



IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN GIS DAN AHP UNTUK ANALISIS POTENSI AIR TANAH DI KAWASAN IKN NUSANTARA

Muh. Fiqri Abdi Rabbi¹, Isma Khoirunnisa², M Yusup³

¹Jurusan Sains Informasi Geografi Universitas Pendidikan Indonesia

²Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Pendidikan Indonesia

³Jurusan Sains Informasi Geografi Universitas Pendidikan Indonesia

*Email : vernalequinox@upi.edu

Abstrak. Sebagai kawasan strategis terencana, Kawasan Ibukota Negara (IKN) Nusantara memerlukan ketersediaan air untuk berbagai kebutuhan. Dari sisi ketersediaan, ada tiga sumber cadangan air yang bisa digunakan sebagai air baku, yaitu air hujan, air tanah, dan air permukaan (bendungan dan sungai). Air tanah merupakan sumber air yang penting, baik dalam penggunaan domestik, agrikultur dan industri. Kebutuhan akan air tanah sebagai alternatif sumber air baku sangat penting keberadaan sebagai cadangan ketersediaan air. Kajian ini menekankan keefektifan integrasi teknik penginderaan jauh, GIS, dan analitis hirarki proses (AHP) dalam pengelolaan air tanah, khususnya dalam delineasi zona potensi air tanah (GWPZs). Zona potensi air tanah adalah pendefinisian suatu area berdasarkan kemungkinan adanya sumber air tanah. Dalam studi ini, berbagai faktor geoenvironmental, seperti litologi, geomorfologi, penggunaan/tutupan lahan, kerapatan kelurusan dan jaringan sungai, kemiringan lereng, dan curah hujan digunakan untuk mengidentifikasi GWPZ dan mengklasifikasikan potensi air tanah yang terdistribusi secara spasial di Kawasan IKN. Hasil dari penelitian ini adalah Peta Zonasi Potensi Air Tanah (GWPZs) di Kawasan IKN Nusantara hasil perpaduan parameter-parameter yang digunakan dengan data sekunder lainnya menggunakan SIG. Selanjutnya, peta GWPZs direklasifikasi menjadi lima kelas yang berbeda, yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Peta Zonasi Potensi Air Tanah (GWPZs) yang dihasilkan dapat menjadi salah satu rujukan dalam penyusunan kebijakan pengelolaan ketersediaan air di Kawasan IKN Nusantara.

Kata Kunci — Air Tanah, Penginderaan Jauh, GIS, Analysis Hierarchy Process (AHP)

Abstract. As a planned strategic area, the Nusantara National Capital Region (IKN) requires the availability of water for various needs. In terms of availability, there are three sources of water reserves that can be used as raw water, namely rainwater, ground water, and surface water (dams and rivers). Groundwater is an important source of water, both for domestic, agricultural and industrial uses. The need for groundwater as an alternative source of raw water is very important as a reserve of water availability. This study emphasizes the effectiveness of the integration of remote sensing techniques, GIS, and analysis hierarchy process (AHP) in groundwater management, particularly in the delineation of groundwater potential zones (GWPZs). Groundwater potential zone is the definition of an area based on the possibility of groundwater sources. In this study, various geoenvironmental factors, such as lithology, geomorphology, land use/cover, lineage density and river network, slope, and rainfall are used to identify GWPZ and classify the spatially distributed groundwater potential in the IKN area. The result of this research is the Groundwater Potential Zoning Map (GWPZs) in the IKN Nusantara area, the result of a



combination of the parameters used with other secondary data using GIS. Subsequently, the GWPZs map was reclassified into five different classes, namely very high, high, medium, low, and very low. The resulting Groundwater Potential Zoning Maps (GWPZs) can be used as a reference in the formulation of water availability management policies in the IKN Nusantara area.

Keyword — *Groundwater, Remote Sensing, GIS, Analysis Hierarchy Process (AHP).*

PENDAHULUAN

Perencanaan yang tidak optimal dalam pembangunan dan perkembangan kota berpotensi memberi dampak negatif pada bidang ekonomi, sosial dan kualitas perkotaan khususnya disebabkan oleh adanya pertumbuhan dan migrasi penduduk (Mutaqin et.al., 2021). Konsekuensi dari pertumbuhan populasi industri seiring dengan pesatnya pembangunan dan perubahan iklim menjadi salah satu masalah global yang signifikan terhadap kualitas dan pasokan air (Awodumi dan Akeasa, 2017). Air tanah merupakan salah satu sumber daya alam dan sumber daya yang paling penting perannya sebagai kebutuhan utama umat manusia di seluruh dunia, sehingga kualitas air dan ketersediaannya menjadi masalah kritis bagi manusia karena berkaitan dengan keberlanjutan dan kesejahteraan manusia (Balakrishnan, 2012; Dandge dan Patil, 2021).

Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara sebagai wilayah strategis terencana, memerlukan ketersediaan air untuk berbagai kebutuhan, mengingat daerah IKN sebagai wilayah baru sehingga memerlukan ketersediaan sarana dan prasarana khususnya dalam penyediaan air. Sebagaimana disebutkan dalam UU No. 32 Pasal 22 Tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah menyatakan bahwa daerah di dalam menyelenggarakan otonomi daerah mempunyai beberapa kewajiban, dan salah satu kewajiban adalah meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat. Purnama dan Noval (2017) penyediaan air berguna untuk memenuhi keperluan sehari-hari yang mana masyarakat memanfaatkan air tanah sebagai alternatif dalam penyediaan kebutuhan air bagi masyarakat yang tidak terjangkau oleh air permukaan, yang disebabkan adanya variasi keberadaan air tanah yang tergantung pada topografi, akuifer dan sejarah geologinya. Indriatmoko melalui penelitiannya di Kabupaten Pasir Kalimantan Timur (2006) menyatakan bahwa sebagian besar wilayah menunjukkan adanya lapisan akuifer kurang potensial, beberapa wilayah mempunyai akuifer tipis tawar dengan potensi air tanah cukup baik sampai kedalaman 5m dan kualitas air tanah akan menurun jadi payau sampai kedalaman 166m, kedalaman > 166m kualitas air tanah semakin asin, karenanya dimungkinkan pengembangan sumber daya air dilakukan dengan mengombinasikan air hujan dan air permukaan.

Potensi air tanah di suatu daerah dan kualitasnya terus berkembang dan berubah seiring dengan transformasi penggunaan lahan (Khan et al., 2017). Analisis potensi air tanah menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) banyak dilakukan oleh peneliti seperti, Ejepu (2020) melakukan pengkajian wilayah zona potensi air tanah menggunakan pengindraan jauh, SIG dan teknik analisis multi-criteria decision di Minna Nigeria. Yeh et al. (2015) menggunakan pendekatan SIG untuk mengidentifikasi zona potensi air tanah di Sungai Hualian, Taiwan. Behzad et al. (2018) meneliti deliniasi zona potensial air tanah



menggunakan teknik pengindraan jauh, SIG, dan AHP: studi kasus di DAS Leylia-Keynow Watershed, barat daya Iran. Dimogianni et al. (2015) memanfaatkan SIG dan pengindraan jauh untuk menilai potensi air tanah di daerah Tirnavos, Yunani. Abebe Debele Tolche (2021) Pemetaan potensi air tanah menggunakan teknik geospasial : studi kasus di Sub-basin Dhungeta-Ramis, Ramis, Ethiopia. Penelitian tersebut berhasil menggambarkan zona potensial air tanah di wilayah studi dengan melakukan overlay pada faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan air tanah, seperti litologi, geomorfologi, penggunaan/tutupan lahan, kerapatan kelurusan dan jaringan sungai, kemiringan lereng, dan curah hujan. Arulbalaji et al.(2019) menggunakan SIG dan AHP untuk deliniasi zona potensial air tanah: studi kasus dari Southern Western Ghats, India, mengungkapkan bahwa peta zona potensi air tanah dari penelitian tersebut memberi wawasan bagi pihak pengambil kebijakan sebagai acuan perencanaan yang tepat dan pengelolaan air tanah untuk keperluan perkotaan dan pertanian sesuai dengan wilayah studi. Mallick et al. (2019) tentang pemodelan zona potensi air tanah di daerah Semi-Arid Aseer menggunakan Fuzzy-AHP dan teknik Geoinformasi, mengungkapkan bahwa geologi dan kemiringan berpengaruh signifikan terhadap variasi GWPI, sehingga studi memberikan kontribusi signifikan untuk memahami potensi air tanah di daerah DAS sebagai kerangka awal bagi stakeholder untuk mengambil keputusan dan perencanaan pembangunan wilayah.

