4,000-4,500	3
4	4,500-5000	4
5	>5000	5

Tabel 2 Klasifikasi Jenis Tanah, Modifikasi (Aldimasqie et al., 2022)

No	Jenis Tanah	Bobot
1	<i>Humic Andosols</i>	2
2	<i>Orthic Andosols</i>	2
3	<i>Dystric Fluvisols</i>	2
4	<i>Gyeylic Arcisols</i>	2
5	<i>Orthic Arcisols</i>	2
6	<i>Dystric Nitosols</i>	4
7	<i>Chormic Vertisols</i>	5

Tabel 3 Klasifikasi *Slope*, Modifikasi (Vojtek & Vojteková, 2019)

No	<i>Slope</i> (%)	Bobot
1	0-2	5
2	2-5	4
3	5-15	3
4	15-40	2
5	>40	1

Tabel 4 Klasifikasi Tata Guna Lahan, Modifikasi (Aldimasqie et al., 2022)

No	Tata Guna Lahan	Bobot
1	Perkebunan, Hutan	1
2	Tanah terbuka	3
3	Sawah, Ladang terbuka, Pertanian	4
4	Badan air, Danau, Tambak, Pertambangan	5
6	Pemukiman, Gedung	5

Tabel 5 Klasifikasi Geologi, Modifikasi (Aldimasqie et al., 2022; Kourgialas & Karatzas, 2011)

No	Jenis Bebatuan Geologi	Bobot
1	Aliran Lava	3
2	Alluvium	5
3	Andesite	2
4	Anggota Batu Lempung	3
5	Badan Air, Rawa	1
6	Batu Pasir	2
7	Batuan Gunung Api	3
8	Breksi	4
9	Endapan Pantai, Laut Dangkal, Banjir	1
10	Formasi Miosen	3
11	Formasi Pliosen	3
12	Tuff	2

Tabel 6 Klasifikasi Densitas drainase, Modifikasi (Vojtek & Vojteková, 2019)

No	Densitas Drainase (km/km ²)	Bobot
1	0-0,5	1
2	0,5-0,93	2
3	0,93-1,18	3
4	1,18-1,43	4
5	1,43-2,01	5

Tabel 7 Klasifikasi Jarak Kerapatan Jalan, Modifikasi (Rahman et al., 2021)

No	Jarak Kerapatan Jalan (m)	Bobot
1	0-500	5
2	500-1,000	4
3	1,000-1,500	3
4	1,500-2,000	2
5	>2,000	1

Tabel 8 Klasifikasi Elevasi, Modifikasi (Vojtek & Vojteková, 2019)

No	Elevasi	Bobot
1	0-500	5
2	500-1,000	4
3	1,000-1,500	3
4	1,500-2,000	2
5	>2,000	1

Setelah semua parameter di klasifikasikan, langkah selanjutnya adalah membandingkan setiap parameter berdasarkan tingkat kepentingannya untuk menentukan nilai bobot yang digunakan dalam perhitungan AHP. Adapun dasar penilaian tingkat kepentingan antar dua parameter, didasari oleh skala tingkat kepentingan (Saaty, 2008) yang dijelaskan pada Tabel 9.

Tabel 9 Skala Tingkat Kepentingan Parameter (Saaty, 2008)

Nilai Kepentingan	Keterangan
1	Tingkat kepentingan setara
2	Tingkat kepentingan kurang
3	Tingkat kepentingan cukup
4	Tingkat kepentingan cukup lebih penting
5	Tingkat kepentingannya tinggi
6	Tingkat kepentingannya lebih tinggi
7	Tingkat kepentingan sangat penting
8	Tingkat kepentingan amat sangat penting
9	Tingkat kepentingan Paling penting

Bobot awal untuk setiap parameter diambil dari penelitian sebelumnya, kemudian di modifikasi berdasarkan keadaan wilayah yang diteliti. Nilai bobot dari matriks perbandingan tiap parameter seperti curah hujan (CH), tata guna lahan (TGL), jenis tanah (JT), geologi (GEO), slope (SLP), densitas drainase (DD), jarak ke jalan (JJ) dan elevasi (EL) ditunjukkan pada Tabel 10 dan dimasukkan ke dalam perhitungan AHP.

