



POTENSI RESAPAN AIR TANAH DI KABUPATEN BOJONEGORO DENGAN PENDEKATAN GIS

*Ahmad Nur Kholis¹, *Mrabawani Insan Rendra²*
^{1,2}Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro, Indonesia
*ahmadkholis0201@gmail.com, m.insanrendra@gmail.com**

Abstrak: Potensi Resapan Air Tanah di Kabupaten Bojonegoro dengan pendekatan GIS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah potensi resapan air tanah di Kabupaten Bojonegoro. Metode yang digunakan yaitu pembobotan dan skoring dengan pendekatan GIS. Data yang digunakan yaitu Penggunaan Lahan, Kelerengan, Curah Hujan dan Jenis Tanah sesuai dengan aturan P.32/MENHUT-II/2009. Analisis yang digunakan yaitu *overlay* dari semua parameter secara spasial. Hasil menunjukkan bahwa Potensi Resapan Air Tanah Kabupaten Bojonegoro berada di Wilayah Selatan dengan skor lebih dari 48, kemudian luas area 2.76 km². Kemudian nilai skor 33-39 mendominasi luas sebarannya dengan kriteria kondisi resapan air agak kritis mempunyai luas wilayah 101,222 km². Lalu area kedua mempunyai skor kurang 32 yang memiliki luas sebaran 81.683 km² dengan kondisi sangat kritis. Untuk menunjang perencanaan dalam penyediaan air, penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dimasa yang akan datang.

Kata kunci: Potensi Air Tanah; Resapan Air Tanah; Overlay; Wilayah Resapan.

Abstract: Potential of Groundwater Absorption in Bojonegoro Regency with GIS Approach. This study aims to determine the potential area for groundwater recharge in Bojonegoro Regency. The method used is weighting and scoring with a GIS approach. The data used are Land Use, Slope, Rainfall and Soil Type in accordance with the rules P.32/MENHUT-II/2009. The analysis used is a spatial overlay of all parameters. The results show that the Groundwater Absorption Potential of Bojonegoro Regency is in the Southern Region with a score of more than 48, then the area is 2.76 km². Then the score value 33-39 dominates the distribution area with the criteria for the condition of slightly critical water absorption having an area of 101,222 km². Then the second area has a score of less than 32 which has a distribution area of 81,683 km² with very critical conditions. To support planning in water supply, this research can be used as a basis for planning in the future.

Keywords: Groundwater Potential; Groundwater Infiltration; Overlay; Infiltration Area

History & License of Article Publication:

Received: 07/10/2022 **Revision:** 21/10/2022 **Published:** 31/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i2.285>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dalam setiap tahun mengalami peningkatan, akan berdampak pada sistem aktivitas penduduk, pembangunan infrastruktur, ekonomi dan perkembangan wilayah. Peningkatan aktivitas penduduk juga berbanding lurus dengan perubahan penggunaan lahan. Namun dalam implementasi penggunaan lahan yang mengalami perkembangan akan sulit dikendalikan. Adanya perubahan penggunaan lahan dapat digambarkan oleh faktor fisik, ekonomi, sosial, interaksi keruangan dan kebijakan sosial. Dampak perubahan penggunaan lahan salah satunya mempengaruhi kondisi resapan air tanah pada suatu wilayah.

Air yang merupakan sumber utama untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup menjadi faktor penting untuk dijaga kualitas airnya. Dalam hal ini air tanah digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi, air minum, industri dan kegiatan komersial lainnya (Rengganis 2016). Masalah yang sering muncul yaitu penggunaan air yang kurang sesuai akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar diantaranya penurunan kualitas dan penurunan muka tanah (Iman et al. 2017). Dampak yang akan ditimbulkan diantaranya kualitas air pada masyarakat, ekonomi dan lingkungan. Perlu adanya pedoman perencanaan berbasis lingkungan terkait dengan pemanfaatan, penyediaan dan pengembangan air tanah (Ratag, Kindangen, and Moniaga 2018).

