

IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AIR TANAH BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (STUDI KASUS : PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)

Jalu Tejo Nugroho^{1*}, Cici Nurmalasari², Arief Laila Nugraha²

¹Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Jl. Kalisari No. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta 13710, Indonesia

Email: jalu.tejo@lapan.go.id

²Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jawa Tengah Indonesia

Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia

(Diterima 6 Mei 2022, Disetujui 4 Juni 2022)

ABSTRAK

Air tanah adalah sumber air yang sangat penting untuk keperluan domestik, pertanian, maupun industri. Konsumsi air tanah terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan perkotaan. Hal tersebut ditandai dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas manusia yang membutuhkan sumber daya air. Provinsi DIY merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang wilayahnya memiliki akuifer yang cukup besar dengan sumber daya air tanah yang tinggi. Oleh karena itu, pemetaan zona air tanah ini bermanfaat bagi Pemerintah Provinsi DIY dalam melakukan perencanaan yang baik terutama berkaitan dengan penyediaan air bersih perkotaan. Penelitian ini memanfaatkan bidang kajian Sistem Informasi Geografis dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menggunakan parameter-parameter air tanah, yaitu curah hujan, litologi, geomorfologi, kemiringan, tutupan lahan, NDVI, dan *Topographic Wetness Index* (TWI). Hasil pengolahan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada identifikasi potensi air tanah Provinsi DIY menghasilkan klasifikasi potensi air tanah sangat rendah dengan luas 651 km², rendah seluas 783 km², sedang seluas 718 km², tinggi dengan luas 471 km², dan sangat tinggi dengan luas 528 km².

Kata kunci : *AHP, Air Tanah, DIY, TWI*

ABSTRACT

Groundwater is a very important source of water for domestic, agricultural and industrial purposes. Consumption of groundwater continues to increase along with urban development. This is indicated by the rapid population growth and increased human activity that requires water resources. DIY Province is one of the provinces in Indonesia whose territory has quite large aquifers with high groundwater resources. Therefore, the mapping of groundwater zones is useful for the DIY Provincial Government in carrying out good planning, especially with regard to urban clean water supply. This research utilizes the field of study of Geographic Information Systems with the Analytical Hierarchy Process (AHP) method using groundwater parameters, namely rainfall, lithology, geomorphology, slope, land cover, NDVI, and Topographic Wetness Index (TWI). The processing results of the Analytical Hierarchy Process (AHP) on the identification of groundwater potential in the DIY Province resulted in a classification of very low groundwater potential with an area of 651 km², low with an area of 783 km², medium with an area of 718 km², high with an area of 471 km², and very high with an area of 528 km².

Keywords: *AHP, Groundwater, DIY, TWI*

1. PENDAHULUAN

Air tanah didefinisikan sebagai sumber air yang penting untuk keperluan domestik, pertanian, dan industri. Air tanah termasuk dalam kategori sumber daya alam terbarukan yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan air dan mengubah

nilai air tanah itu sendiri. Pentingnya ketersediaan air bersih sejalan dengan ketentuan PBB terkait *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor enam, yaitu menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan. Pada tahun 2030, semua negara harus mencapai 100%

akses air bersih dan sanitasi bagi rakyatnya. Ketersediaan air tanah sebagai sumber kebutuhan pokok manusia semakin mengalami penurunan. Hal ini tidak sebanding dengan konsumsi air tanah yang terus meningkat seiring dengan perkembangan perkotaan, diikuti dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas manusia.

Salah satu provinsi yang relatif berkembang pesat di Indonesia adalah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Terjadi perubahan penggunaan lahan dari lahan kosong menjadi lahan perkotaan di provinsi tersebut. Hal ini tentunya akan berdampak pada pengurangan asupan air tanah dan peningkatan konsumsi air (Kristanto, 2020). Provinsi DIY termasuk provinsi yang memiliki akuifer cukup besar dengan sumber air tanah yang tinggi. Pada tahun 1983, 1995, dan 1998 terjadi penurunan muka tanah di Provinsi DIY, yakni mulai dari 0,324–0,514 meter/tahun. Adanya penurunan permukaan air tanah yang signifikan diperkirakan akan terjadi di tahun-tahun mendatang (Wilopo, 1999). Pada tahun 2016, setidaknya 50% kawasan di Provinsi DIY terancam mengalami krisis air (UGM, 2016). Adanya permasalahan tersebut mengharuskan pemerintah Provinsi DIY untuk merencanakan dengan baik penyediaan air minum perkotaan. Hal ini dilakukan agar sumber daya air tanah tidak rusak di kemudian hari. Oleh karena itu, pemetaan potensi air tanah ini bertujuan untuk memetakan potensi air tanah di Provinsi DIY berdasarkan parameter-parameter air tanah.