Tabel 10 Nilai bobot parameter banjir, modifikasi (Aldimasqie et al., 2022; Swain et al., 2020)

Parameter	CH	TGL	JT	GEO	SLP	DD	JJ	EL
CH	1	3	5	5	3	3	5	3
TGL	1/3	1	3	2	1	3	2	1
JT	1/5	1/3	1	1/2	1/3	1/3	3	1/3
GEO	1/5	1/2	2	1	1/3	1	3	1/3
SLP	1	1	3	3	1	5	3	2
DD	1/3	1/3	3	1	1/5	1	5	1
JJ	1/5	1/2	1/3	1/5	1/3	1/5	1	1/3
EL	1/3	1	3	3	1/2	1	3	1

Langkah pertama dalam perhitungan AHP adalah melakukan normalisasi nilai dengan membagi setiap nilai kriteria oleh total nilai pada setiap kolom pada Tabel 10. Kemudian, nilai hasil normalisasi dari setiap baris dijumlahkan untuk mendapatkan nilai prioritas vektor (PV) yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Nilai prioritas *vector* dan bobot parameter

Parameter	CH	TGL	JT	GEO	SLP	DD	JJ	EL	PV	Bobot
CH	0,28	0,39	0,25	0,32	0,45	0,21	0,20	0,34	2,43	0,30
TGL	0,9	0,13	0,15	0,13	0,15	0,21	0,08	0,11	1,05	0,13
JT	0,06	0,04	0,05	0,03	0,05	0,02	0,12	0,03	0,41	0,05
GEO	0,06	0,07	0,10	0,06	0,05	0,07	0,12	0,03	0,56	0,07
SLP	0,28	0,13	0,15	0,19	0,15	0,34	0,12	0,22	1,59	0,20
DD	0,09	0,04	0,15	0,06	0,03	0,07	0,20	0,11	0,76	0,09
JJ	0,06	0,07	0,02	0,01	0,05	0,01	0,04	0,03	0,29	0,04
EL	0,08	0,13	0,15	0,19	0,07	0,07	0,12	0,11	0,93	0,12

Selanjutnya, untuk menghitung bobot per parameter, total nilai normalisasi dari setiap parameter dibagi dengan jumlah parameter yang digunakan. Hasil penjumlahan yang telah dibagi pada setiap baris matriks tersebut akan memberikan nilai prioritas vektor untuk setiap area dan akan diterapkan dalam pengolahan pada SIG.

Sebelum diimplementasikan ke dalam SIG, maka dilakukan uji *Consistency Ratio* (CR) untuk memastikan keputusan yang diambil konsisten. Nilai CR dikatakan konsisten atau layak jika tidak melebihi 10% atau 0,1. Untuk menghitung nilai CR adalah pertama menghitung nilai λ_{maks} , pada Persamaan (1), kemudian menentukan nilai (RI) berdasarkan kriteria RI dari penelitian (Saaty, 2008) pada Tabel 12. Kemudian menghitung nilai *Consistency Index* (CI) pada Persamaan (2), dan tahap terakhir menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR) pada Persamaan (3). Berikut persamaan yang digunakan dalam memperoleh nilai CR:

$$\max = \frac{\text{Jumlah bobot}}{\text{Jumlah Parameter}} \quad (1)$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Tabel 12 Nilai Ratio Index (RI) (Saaty, 2008)