Teknologi pengindraan jauh terus berkembang, kinerja georeferensi spasial yang akurat menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas dan pembuatan zonasi air tanah dapat lebih mudah diidentifikasi pada skala luas (Adji et al., 2014). SIG dapat memberikan solusi terhadap masalah sumber daya air, penilaian kualitas air, pengelolaan sumber daya air dan zonasi ketersediaan air tanah dengan skala lokal maupun regional (Ketata et al. 2011; Shabbir dan Ahmad, 2015). SIG dimanfaatkan dalam mendelineasi daerah yang terkena pencemaran air tanah, dalam hal ini SIG digunakan untuk mendapatkan informasi akurat terkait air tanah yang penting untuk perencanaan dan strategi pengelolaan air tanah (Adhikary et al. 2012; Arina et al. 2017). Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) guna menggambarkan zona potensi air tanah di wilayah kajian. SIG digunakan untuk mendigitasi berbagai informasi termasuk di dalamnya adalah informasi hidrologi dan informasi geografis, serta digunakan untuk mengolah data spasial (Yeh et al., 2016). AHP efektif untuk menangani berbagai masalah kompleks terkait dengan air tanah dan teknik ini sangat tepat untuk mengevaluasi konsistensi hasil, sehingga berguna untuk mengurangi keputusan kompleks menjadi serangkaian perbandingan dan menyintesis hasilnya dan mengurangi bias dalam proses pengambilan keputusan (Arulbalaji et al., 2019).

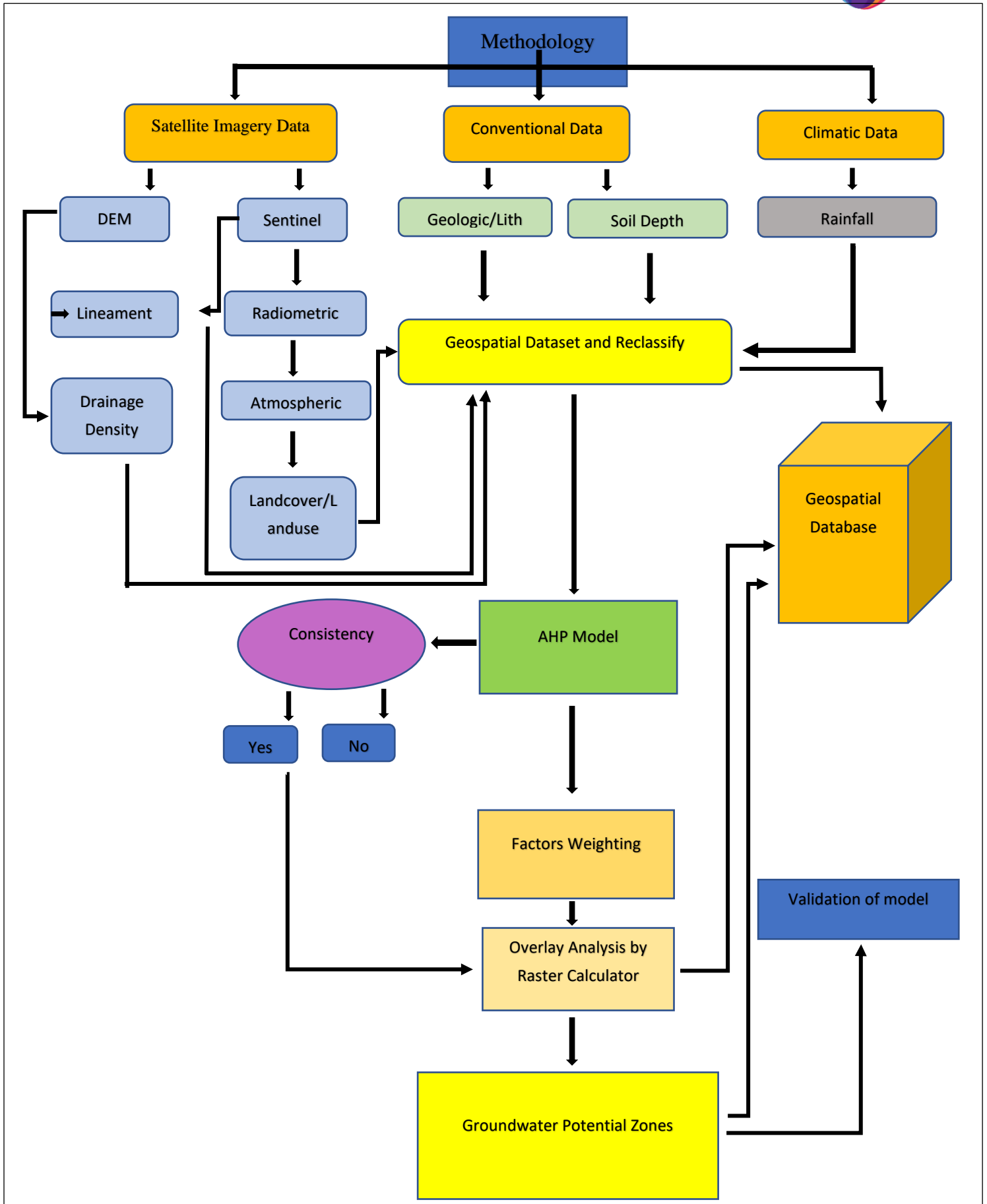
Berdasarkan studi masalah tersebut, peneliti mengidentifikasi potensi ketersediaan air tanah sebagai upaya untuk memenuhi berbagai keperluan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dilengkapi dengan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menganalisis potensi air tanah di kawasan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. Melalui penelitian ini diharapkan AHP dapat berhasil diintegrasikan dengan SIG untuk menentukan zona-zona yang berpotensi air tanahnya dengan akurat dan hemat biaya di bawah kondisi ketersediaan data yang terbatas. Hasil akhir yang diperoleh dapat menjadi pertimbangan