Penelitian ini memanfaatkan bidang studi Sistem Informasi Geografis khususnya metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam memetakan potensi air tanah di Provinsi DIY. Metode AHP menerapkan pendekatan matematika yang kompleks (Makkasau, 2012). Metode AHP dapat mengetahui sejauh mana peran masing-masing parameter yang digunakan untuk mengetahui potensi air tanah di Provinsi DIY. AHP juga sangat berguna sebagai alat analisis pengambilan keputusan berdasarkan pada pendapat para ahli. Parameter yang digunakan meliputi curah hujan, litologi, geomorfologi, kemiringan lereng, tutupan lahan, NDVI Landsat 8 dan indeks kelembaban topografi atau TWI. Parameter tersebut ditentukan sesuai dengan tingkat kepentingan berdasarkan skala Saaty dari 1 sampai 9. Skala Saaty menentukan perbandingan berpasangan antara dua parameter yang dapat diperoleh dari ukuran nyata atau relatif dari tingkat minat, atau perasaan, didukung oleh pendapat ahli dan berbagai sumber rujukan (Atmanti, 2008).

2. STATE OF THE ART DAN LITERATURE REVIEW

2.1 State of The Art

Penelitian tentang zona potensi air tanah yang dilakukan oleh Ifan Adi Pratama, dkk dengan judul “Identifikasi Potensi Air Tanah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Kendal” tahun 2018. Ifan Adi menggunakan parameter indeks vegetasi, kelerengan, jenis tanah, jenis batuan, curah hujan, dan penggunaan lahan dalam memetakan zona potensi air tanah. Klasifikasi zona air tanah terbagi menjadi 4 kelas, yaitu tidak berpotensi, rendah, sedang, dan tinggi (Pratama, 2018).

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Heru Hendrayana, dkk dengan judul “Neraca Air Tanah Cekungan Air Tanah (CAT) Menoreh dan Water Kabupaten Kulon Progo” pada tahun 2020. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa wilayah dengan kategori sangat rendah adalah Kecamatan Wates, Kecamatan Kalibawang, Kokap, Sentolo, dan Samigaluh. Kelima kecamatan tersebut perlu dilakukan pengelolaan airtanag berbasis pendayagunaan airtanah dan pengendalian daya rusak airtanah (Hendrayana, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Ananda Trisakti Nugroho dari Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dengan judul “Kondisi Geohidrologi Daerah Istimewa Yogyakarta Analisis Potensi dan Permasalahan Airtanah di Yogyakarta” menyebutkan bahwa potensi airtanah di Provinsi DIY berpotensi sangat besar khususnya pada cekungan airtanah Yogyakarta. Meskipun berpotensi sangat besar, namun, penggunaan airtanah harus dilakukan sesuai dengan kebutuhan (Nugroho, 2018).

2.2 Literature Review

2.2.1 Zona Potensi Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan bumi khususnya berada pada zona saturasi air dengan tekanan hidrostatis sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Ketika kapasitas tanah di zona ini habis, air meresap ke dalam pori-pori tanah atau batuan yang jenuh air, yang disebut zona jenuh air (Adji, 2014). Adanya air tanah ini sangat bergantung dengan penyerapan curah hujan dan jumlah air yang dapat masuk ke dalam tanah. Faktor lain yang mempengaruhi adalah litologi (batuan) dan kondisi geologi (Saputra, 2016). Penelitian ini menggunakan data curah hujan, litologi, geomorfologi, kelerengan, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan *Topographic Wetness Index* (TWI) dalam memetakan zona potensi air tanah.