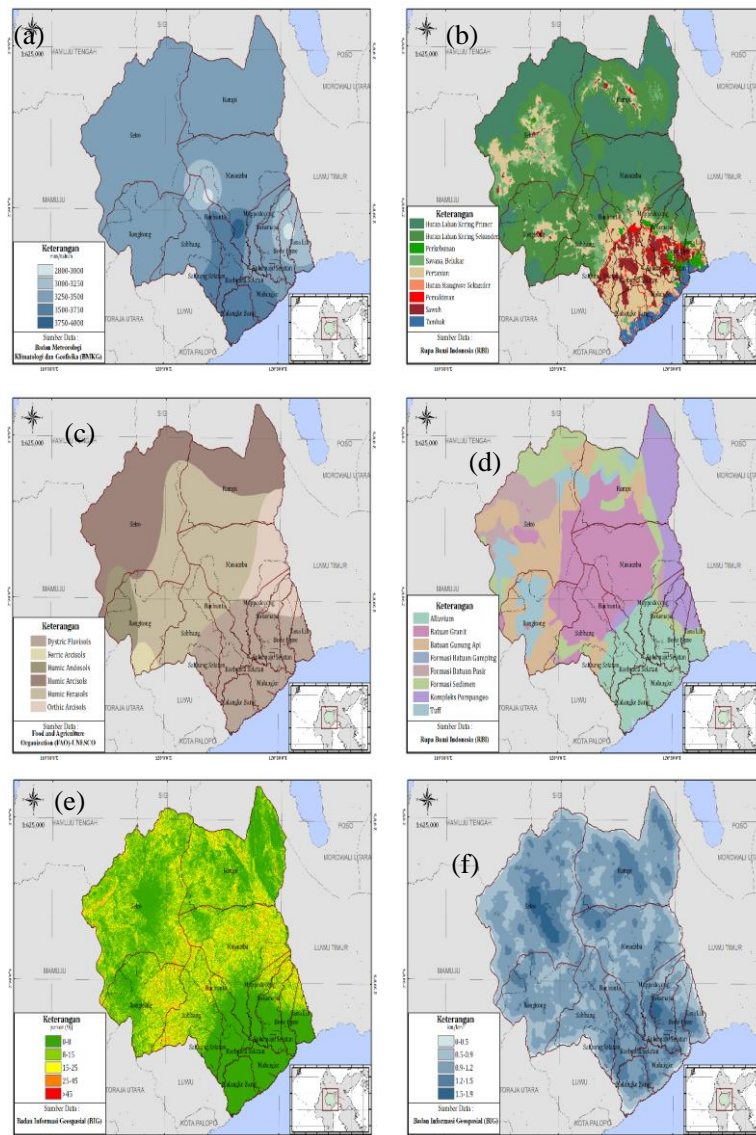
Ukuran Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,0	0,0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

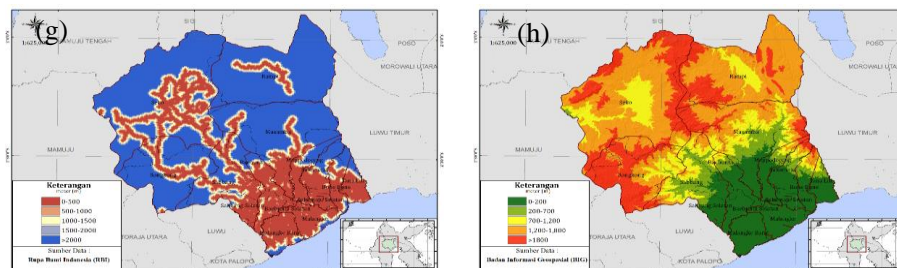
Langkah terakhir pada penelitian ini adalah menggabungkan semua jenis peta dengan metode *weighted overlay* untuk menghasilkan peta zona rawan banjir, yang kemudian divalidasi dengan histori kejadian banjir selama periode 2021-2023.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis Pembobotan Parameter Rawan Banjir

Dari data curah hujan selama sepuluh tahun (2013-2022) yang dikumpulkan dari delapan pos pengamatan, seperti yang terlihat pada Gambar 2 (a), dapat dilihat bahwa semua wilayah di Kabupaten Luwu Utara memiliki rata-rata curah hujan per tahun antara 2.800 mm hingga 4.000 mm. Selain itu pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa curah hujan memiliki bobot tertinggi dalam menyebabkan banjir, yaitu sebesar 0,30.





Gambar 2 (a) Peta Curah Hujan, (b) Peta Tata Guna Lahan, (c) Peta Jenis Tanah, (d) Peta Geologi (e) Peta Slope, (f) Peta Densitas Drainase, (g) Peta Jarak ke Jalan, (h) Peta Elevasi

Parameter seperti tutupan guna lahan juga cukup memiliki pengaruh terhadap penentuan zona rawan banjir pada Kabupaten Luwu Utara yaitu sebesar 0,13. Secara keseluruhan, tutupan guna lahan pada wilayah ini tergolong baik seperti yang terlihat pada peta tutupan lahan di Gambar 2(b), yang menunjukkan bahwa hutan kering primer dan sekunder masih mendominasi wilayah ini. Namun, transformasi lahan menjadi permukiman atau bangunan dapat menghambat kemampuan tanah untuk menyerap dan mengalirkan air, karena tanah akan mengalami beban yang signifikan. Akibatnya, wilayah yang telah dialihfungsikan menjadi pemukiman cenderung menjadi daerah rawan banjir.