dalam perencanaan berkelanjutan, pengembangan, pembangunan dan pengelolaan sumber daya air tanah di wilayah Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, sistem informasi geografis digunakan untuk memetakan potensi zona air tanah dengan hierarki analytical hierarchy process (AHP). Terdiri dari beberapa layer meliputi litologi, geomorfologi, penggunaan/tutupan lahan, kerapatan kelurusan dan jaringan sungai, kemiringan lereng, dan curah hujan. Kemudian dilakukan pembobotan dengan mempertimbangkan ide-ide ahli dan literatur review sebelumnya. Adapun metodologinya dapat dijabarkan berdasarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



Pengumpulan Data Geospasial

Pengambilan data perlu diawali dengan suatu rencana agar memperoleh data yang dapat dianalisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan contoh sesuai standar ataupun petunjuk-petunjuk yang ada sehingga didapatkan data-data yang dibutuhkan. Pemilihan sumber data dan jenis data perlu dilakukan dengan membuat suatu inventarisasi kebutuhan data.

Digital Elevation Model (DEM) adalah representasi 3 dimensi dari permukaan bumi dalam sumbu X,Y dan Z (Lin, et al. 2013; Putra, 2018). Adapun yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEM yang diproduksi oleh *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) yang memiliki resolusi sebesar 1-ARC dan dapat diakses tanpa biaya. Data SRTM digunakan untuk membuat peta *drainage density* dan *lineament density* dan peta kemiringan lereng.

Peta geologi memberikan informasi mengenai distribusi dari berbagai jenis batuan dan struktur deformasinya (Patra, et al. 2016; Putra, 2018). Peta geologi Indonesia dengan skala 1:50.000 disediakan oleh Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya (ESDM).

Curah hujan berperan dalam *recharge* air tanah. Curah hujan menentukan jumlah air yang tersedia untuk infiltrasi ke dalam sistem air. Data curah hujan harian dimiliki oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) dan tersedia untuk umum. Pada penelitian ini, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tahun 2021.

Peta LULC didasarkan pada data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dengan skala 1 : 250.000 yang merupakan data tahun 2019. Sedangkan peta jenis tanah dalam penelitian ini bersumber dari FAO PBB. Jenis tanah berperan dalam hal pemetaan air tanah karena antar jenis tanah mempunyai permeabilitas yang berbeda-beda setiap jenisnya.

Tutupan lahan dan penggunaan lahan berperan penting dalam analisis potensi air tanah karena lahan-lahan yang tertutup oleh vegetasi hutan memiliki tingkat infiltrasi air tanah, sedangkan lahan yang tertutup oleh kawasan terbangun memiliki daya resapan yang rendah dan meningkatkan potensi air limpasan.

Berikut merupakan skala signifikansi parameter AHP yang digunakan.

Kekuatan Signifikansi	Keterangan
1	Equal significance
3	Medium significance
5	Strong
7	Very strong significance
9	Maximum significance
2,4,6, dan 8	Interim number between two adjacent numbers



Matriks perbandingan berpasangan untuk zonasi groundwater potential (GWP) berbasis AHP.

Factors	Rainfall	Geology	Slope	Drainage Density	Lincament Density	Soil	Normalized principal Elgenvector
Rainfall	1	3	3	5	5	5	38.14%
Geology	1/3	1	3	3	5	5	24.54%
Slope	1/3	1/3	1	3	3	5	13.11%
Drainage Density	1/5	1/3	1	1	1	2	8.93%
LULC	1/5	1/5	1/3	1	1	1	6.61%
Linca ment Density	1/5	1/5	1/3	1/2	1	1	5.00%
Soil	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3.66%

Identifikasi Zona Air Tanah

$$GWPI_{i,j} = \sum_{k \in F} W_k \left(\frac{w_i^k}{w_i^k \max} \right)$$

Dimana W_j mewakili bobot normal dari parameter j , X_i merujuk pada bobot kelas i dari parameter, m menunjukkan jumlah parameter, dan n menyatakan jumlah kelas dalam parameter tertentu. Untuk setiap grid, GWPI dihitung.