2.2.2 Sistem Informasi Geografis

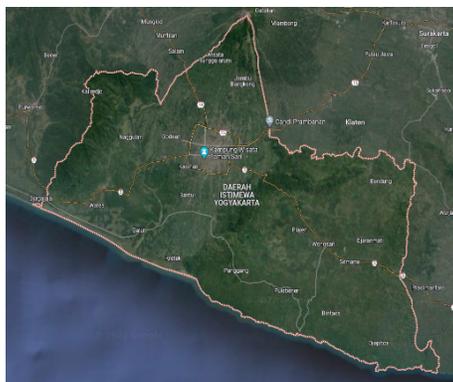
Sistem Informasi Geografis didefinisikan sebagai suatu sistem komputerisasi atau *Computer Based Information System* (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografis. SIG digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan fitur penting atau kritis untuk analisis (Prahasta, 2001). Sistem Informasi Geografis adalah paket perangkat lunak terintegrasi yang dirancang khusus untuk memproses data geografis untuk berbagai tujuan. GIS dapat melakukan proses pemasukan data, penyimpanan, tampilan informasi kepada pengguna dan memiliki kemampuan untuk melakukan analisis terhadap data yang ada (Weng, 2010).

2.2.3 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode untuk memecahkan situasi kompleks yang tidak terstruktur menjadi beberapa komponen dalam susunan hierarkis dengan memberikan nilai subjektif tentang kepentingan relatif dari setiap variabel dan menentukan variabel mana yang memiliki prioritas tertinggi untuk memengaruhi hasilnya. Peralatan utama AHP adalah hierarki fungsional, dengan input utamanya adalah persepsi manusia (Saaty, 2008).

2.2.4 Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Secara astronomis Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak antara 70 33' LS - 8 12' LS dan 110 00' BT - 110 50' BT. Luas wilayah Provinsi DIY adalah sekitar 3.186 km². Daerah Istimewa Provinsi Yogyakarta terletak di bagian selatan tengah pulau Jawa. Provinsi ini dibatasi oleh Samudra Hindia di sebelah selatan dan Provinsi Jawa Tengah di sisi lainnya.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Potensi air tanah Yogyakarta memiliki potensi yang sangat besar terutama di cekungan airtanah Yogyakarta. Akuifer atau Cekungan Air Tanah (CAT) di Yogyakarta terbagi menjadi tiga bagian yaitu CAT Yogyakarta, CAT Wonosari dan CAT Wates. Akuifer Yogyakarta terletak di beberapa kabupaten seperti Sleman, Bantul dan Kota Yogyakarta. Misalnya, akuifer Wonosari adalah akuifer di kawasan Gunung Kidul, yaitu kawasan karst Gunung Sewu dengan bentuk bebatuan, tandus, dan gersang (Nugroho, 2018).

3. METODE PENELITIAN

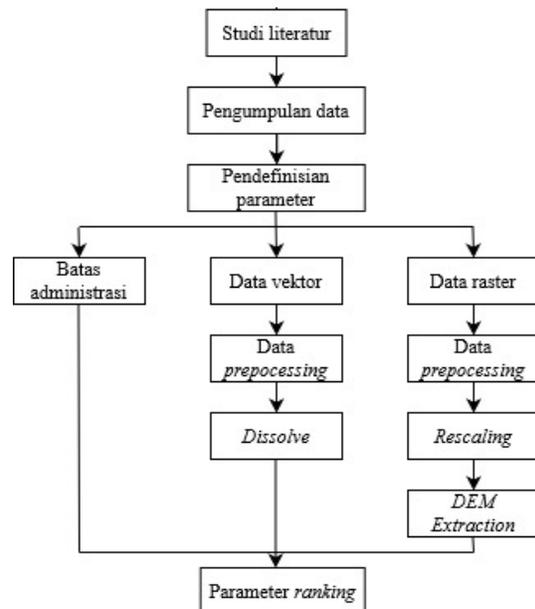
3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