Faktor yang mempengaruhi kualitas air yaitu adanya pengembangan kawasan permukiman. Kebutuhan kawasan permukiman merupakan bagian penting yang harus direncanakan guna mengetahui perkembangan suatu wilayah yang sesuai dengan keberlanjutan pembangunan (Ruslan et al. 2013). Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bojonegoro merencanakan Kawasan permukiman hingga tahun 2039 seluas 39.553 Ha yang terdiri dari perkotaan dan perdesaan. Sedangkan kebutuhan air juga direncanakan dalam RTRW seluas 95.927 Ha, yang termasuk dalam kawasan hutan produksi dan hutan lindung. Namun luasan setiap kawasan belum ditetapkan secara khusus. Perlu adanya penelitian terkait dengan potensi wilayah resapan air tanah di Kabupaten Bojonegoro.

Penelitian terdahulu dalam menghitung potensi resapan air tanah menggunakan parameter kontur tanah, penggunaan lahan, curah hujan dan jenis tanah. Parameter tersebut kemudian diolah menggunakan pendekatan GIS. Namun potensi air tanah juga bisa menggunakan pendekatan dengan pengindraan jauh (Pranoto, Saptomo, and Wasposito 2016; Putri and Gunawan 2016). Tujuan penelitian ini yaitu menghitung potensi air tanah dengan menggunakan data RTRW sesuai dengan arahan perencanaan Kabupaten Bojonegoro. Kemudian parameter yang digunakan sesuai dengan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH–DAS).

METODE

Penelitian ini menggunakan data spasial Rencana Tata Rung Wilayah Kabupaten Bojoenegoro tahun 2021. Dalam menentukan potensi daerah resapan air menggunakan sumber P.32/MENHUT–II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH–DAS). Parameter yang digunakan dalam menentukan potensi resapan air tanah menggunakan empat parameter yaitu penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan dan jenis tanah (Belly, Suyarto, and

Diara 2019; Iman et al. 2017; Kuncara 2013; Pandiangan, Diara, and Kusmiyarti 2021; Ruslan et al. 2013). Sedangkan untuk metode analisis data menggunakan overlay dan skoring dengan pendekatan GIS (Chenini and Ben Mammou 2010; Kaliraj, Chandrasekar, and Magesh 2014; Mahmoud 2014; Olabode 2019; Senanayake et al. 2016; Yeh et al. 2009). Adapun bobot setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1 sebagaimana berikut.

Tabel 1. Nilai Bobot Parameter Resapan Air

No	Parameter	Nilai Bobot
1	Jenis Tanah	5
2	Curah Hujan	4
3	Penggunaan Lahan	3
4	Kemiringan Lereng	2

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan sangat berpengaruh pada potensi resapan air, dikarenakan berhubungan erat dengan larian air permukaan. Penutupan lahan tanah secara permanen dapat mempengaruhi laju infiltrasi. Tutupan lahan yang memiliki permukiman padat dapat berpotensi terhadap sedikitnya resapan air yang mampu masuk ke dalam tanah, jika dibandingkan tutupan lahan berupa hutan maupun kebun. sebagaimana tabel dibawah ini:

Tabel 2. Harkat dan Pembobotan Penggunaan Lahan

Klas	Klasifikasi		Harkat	Bobot
	Infiltrasi	Penggunaan Lahan		
1	Besar	Hutan Lebat	5	3
2	Agak Besar	Hutan Produksi, Perkebunan	4	3
3	Sedang	Semak Belukar, Padang Rumput	3	3
4	Agak Kecil	Ladang, Tegalan	2	3
5	Kecil	Permukiman, Pekarangan, Sawah	1	3

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

Kemiringan Lereng

Lereng yang memiliki kemiringan besar, maka akan semakin kecil jumlah air yang meresap, namun perlu untuk konservasi (Wibowo, 2006). Semakin curam kemiringan lereng, akan semakin kecil jumlah air yang meresap dan daerah yang mempunyai kemiringan lereng rendah maupun landai, maka akan berpotensi terjadinya proses resapan air yang rendah.