Adapun untuk hasil pembobotan tiap parameter secara detail dapat dilihat pada Tabel 11. Jenis tanah memiliki bobot sebesar 0,05 dengan sebaran jenis tanah di wilayah ini didominasi oleh jenis tanah *Humic Andosols*, *Orthic Arcisols*, *Humic Arcisols*, *Ferric Arcisols*, dan *Dystric Fluvisols* yang terlihat pada Gambar 2 (c). Jenis-jenis tanah tersebut umumnya memiliki tingkat permeabilitas baik atau sifat yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir. Meskipun begitu, Kabupaten ini juga memiliki jenis tanah yang sangat sulit dalam menyerap air seperti jenis tanah *Humic Ferasols* yang berpotensi menyebabkan bencana banjir karena air hujan atau luapan air akan sulit terserap oleh tanah tersebut.

Bobot untuk parameter geologi adalah sebesar 0,06, dengan struktur geologi Kabupaten Luwu Utara yang ditampilkan pada Gambar 2 (d) didominasi oleh batuan granit, batuan gunung api, dan alluvium. Alluvium, atau dikenal sebagai batuan aluvial, merupakan lapisan batu yang memiliki laju infiltrasi lebih dari 0,5 cm/jam, namun memiliki permeabilitas yang rendah sehingga menyebabkan air tergenang lebih lama di permukaan (Matondang et al., 2013). Kehadiran yang dominan pada batuan aluvial menyebabkan wilayah ini memiliki potensi rawan banjir karena air dapat tergenang lebih lama di permukaan.

Berbeda dengan parameter geologi, *slope* merupakan parameter ke 2 tertinggi setelah curah hujan dengan bobot 0,20. *Slope* di wilayah ini tergolong datar hingga landai. Kondisi kemiringan yang datar hingga landai meningkatkan risiko banjir, karena wilayah tersebut cenderung menjadi tempat penampungan air hujan. Sebaliknya, kondisi wilayah yang memiliki kemiringan lereng curam, akan menyebabkan aliran permukaan air menjadi cepat, sehingga air hujan yang jatuh akan langsung mengalir dan tidak menggenangi wilayah yang dilaluinya.

Densitas drainase yang terlihat pada Gambar 2 (f) memiliki pengaruh atau bobot sebesar 0,09. Meskipun pengaruhnya tidak sebesar parameter curah hujan dan kemiringan lereng, namun aspek ini perlu sangat diperhatikan. Jika ditinjau dari analisis parameter curah hujan dan kemiringan lereng sebelumnya, wilayah yang memiliki curah hujan tinggi ditambah dengan kondisi wilayah yang datar-landai dapat meningkatkan risiko banjir. Oleh karena itu keberadaan drainase yang baik sangat penting untuk diperhatikan. Drainase berperan sebagai sarana untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat yang lain sehingga dapat mencegah terjadinya genangan air ataupun banjir.

Jalan memiliki dampak terhadap pola drainase alami permukaan dan bawah permukaan di suatu daerah aliran sungai atau lereng bukit tertentu. Kepadatan jalan juga berhubungan dengan tata guna lahan yang dapat mempengaruhi limpasan air dan drainase di suatu wilayah. Pengaruh parameter jarak antar jalan terhadap banjir memiliki bobot sebesar 0,04 yang merupakan bobot terendah dibandingkan parameter banjir lain nya. Jika dilihat dari peta jarak antar jalan di wilayah Luwu Utara pada Gambar 2 (g), secara umum jarak antar jalan di wilayah Luwu Utara masuk ke dalam kategori sangat rendah yaitu > 2.000 m. Kondisi ini mengindikasikan bahwa wilayah tersebut cukup aman, karena jarak antar jalan memiliki tingkat kepadatan rendah. Ketika tingkat jarak antar jalan rendah, tutupan lahan pada wilayah

tersebut masih memiliki kemampuan menyerap air dengan baik. Kepadatan jalan akan berhubungan langsung dengan tata guna lahan yang dapat berpengaruh terhadap limpasan air dan drainase.