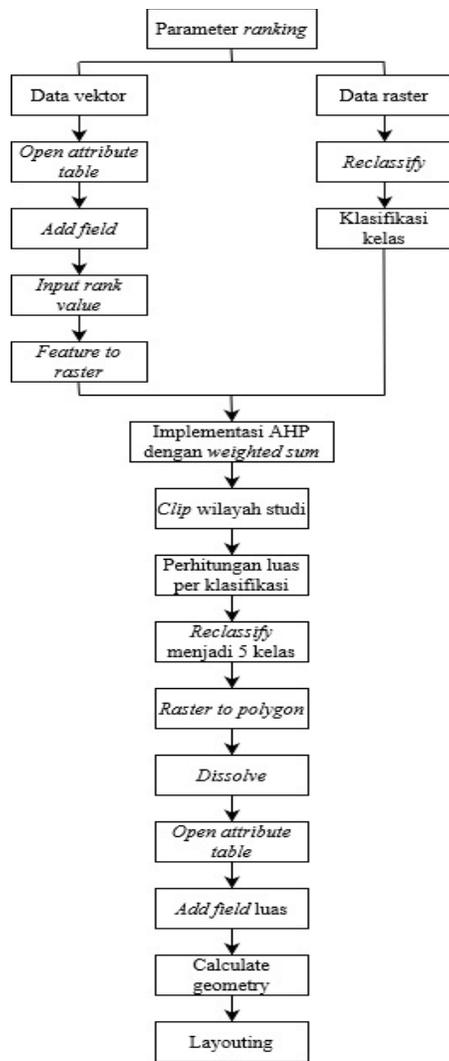
Adapun alat yang digunakan dalam penelitian mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah Laptop dengan tipe ASUS VivoBook Ultra K413. Sementara perangkat lunak yang digunakan adalah software ArcGIS Versi 10.8.

3.1.2 Bahan

Bahan atau data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data vektor (Litologi, geomorfologi, dan land cover) dan data raster (Kelerengan/slope, NDVI Landsat 8, Topographic Wetness Index atau TWI, dan curah hujan), serta batas administrasi Pulau Jawa dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi :

1. Tahap persiapan
Kegiatan persiapan yang dilaksanakan dalam lingkup pekerjaan ini meliputi pengecekan alat, data, dan *software* yang akan digunakan.
2. Tahap pengumpulan data
Penelitian ini menafaatkan data data vektor dan data raster. Data vektor terdiri dari data litologi, data geomorfologi, dan data *land cover*. Data raster terdiri dari data curah hujan, data *slope*, data TWI, dan data NDVI Landsat 8.
3. Tahap pendefinisian parameter
Pendefinisian parameter ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan data parameter menjadi data vektor atau data raster. Tahapan ini dilakukan dengan cara simbologi pada masing-masing data.

4. Tahap *data preprocessing*

Data *preprocessing* merupakan langkah awal untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang lebih bersih yang dapat digunakan untuk diproses lebih lanjut. Data raster dilakukan *rescale* khusus untuk data curah hujan, kemudian melakukan proses ekstraksi DEM untuk menghasilkan data *slope* dan TWI. Untuk data vektor, dilakukan proses *dissolve* pada setiap parameternya.

5. Parameter *ranking*

Proses parameter *ranking* pada data vektor adalah dengan menambahkan kolom baru berupa kelas pada *attribute table*nya. Sementara untuk data raster, proses parameter *ranking* dilakukan dengan *reclassify* menjadi beberapa kelas sesuai dengan sumber acuan yang digunakan.

6. Implementasi AHP

Implementasi AHP dilakukan dengan menginputkan nilai pembobotan pada tools *weighted sum*. Pembobotan dilakukan oleh 9 partisipan yang terdiri dari 7 ahli dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan 2 mahasiswa Kerja Praktik dari Teknik Geodesi UNDIP.

7. Perhitungan luas

Langkah terakhir adalah menghitung luas per klasifikasi atau per kelas dari hasil pengolahan potensi air tanah. Perhitungan luas menggunakan tools *calculate geometry*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembobotan Parameter

Hasil pembobotan parameter dengan menggunakan metode AHP adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pembobotan parameter

No.	Parameter Utama	Bobot
1	Curah Hujan	22,20%
2	Litologi	21,51%
3	Geomorfologi	12,33%
4	<i>Land Cover</i>	12,00%
5	<i>Slope</i>	13,77%
6	NDVI Landsat 8	8,45%
7	<i>Topographic Wetness Index</i>	9,74%
	Konsistensi Rasio	0,80%
	Jumlah Partisipan	9 orang

Tabel 1 menunjukkan bahwa paramater yang memiliki tingkat kepentingan paling besar adalah curah hujan dengan bobot 22,20%.

Kemudian, parameter litologi mempunyai bobot 21,51%, geomorfologi dengan bobot 12,33%, *land cover* dengan bobot 12%, *slope* mempunyai bobot 13,77%, NDVI Landsat 8 dengan bobot 8,45%, dan *Topographic Wetness Index* (TWI) dengan bobot 9,74%.