Tabel 3. Harkat dan Pembobotan Kemiringan Lereng

Klas	Lereng	Deskripsi	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	<8	Datar	Besar	5	2
2	8-15	Landai	Agak Besar	4	2
3	15-25	Bergelombang	Sedang	3	2
4	25-40	Agak Curam	Agak Curam	2	2
5	>4	Curam	Curam	1	2

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

Curah Hujan

Pada dasarnya lingkungan memiliki daya dukung terhadap curah hujan yang sama, dengan resapan air akan semakin besar apabila hujan terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Hujan mempunyai sifat diantaranya di Atas Normal (AN), artinya apabila nilai pada curah hujan lebih dari prosentase 115% terhadap rata-ratanya, Normal (N), artinya apabila nilai curah hujan kisaran persentase 85% - 115% terhadap rata-ratanya, Di Bawah Normal (BN), artinya apabila nilai curah hujan kurang dari prosentase sekitar 85% terhadap rata-ratanya

Tabel 4. Harkat dan Pembobotan Curah Hujan

Klas	Hujan Infiltrasi (mm/th)	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	<8	Datar	Besar	2
2	8-15	Landai	Agak Besar	2
3	15-25	Bergelombang	Sedang	2
4	25-40	Agak Curam	Agak Curam	2
5	>4	Curam	Curam	2

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

Jenis Tanah

Jenis tanah salah satu parameter utama dalam penentuan daerah resapan air. Tanah yang memiliki tekstur kasar maupun berpasir dengan laju infiltrasinya lebih tinggi dibandingkan dari tanah liat dan debu. Hal ini dikarenakan tanah yang berpasir didominasi tanah berpori, serta ruang porinya didominasi juga oleh pori-pori mikro yang membuat laju infiltrasi tanah liat lebih rendah dibandingkan dengan bertekstur debu.

Tabel 5. Harkat dan Pembobotan Kemiringan Lereng

Klas	Jenis Tanah	Infiltrasi	Harkat	Bobot
1	Regosol, Rezina	Besar	5	5
2	Aluvial	Agak besar	4	5
3	Latosol, Kambisol, Mollisol, Gleisol	Sedang	3	5
4	Litosol, Mediteran	Agak kecil	2	5
5	Grumusol	Kecil	1	5

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

Analisis Persebaran Kondisi Daerah Resapan Air

Kondisi daerah resapan air yang diproyeksikan dalam bentuk peta diperoleh dari proses skoring (pembobotan) , overlay (tumpang susun peta tematik) yang berupa peta penggunaan lahan, jenis tanah, curah hujan dan kemiringan lereng. Terdapat klasifikasi dalam kriteria kondisi daerah yang berpotensi peresapan air yang diperoleh melalui metode skoring , dengan melakukan penjumlahan hasil perkalian antara harkat dengan bobot pada setiap parameter.

$$\text{Nilai Total} = K_b * K_p + P_b * P_p + S_b * S_p + L_b * L_p$$

Keterangan :

K = Jenis Tanah

P = Curah hujan rata-rata tahunan

S = Penggunaan Lahan

L = Kemiringan Lereng

b = Nilai Bobot

p = Skor kelas parameter

Tabel 6. Klasifikasi Kriteria Kondisi Resapan Air

Nilai Skoring	Kriteria
>48	Kondisi Baik
44-47	Kondisi Normal Alami
40-43	Kondisi Mulai Kritis
33-39	Kondisi Agak Kritis