Parameter elevasi memiliki pengaruh atau bobot sebesar 0,12. Ini menunjukkan bahwa tinggi rendahnya suatu daerah adalah salah satu faktor penting dalam menentukan tingkat kerawanan terhadap banjir disuatu wilayah. Secara umum, elevasi memiliki dampak terhadap kecenderungan terjadinya banjir. Daerah yang lebih rendah cenderung memiliki risiko banjir yang lebih tinggi. Sementara itu, semakin tinggi suatu daerah, maka semakin aman akan bencana banjir.

3.2 Hasil Uji *Consistency Ratio* (CR)

Perhitungan uji konsistensi di peroleh melalui perhitungan nilai determinasi dari *Consistency Ratio* (CR). Nilai baris dari bobot awal tiap parameter pada Tabel 10 dikalikan dengan bobot per parameter pada Tabel 11. Hasil perhitungan tersebut akan dijumlahkan dan menjadi jumlah nilai bobot (JB) tiap parameter yang sudah dideterminasi yang dapat dilihat pada Tabel 13

Tabel 12 Nilai determinasi *Consistency Ratio* (CR)

Parameter	CH	TGL	JT	GEO	SLP	DD	JJ	EL	JB	JB/Bobot
CH	0,30	0,39	0,25	0,35	0,60	0,28	0,18	0,35	2,71	8,92
TGL	0,10	0,13	0,15	0,14	0,20	0,28	0,07	0,12	1,19	9,13
JT	0,06	0,04	0,05	0,03	0,07	0,03	0,11	0,03	0,43	8,46
GEO	0,06	0,07	0,10	0,07	0,07	0,09	0,11	0,03	0,60	8,65
SLP	0,30	0,13	0,15	0,21	0,20	0,47	0,11	0,23	1,81	9,11
DD	0,10	0,04	0,15	0,07	0,04	0,09	0,18	0,12	0,80	8,40
JJ	0,06	0,07	0,02	0,01	0,07	0,02	0,04	0,03	0,31	8,70
EL	0,09	0,13	0,15	0,21	0,10	0,09	0,11	0,12	1,0	8,62

Untuk memperoleh nilai λ_{\max} pada Persamaan 1 dengan cara menjumlahkan nilai dari jumlah bobot determinasi/bobot yang digunakan untuk proses *weighted overlay* dibagi dengan jumlah parameter yang digunakan dan diperoleh nilai $\lambda_{\max} = 8,75$

$$\lambda_{maks} = \frac{70}{8} = 8,75 \quad (4)$$

untuk hasil perhitungan *Consistency Index* (CI) pada Persamaan 2.

$$CI = \frac{8,75 - 8}{8 - 1} = 0,107 \quad (5)$$

Selanjutnya untuk memperoleh nilai uji konsistensi/uji *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus pada Persamaan 3.

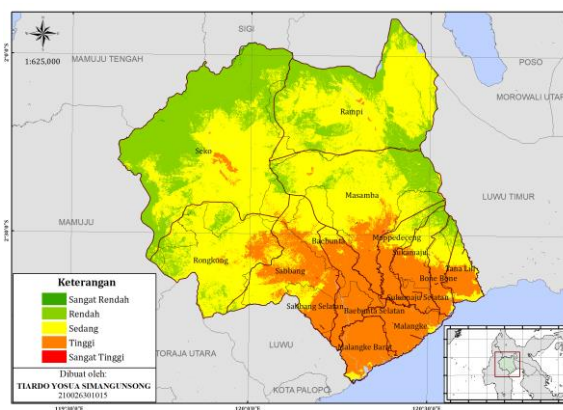
$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,107}{1,41} = 0,07 \quad (6)$$

Hasil dari perhitungan nilai CR yang diperoleh sebesar 0,07 yang menandakan bahwa nilai ini konsisten dan memenuhi kriteria karena lebih rendah dibandingkan dengan nilai ambang batas CR yaitu 0,1.