4.2 Klasifikasi Setiap Parameter

Klasifikasi setiap parameter yang mempengaruhi potensi air tanah adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi setiap parameter

Parameter	Skala	Klasifikasi
Curah hujan	2	Sangat rendah
	3	Rendah
	4	Sedang
	5	Tinggi
	6	Sangat tinggi
Litologi	2	Batu gamping
	8	Sedimen lepas
	9	Sedimen padu
Geomorfologi	2	Kerucut gunung api
	3	Pegunungan
	5	Endapan aliran
	7	Dataran pasir pantai
Kelerengan	9	Tubuh air
	2	Sangat curam
	3	Curam
	4	Sedang
	6	Rendah
Land cover	8	Datar
	2	Permukiman
	3	Perkebunan
	4	Pertambangan
	6	Pertanian lahan kering
	7	Sawah
NDVI	8	Tambak
	9	Semak/belukar
	4	Kerapatan rendah
	6	Agak rapat
TWI	7	Rapat
	8	Sangat rapat
	2	Sangat rendah
	3	Rendah
	4	Sedang
	6	Tinggi
	8	Sangat tinggi

Sumber : *Remote Sensing, GIS, & Spatial Data Infographic Module*

Parameter pertama yang mempengaruhi potensi air tanah adalah curah hujan. Curah hujan atau *rainfall* adalah salah satu parameter

terpenting dalam pembuatan peta potensi air tanah. Curah hujan merupakan sumber utama resapan air tanah. Parameter ini memiliki dampak yang signifikan terhadap pengembangan peta zona air tanah (Putra, 2018).

Selanjutnya adalah parameter litologi. Litologi didefinisikan sebagai susunan fisik endapan geologis. Susunan ini meliputi komposisi mineral dan kumpulan butir yang dibentuk oleh sedimentasi. Litologi adalah cabang geologi yang mempelajari asal-usul, pembentukan batuan, dan komposisi mineralnya (Kodoatie, 2018).

Geomorfologi erat kaitannya dengan air tanah. Adanya rembesan atau mata air merupakan contoh dampak geomorfologi terhadap air tanah. Keberadaan mata air dikendalikan oleh curah hujan, sifat hidrologis material permukaan, terutama topografi, tipe geologi, geometri akuifer dan struktur geologi.

Selanjutnya adalah parameter kelerengan. Kelerengan termasuk dalam faktor yang berkaitan langsung dengan infiltrasi air hujan. Kemiringan dapat mempengaruhi aliran air permukaan dan infiltrasi. Daerah yang curam melemahkan daya dukung permukaan air, sehingga waktu penetrasi air tidak dapat tercapai (Putra, 2018).

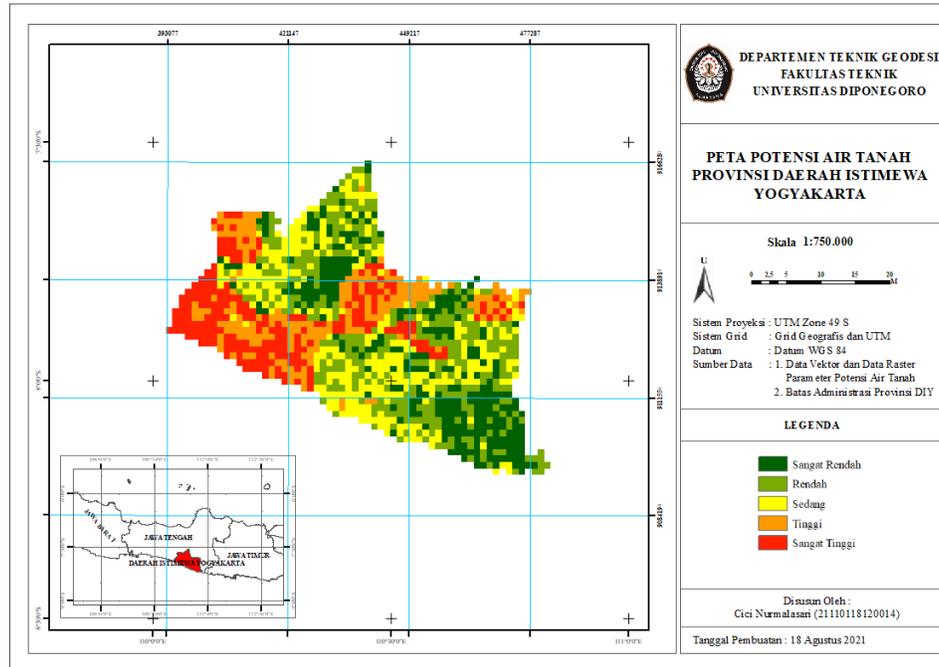
NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah parameter yang berguna untuk memperoleh parameter indeks vegetasi. Indeks ini adalah hasil komputasi informasi multispektral antara spektrum merah dan inframerah dekat. Nilai NDVI berbanding lurus dengan potensi air tanah (Putra, 2018).