Sumber : RTkRLH-DAS, (2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

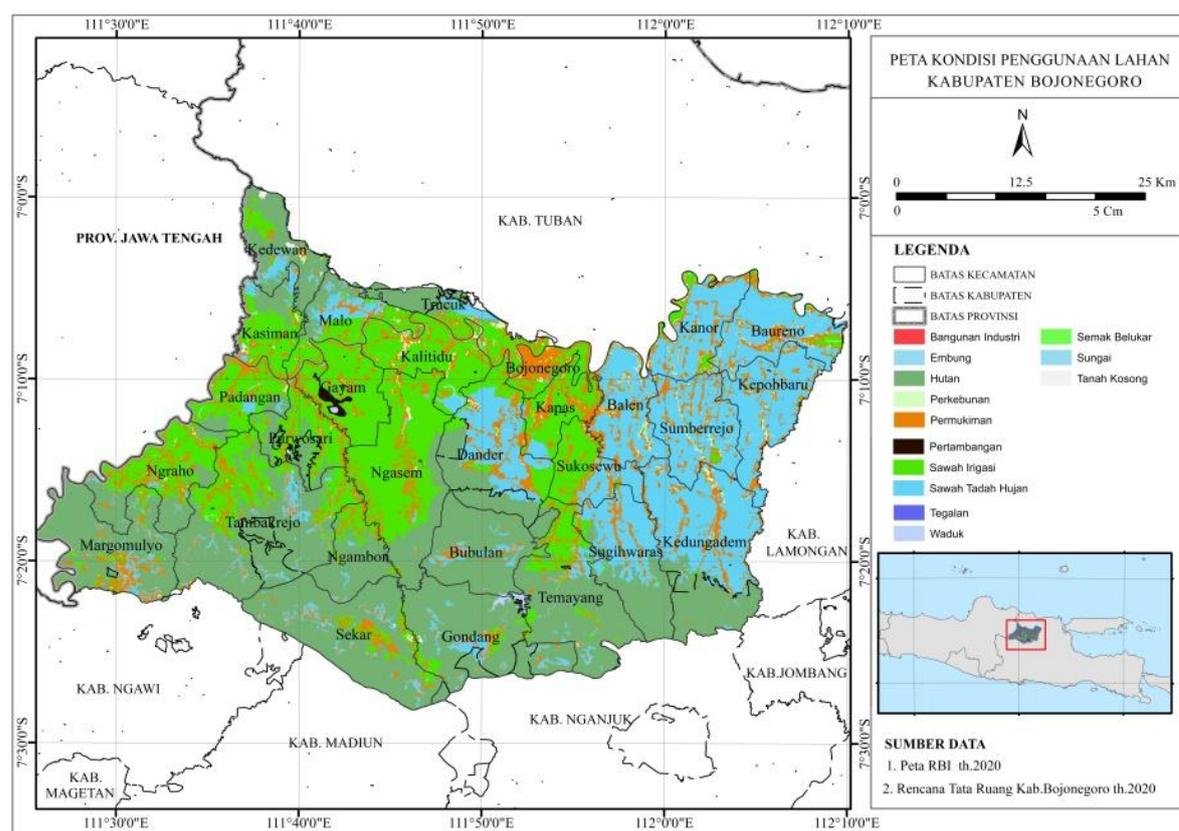
Hasil Penelitian

Berdasarkan klasifikasi kemampuan infiltrasi pada masing-masing parameter ,diperoleh hasil pembobotan nilai skor pada tiap-tiap parameter. Nilai dari skoring kemudian dipetakan untuk melihat potensi resapan air pada suatu wilayah. Berikut hasil skor dan bobot serta pemetaan pada setiap parameter. Parameter penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel 7, sedangkan hasil pemetaan penggunaan lahan pada gambar 1. Hasil perhitungan skor penggunaan lahan menunjukkan bahwa hutan mempunyai skor yang paling tinggi dengan nilai 15, kemudian perkebunan 12 dan semak belukar dan padang rumput dengan nilai yang sama yaitu 9. Sedangkan nilai yang paling rendah dengan nilai 3 yaitu pada penggunaan lahan permukiman, sawah irigasi, dan sawah tadah hujan. Jika ditinjau dari pemetaan penggunaan lahan hutan berada di wilayah selatan dan sebelah utara Kabupaten Bojonegoro. Sedangkan wilayah barat cenderung dengan penggunaan lahan sawah irigasi dan semak belukar. Lalu untuk wilayah timur didominasi dengan penggunaan lahan sawah tadah hujan.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Skor Penggunaan Lahan

No	Klasifikasi Penggunaan Lahan	Harkat	Bobot	Skor
1	Permukiman	1	3	3
2	Perkebunan	4	3	12
3	Hutan	5	3	15
4	Padang rumput	3	3	9
5	Sawah irigasi	1	3	3
6	Sawah tadah hujan	1	3	3
7	Semak Belukar	3	3	9
8	Tegalan	2	3	6

Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)



Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)

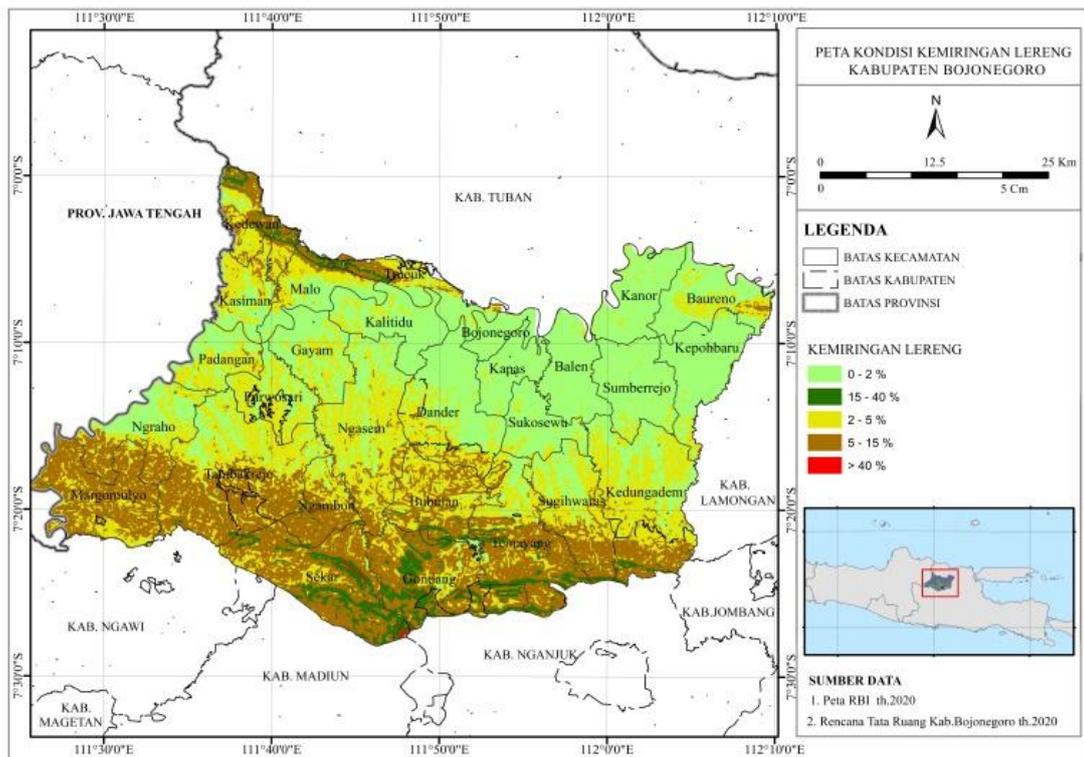
Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Bojonegoro

Pada tabel 8 menunjukkan bahwa hasil perhitungan skor untuk kemiringan lereng tertinggi dengan nilai 10 pada kategori kelerengan 0-2% dan 2-5%, kemudian yang paling rendah pada kelerengan lebih dari 40 % dengan nilai 2. Sedangkan hasil pemetaan didominasi pada tingkat kelerengan 0-2% pada wilayah utara. Lalu kelerengan 15-40% mendominasi pada wilayah selatan. Adapun gambar pemetaan kemiringan lereng Kabupaten Bojonegoro dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Skor Kemiringan Lereng

No	Kelerengan (%)	Harkat	Bobot	Skor
1	0 – 2 %	5	2	10
2	2 – 5 %	5	2	10
3	5 – 15%	4	2	8
4	15 – 40 %	2	2	4
5	> 40 %	1	2	2

Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)



Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)