3.3 Analisis Peta Zona Rawan Banjir dan Validasi

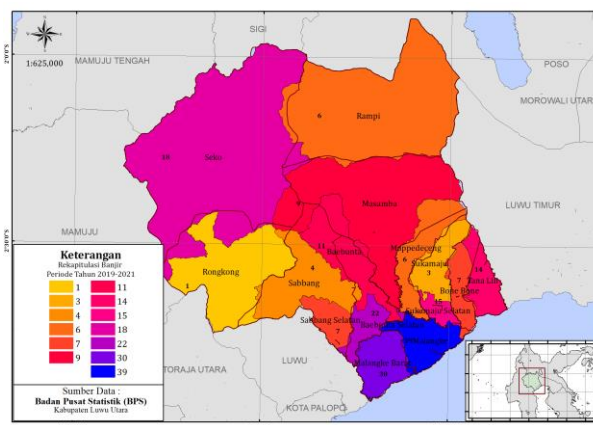
Peta rawan banjir yang dibuat merupakan hasil dari proses penggabungan seluruh parameter yang digunakan dengan cara melakukan proses *weighted overlay* pada aplikasi *Arcgis*. Adapun untuk klasifikasi tingkat kerawanan pada peta ini di bagi menjadi 5 tingkatan kerawanan, Tidak Rawan (warna hijau tua), Cukup Rawan (warna hijau muda), Sedang (warna kuning), Rawan (warna jingga) dan Sangat Rawan (warna merah) (Ouma & Tateishi, 2014).

Hasil peta zona rawan banjir dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa, secara keseluruhan Kabupaten Luwu Utara masuk ke dalam wilayah dengan tingkat kerawanan banjir sedang-rawan. Luas wilayah yang masuk kedalam tingkat kerawanan sedang adalah sekitar 3.813 km². Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor utama yaitu curah hujan dan kemiringan lereng. Untuk wilayah yang masuk ke dalam zona rawan banjir dengan kriteria rawan yaitu dengan luas wilayah sekitar 1.748 km² terdiri dari wilayah-wilayah di bagian selatan Kabupaten Luwu Utara seperti seluruh wilayah Malangke, Malangke Barat, Baebunta Selatan, dan Sukamaju Selatan. Wilayah-wilayah tersebut merupakan wilayah yang memiliki faktor curah hujan tinggi, kondisi kemiringan lereng yang datar, ketinggian wilayah yang masuk dalam kategori 0-200 m, tutupan lahan yang terdiri dari pemukiman, geologi yang terdiri bebatuan alluvium yang memiliki laju infiltrasi sebesar >0.5 cm/jam dan termasuk dari permeabilitas yang kecil sehingga jika ada genangan air, maka air akan tergenang lebih lama. Pada sebagian wilayah Sabbang, Baebunta, Masamba, Mappedeceng, Sukamaju, Bone-Bone, Tanalili dan sebagian kecil di wilayah Seko dan Rampi juga termasuk ke dalam wilayah dengan tingkatan rawan banjir berdasarkan faktor curah hujan yang tinggi dan kondisi kemiringan lereng yang datar ataupun landai.



Gambar 3 Peta Zona Rawan Banjir Kabupaten Luwu Utara

Histori banjir tahun 2019-2021 pada Gambar 4 menunjukkan bahwa, seluruh wilayah di Luwu Utara pernah mengalami banjir. Untuk jumlah kejadian banjir terbanyak terdapat di wilayah Kecamatan Malangke (39 kejadian), Malangke Barat (30 kejadian), Babeunta Selatan (22 kejadian), Seko (18 kejadian), Sukamaju Selatan (15 kejadian), Tanalili (14 kejadian), Baebunta (11 kejadian), Masamba (9 kejadian), Bone-Bone (7 kejadian), Mappedeceng dan Rampi (6 kejadian), Sabbang (4 Kejadian), Sukamaju (3 kejadian) dan yang terakhir adalah wilayah Kecamatan Rongkong (1 kejadian).



Gambar 4 Peta Histori Banjir Kabupaten Luwu Utara

Wilayah Malangke, Malangke Barat, dan Baebunta Selatan merupakan wilayah dengan kejadian banjir terbanyak. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, wilayah-wilayah tersebut secara keseluruhan termasuk dalam kategori rawan dan sering terjadi banjir. Ini menunjukkan konsistensi antara hasil peta rawan banjir dengan kejadian banjir yang terjadi selama periode tersebut.