Nilai TWI menggambarkan kecenderungan air untuk menumpuk pada suatu lereng berdasarkan gravitasi yang mengendalikan aliran air. Secara konseptual, TWI menggambarkan tingkat kelembaban tanah. Penilaian TWI dilakukan dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) (Nucifera, 2017).

Tutupan lahan dapat memberikan informasi yang sangat penting untuk pemodelan dan pemahaman fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi (Sampurno, 2016). Perubahan pola tutupan lahan akan mempengaruhi ketersediaan air regional. Tutupan lahan mempengaruhi limpasan permukaan dan pengisian air tanah. sehingga lahan terbangun bukanlah area yang berpotensi memiliki air tanah.

4.3 Hasil Pemetaan Potensi Air Tanah

Hasil pemetaan potensi air tanah dapat dilihat pada gambar 4 tentang peta potensi air tanah.



Gambar 4. Peta potensi air tanah

Potensi airtanah menggambarkan hasil zonasi potensi airtanah, dimana hasil pembobotan AHP terhadap parameter airtanah eksisting membagi daerah penelitian ini menjadi zona-zona dengan potensi airtanah sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Daerah Istimewa Yogyakarta terdiri dari Kabupaten Sleman, Kabupaten Gunung Kidul, Kabupaten Bantul, Kabupaten Kulonprogo dan Kota Yogyakarta. Potensi air tanah dengan kategori tinggi hingga sangat tinggi terdapat di Kabupaten Kulonprogo. Sedangkan klasifikasi potensi air tanah rendah terdapat di Kabupaten Gunung Kidul dan Sleman.

Kebijakan pengembangan sumber daya air terus dilakukan Pemerintah Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Rencana Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2009-2029. Mengacu pada Pasal 27 (7) Rencana Pengembangan Sumber Daya Air, disebutkan bahwa kebijakan pembangunan infrastruktur sumber daya air harus menjaga keseimbangan ekosistem, mengembangkan dan mengelola sumber daya air secara terpadu berdasarkan wilayah sungai dan terintegrasi dengan wilayah aliran air tanah. Pengembangan jaringan infrastruktur sumber daya air untuk pengembangan lahan pertanian, kawasan pemukiman, infrastruktur lingkungan perkotaan, industri dan kawasan strategis.

Perhitungan luas hasil klasifikasi potensi air tanah Provinsi DIY dilakukan dengan menggunakan calculate geometry pada *attribute tablenya*. Berikut

adalah tabel hasil perhitungan luas per klasifikasi potensi air tanah Provinsi DIY :

Tabel 3. Hasil perhitungan luas

No.	Klasifikasi	Luas (km ²)
1	Sangat rendah	651
2	Rendah	783
3	Sedang	718
4	Tinggi	471
5	Sangat Tinggi	528
Jumlah total		3151

Berdasarkan tabel 3, wilayah dengan klasifikasi sangat rendah memiliki luas 651 km², untuk wilayah dengan klasifikasi rendah memiliki luas 783 km², wilayah dengan klasifikasi sedang dengan luas 718 km², wilayah klasifikasi tinggi memiliki luas 471 km², dan wilayah dengan klasifikasi sangat tinggi memiliki luasan sebesar 528 km². Dari hasil perhitungan ini, wilayah Provinsi DIY terluas adalah pada klasifikasi sedang dengan luas 718 km². Sehingga luas total Provinsi DIY dengan lima klasifikasi yang sudah dihitung adalah 3151 km². Dilansir dari Badan Pusat Statistik Provinsi DIY, Provinsi ini memiliki luas total adalah 3133 km² pada tahun 2020. Angka ini memiliki selisih sebesar 18 km² dari hasil perhitungan luas potensi air tanah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan metode AHP.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan bumi pada zona jenuh, atau seluruh pori-pori dan ruang-ruang yang berisi air di antara partikel-partikel tanah jenuh, yang dikenal sebagai *groundwater*. Hasil pembobotan *ranking* per parameter adalah data curah hujan memiliki bobot 22,20%, data litologi sebesar 21,51%, data geomorfologi 12,33%, data *land cover* 12%, data kelerengan atau *slope* 13,77%, data NDVI Landsat 8 8,45%, dan data TWI sebesar 9,74%. Hasil pengolahan potensi air tanah Provinsi DIY menghasilkan klasifikasi potensi air tanah sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Wilayah dengan klasifikasi sangat rendah memiliki luas 651 km², untuk wilayah dengan klasifikasi rendah memiliki luas 783 km², wilayah dengan klasifikasi sedang dengan luas 718 km², wilayah dengan klasifikasi tinggi memiliki luas 471 km², dan wilayah dengan klasifikasi sangat tinggi memiliki luasan sebesar 528 km².