Pemeringkatan ditetapkan untuk parameter masing-masing dengan mempertimbangkan pengalaman survei lapangan, konsultasi pemangku kepentingan, dan survei pendapat ahli serta berkonsultasi dengan literatur yang ada.

Bobot ditentukan berdasarkan pada tingkat kesesuaian parameter terhadap faktor yang mempengaruhi air tanah dan juga hasil literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Bobot dari setiap parameter dapat dilihat pada Tabel.

No	Faktor	% Influence	Value	Scale Value
1	Geology/Lith	14	1	2
			2	2

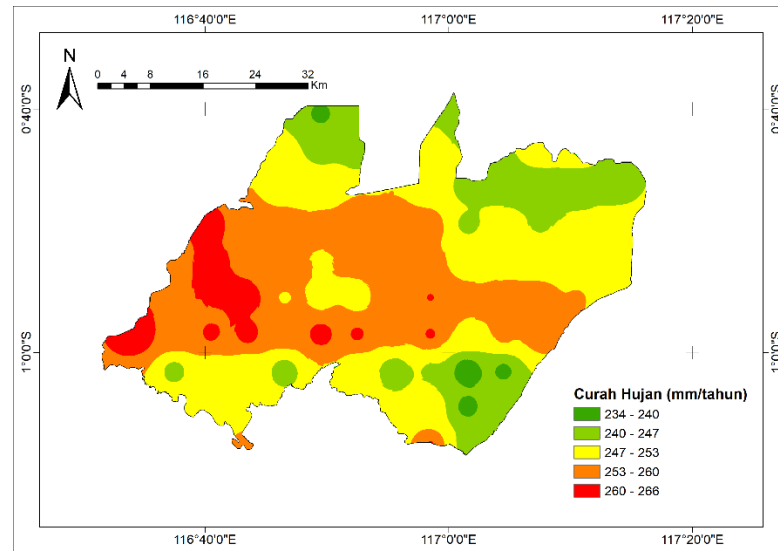


			3	3
			4	3
			5	5
2	Drainage Density	14	1	5
			2	4
			3	3
			4	2
			5	1
3	Rainfall	14	1	5
			2	5
			3	5
			4	5
			5	5
4	LULC	14	1	4
			2	5
			3	2
			4	3
			5	1
5	Slope	14	1	5
			2	4
			3	3
			4	2
			5	1
6	Soil	14	1	1
			2	2
			3	2
			4	5
			5	2
7	Lineament	16	1	1
			2	2
			3	3
			4	4
			5	5