IV. KESIMPULAN

Metode AHP cukup baik digunakan dalam pemetaan zona rawan banjir. Hal ini dapat dilihat dari perolehan nilai uji konsistensi ratio (CR) tidak melebihi nilai ambang batas 0,1. Nilai tersebut menandakan bahwa metode tersebut konsisten dan bisa digunakan dalam memetakan wilayah rawan banjir pada wilayah ini. Selain itu, seluruh parameter yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat bobot yang berbeda-beda. Adapun pengaruh parameter dengan bobot terbesar terhadap tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Luwu Utara adalah curah hujan dengan bobot 0,30, diikuti oleh kemiringan lereng dengan bobot 0,20, kemudian parameter tata guna lahan dengan bobot 0,13, elevasi 0,12, densitas drainase 0,9, geologi 0,7, jenis tanah 0,5, dan jarak ke jalan 0,4. Selain itu hasil pemetaan tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Luwu Utara menunjukkan bahwa tingkat kerawanan banjir pada wilayah ini masuk dalam kategori sedang-rawan.

Luas wilayah Kabupaten Luwu Utara yang masuk ke dalam tingkat kerawanan sedang yaitu 3.813 km². Untuk tingkat kerawanan dengan kategori rawan memiliki luas 1.748 km² yang meliputi seluruh wilayah Malangke, Malangke Barat, Baebunta Selatan, dan Sukamaju Selatan, serta sebagian wilayah Sabbang, Baebunta, Masamba, Mappedeceng, Sukamaju, Bone-Bone, Tanalili dan sebagian kecil di wilayah Seko dan Rampi dan untuk luas wilayah yang masuk dalam kategori cukup rawan yaitu sebesar 1.939 km² meliputi wilayah Seko dan Rampi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldimasqie, A. M., Saputra, A. H., & Oktarina, S. (2022). Pemetaan Zona Rawan Banjir Di Jakarta Menggunakan Analytic Hierarchy Process (Ahp). *Jurnal Environmental Science*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.35580/jes.v5i1.35759>
- Faris, F. M., & Syafira, O. N. (2019). Pemetaan Wilayah Rawan Banjir Menggunakan Metode Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE) di Sub DAS Minraleng, Kabupaten Maros. 207–218.
- Hassan, Z., & Kamarudzaman, A. N. (2023). Development of Flood Hazard Index (FHI) of the Kelantan River Catchment Using Geographic Information System (GIS) Based Analytical Hierarchy Process (AHP). *Pertanika Journal of Science and Technology*, 31(1), 203–215.
- Kourgialas, N. N., & Karatzas, G. P. (2011). Gestion des inondations et méthode de modélisation sous SIG pour évaluer les zones d'aléa inondation-une étude de cas. *Hydrological Sciences Journal*, 56(2), 212–225. <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.555836>
- Matondang, J.P., Kahar, S., & Sasmito, B. (2013). Jurnal Geodesi Undip April 2013. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2), 103–113.
- Nirwana, D. C. (2020). Sistem Informasi Geografis (Sig) Berbasis *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam Pemodelan Hidrologi untuk Penentuan Risiko Banjir. Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: Methodological overview and case study assessment. *Water (Switzerland)*, 6(6), 1515–1545. <https://doi.org/10.3390/w6061515>
- Pandega, A. K., & Hastuti, E. W. D. (2019). Analisis Potensi Banjir Berdasarkan Metode AHP Daerah Sumber Jaya dan Sekitarnya, Kabupaten Oku Selatan, Provinsi Sumatera Utara. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research*, 23–24.
- Rahman, M., Ningsheng, C., Mahmud, G. I., Islam, M. M., Pourghasemi, H. R., Ahmad, H., Habumugisha, J. M., Washakh, R. M. A., Alam, M., Liu, E., Han, Z., Ni, H., Shufeng, T., & Dewan, A. (2021). Flooding and its relationship with land cover change, population growth, and road density. *Geoscience Frontiers*, 12(6), 101224.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1, 82–98.
- Swain, K. C., Singha, C., & Nayak, L. (2020). Flood susceptibility mapping through the GIS-AHP technique using the cloud. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/ijgi9120720>
- Vojtek, M., & Vojteková, J. (2019). Flood susceptibility mapping on a national scale in Slovakia using the analytical hierarchy process. *Water (Switzerland)*, 11(2).