Untuk penelitian selanjutnya, diperlukan data penelitian lapangan berupa titik-titik lokasi daerah yang berpotensi memiliki air tanah untuk mengetahui derajat kesesuaian antara peta yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan peta potensi air tanah. Sebaiknya Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta mengelola air tanah sebaik mungkin, dengan harapan dapat meminimalisir atau menghindari dampak penggunaan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Tjahyo Nugroho. (2014). Zonasi Potensi Air Tanah Dengan Menggunakan Beberapa Parameter Lapangan dan Pendekatan SIG di Daerah Kepesisiran. *Laporan Akhir Penelitian Sekolah Vokasi UGM*.
- Atmanti, H. (2008). Analytical Hierarchy Process Sebagai Model yang Luwes. *Prosiding INSAHP5*, ISBN : 978-979-97571-4-2.
- Hendrayana, H. dkk. (2020). Neraca Air Tanah Cekungan Air Tanah (CAT) Menoreh dan Wates Kabupaten Kulon Progo. *Geomedia Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*.
- Kodoatie, R. J. (2018). Tata Ruang Sungai Aluvial dan Sungai Non-Aluvial CAT dan Non-CAT. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Kristanto, W. A. (2020). Sebaran Daerah Sulit Air Tanah Berdasarkan Kondisi Geologi Daerah Perbukitan Kecamatan Prambanan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Volume 12 Nomor 1, 68-83.
- Makkasau, K. (2012). Penggunaan Metode AHP Dalam Penentuan Prioritas Program Kesehatan (Studi Kasus Program Promosi Kesehatan). *J@TI Undip*, Volume II Nomor 2, 105-112.
- Nucifera, F. dkk. (2017). Deteksi Kerawanan Banjir Genangan Menggunakan Topographic Wetness Index. *Media Komunikasi Geografi*, Volume 18 Nomor 2, 107-116.
- Nugroho, A. (2018). Kondisi Geohidrologi Daerah Istimewa Yogyakarta Analisis Potensi dan Permasalahan Airtanah di Yogyakarta. *Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada*.
- Prahasta, E. (2001). *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi*. Bandung: Informatika.
- Pratama, I. dkk. (2018). Identifikasi Potensi Air Tanah Berbasis Pengindraan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*.
- Putra, A. R. (2018). Analisis Potensi Air Tanah Pada Cekungan Air Tanah Brantas. Thesis ITS Surabaya. Diperoleh dari https://repository.its.ac.id/55872/1/0321165_0020003-Master_Thesis.pdf.
- Saaty, T. (2008). *Decision Making With The Analytic Hierarchy Process*. USA: University of Pittsburgh.
- Sampurno, R. M. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, Volume 10 Nomor 2, 61-70.
- Saputra, D. dkk. (2016). Studi Air Tanah Berbasis Geographics Information System (GIS) di Kota Bandar Lampung. *JRSDD*, Volume 4 Nomor 3, 469-480.
- UGM. (2016). 50 Persen Wilayah Yogyakarta dan Sleman Krisis Air. Diperoleh dari <https://www.ugm.ac.id/id/berita/12410-50-persen-wilayah-yogyakarta-dan-sleman-krisis-air>.
- Wilopo, W. (1999). Perencanaan Konsercasi Air Bawah Tanah di Cekungan Yogyakarta, DIY. *Skripsi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*.
- Weng, Q. (2010). Remote Sensing and GIS Integration : Theories, Methods, and Applications. ISBN: 978-0-07-160654-7.