HASIL DAN PEMBAHASAN

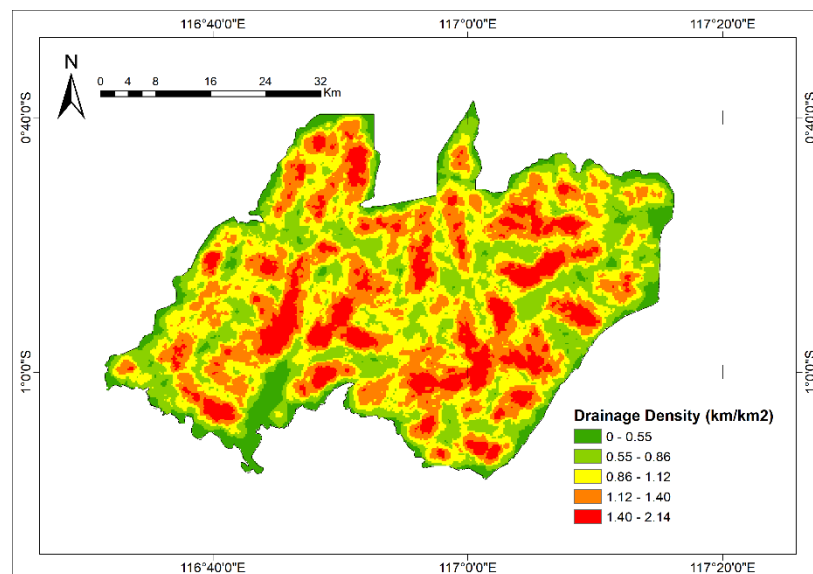
Peta Curah Hujan



Gambar 2. Peta Tingkat Curah Hujan

Sumber : Hasil Analisis

Peta Kerapatan Sungai

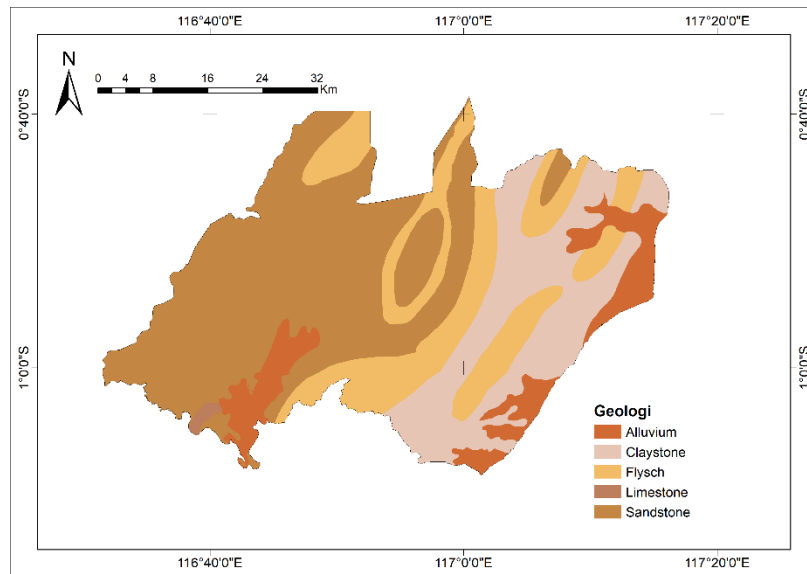


Gambar 3 Peta Tingkat Kerapatan Sungai

Sumber : Hasil Analisis

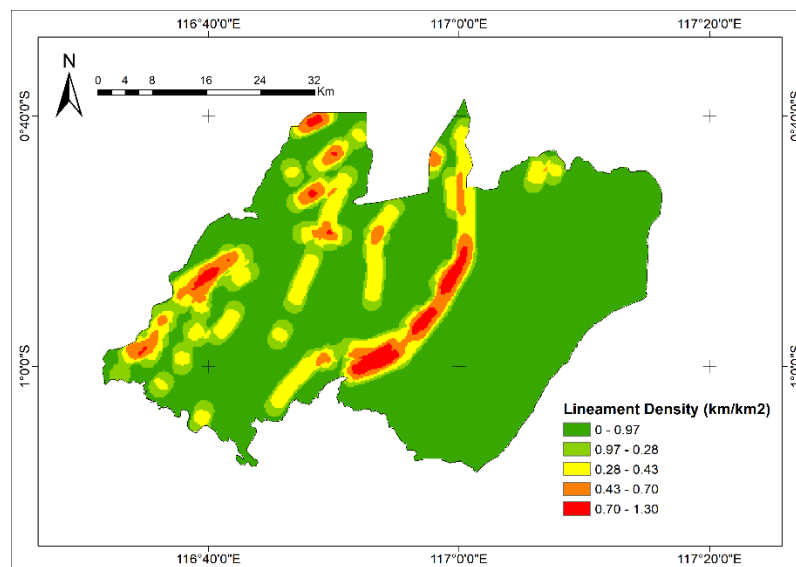


Peta Geologi



Gambar 4. Peta Geologi
Sumber : Hasil Analisis

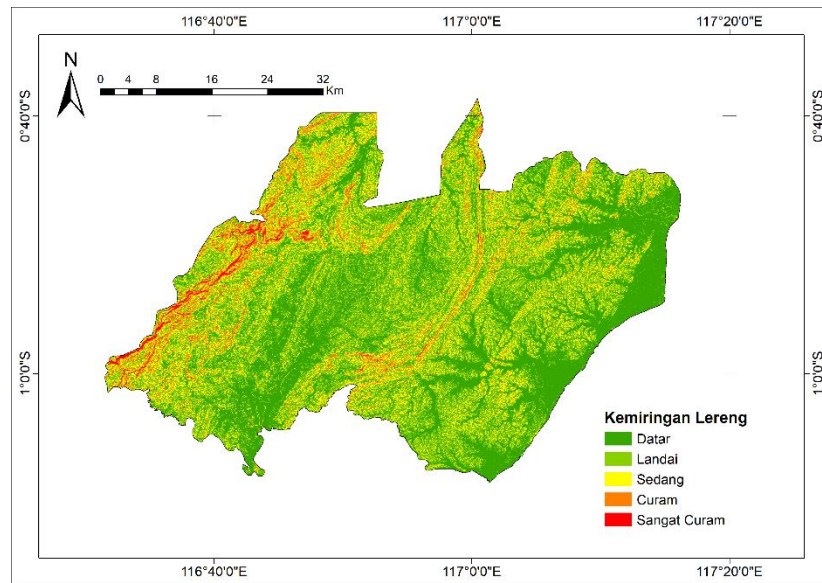
Peta Kerapatan Kelurusan



Gambar 5. Peta Kerapatan Kelurusan
Sumber : Hasil Analisis



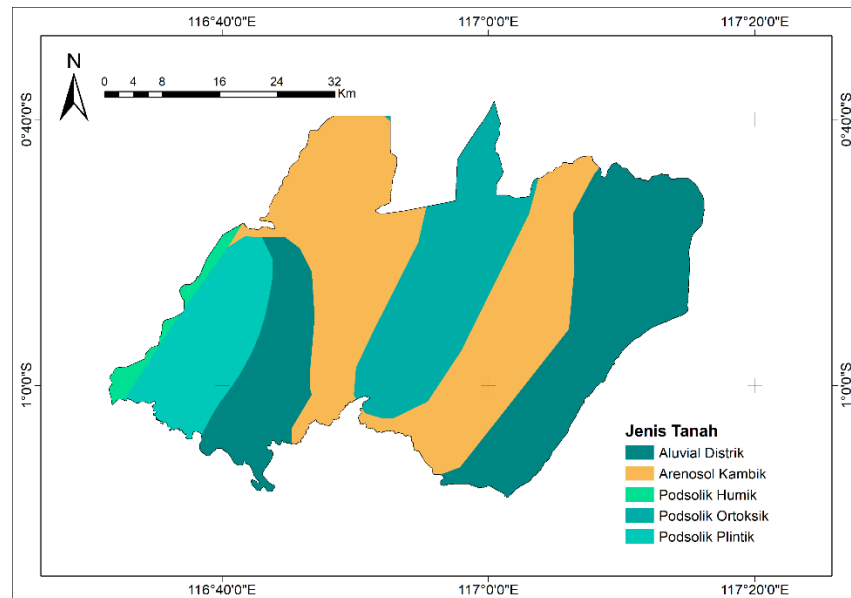
Peta Kemiringan Lereng



Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng

Sumber : Hasil Analisis

Peta Tanah

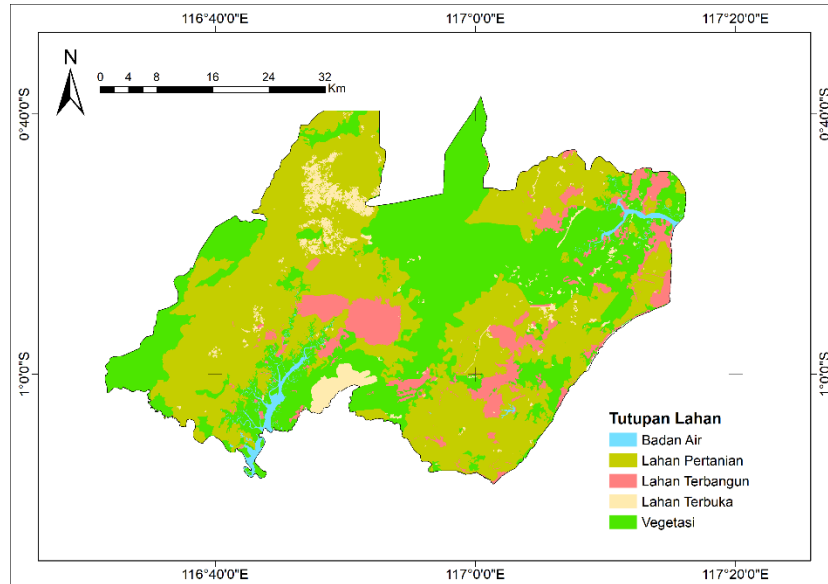


Gambar 7. Peta Jenis Tanah

Sumber : Hasil Analisis



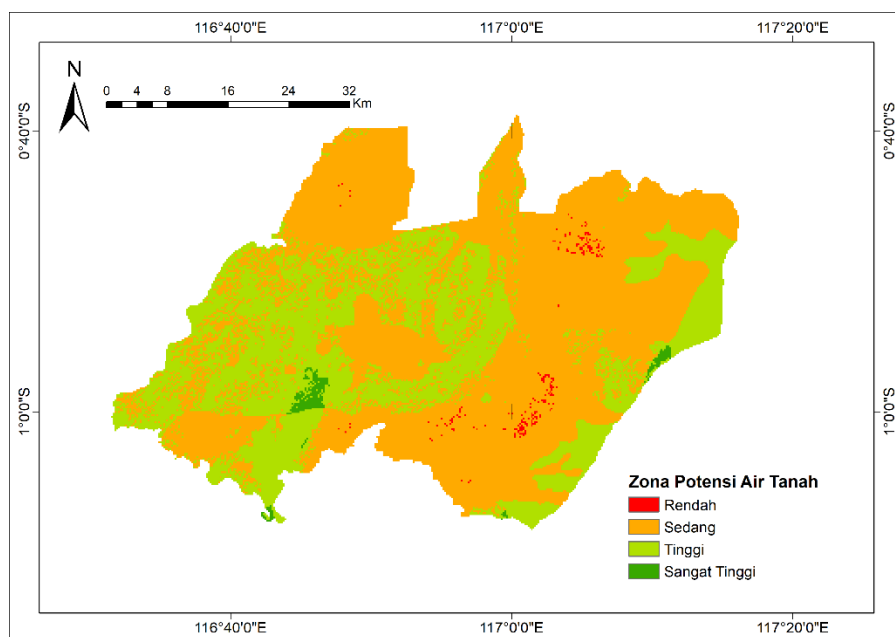
Peta Tutupan Lahan



Gambar 7. Peta Jenis Tutupan Lahan

Sumber : Hasil Analisis

Peta Zona Potensi Air Tanah



Gambar 7. Peta Zona Potensi Air Tanah

Sumber : Hasil Analisis



KESIMPULAN

Pada artikel ilmiah hasil penelitian, yang dimaksud dengan simpulan adalah rumusan atau jawaban atas pertanyaan penelitian berdasarkan hasil-hasil penelitian yang dikemukakan secara ringkas. Kesimpulan disajikan dalam bentuk paragraf. Di bagian akhir kesimpulan perlu dituliskan implikasi dan pengembangan hasil temuan yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Mutaqin, D. J., Muslim, M. B., & Rahayu, N. H. (2021). Analisis Konsep Forest City dalam Rencana Pembangunan Ibu Kota Negara. *Bappenas Working Papers*, 4(1), 13-29. <https://doi.org/10.47266/bwp.v4i1.87>
- Awodumi OE, Akeasa OS (2017) GIS applications for assessing spatial distribution of boreholes and hand dug wells in Boroboro community, Atiba Local Government. Oyo State J Remote Sens GIS. <https://doi.org/10.4172/2469-4134.1000208>
- Dandge, K.P., & Patil, S.S. (2021). Spatial distribution of ground water quality index using remote sensing and GIS techniques. *Applied Water Science*, 12. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01546-7>
- UU No. 32 tahun 2004 pasal 22 tentang Pemerintahan Daerah
- Ady Purnama dan Adrian Noval (2017). Kajian Potensi Air Tanah dengan Pengujian Geolistrik di Desa Telonang Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Saintek Unsa*. Volume 2. No 1 : 1-14.
- R, Haoto Indriatmoko (2006). Pendugaan Potensi Air Tanah Wilayah Pesisir Kabupaten Pasir Kalimantan Timur. Vol.2 No. 1: 43-51.
- Khan, A., Khan, H.H., & Umar, R. (2017). Impact of land-use on groundwater quality: GIS-based study from an alluvial aquifer in the western Ganges basin. *Applied Water Science*, 7, 4593-4603.
- Ejepu, J. (2020). Regional Assessment of Groundwater Potential Zone Using Remote Sensing, GIS and Multi Criteria Decision Analysis Techniques. Vol 3 issue 3 : 99-111.
- Hsin-Fu Yeh, Youg-Sin Cheng, Hung-I. Lin, Cheng-Haw Lee. (2016) Mapping groundwater recharge potential zone using a GIS approach in Hualian River, Taiwan. *Sustainable Environment Research*. Vol 26, i 1: 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2015.09.005>.
- Arulbalaji, P., Padmalal, D., & Sreelash, K. (2019). GIS and AHP Techniques Based Delineation of Groundwater Potential Zones: a case study from Southern Western Ghats, India. *Scientific Reports*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38567-x>



- Mohammadi-Behzad, H.R., Charchi, A., Kalantari, N. *et al.* (2019). Delineation of groundwater potential zones using remote sensing (RS), geographical information system (GIS) and analytic hierarchy process (AHP) techniques: a case study in the Leylia–Keynow watershed, southwest of Iran. *Carbonates Evaporites* **34**, 1307–1319. <https://doi.org/10.1007/s13146-018-0420-7>
- D. Oikonomidis, S. Dimogianni, N. Kazakis, K. Voudouris, (2015) A GIS/Remote Sensing-based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece, *Journal of Hydrology*, Volume 525 : 197-208
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.056>