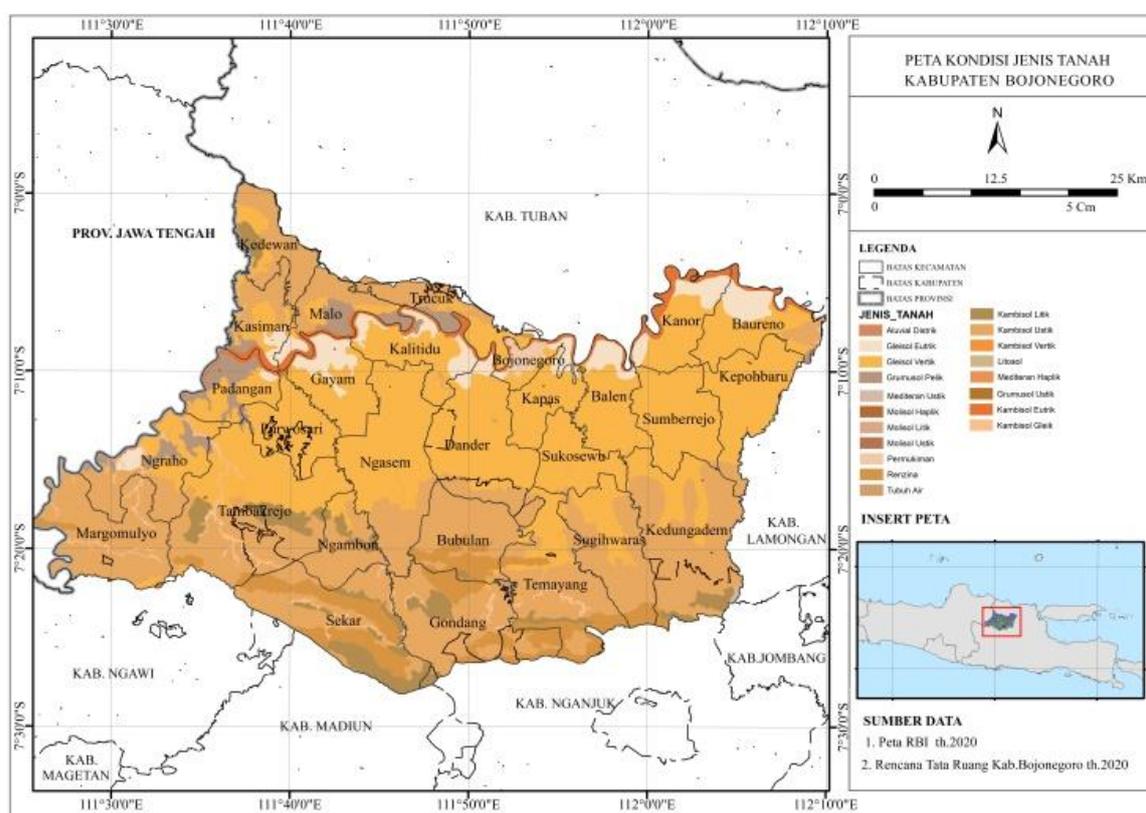
Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Bojonegoro

Berdasarkan data jenis tanah, Kabupaten Bojonegoro mempunyai 10 kriteria jenis tanah. Dari hasil pembobotan, Skor paling tinggi pada jenis tanah regosol dan rezina dengan nilai skor 25. Kemudian jenis tanah aluvial dengan nilai skor 20, dan untuk jenis tanah dengan nilai 15 yaitu latosol, kambisol, molisol, gleisol. Selanjutnya nilai skor yang paling rendah pada jenis tanah grumusol dengan nilai skor 5. Jika ditinjau dari pemetaan jenis tanah, jenis tanah gleisol mendominasi dari wilayah barat hingga timur dengan posisi memanjang di wilayah tengah kabupaten. Adapun data pembobotan jenis tanah dapat dilihat pada tabel 9. Sedangkan untuk hasil pemetaan jenis tanah dapat dilihat pada gambar 3 sebagaimana berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Skor Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Harkat	Bobot	Skor
1	Grumusol	1	5	5
2	Litosol	2	5	10
3	Mediteran	2	5	10
4	Latosol	3	5	15
5	Kambisol	3	5	15
6	Molisol	3	5	15
7	Gleisol	3	5	15
8	Aluvial	4	5	20
9	Regosol	5	5	25
10	Rezina	5	5	25

Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)

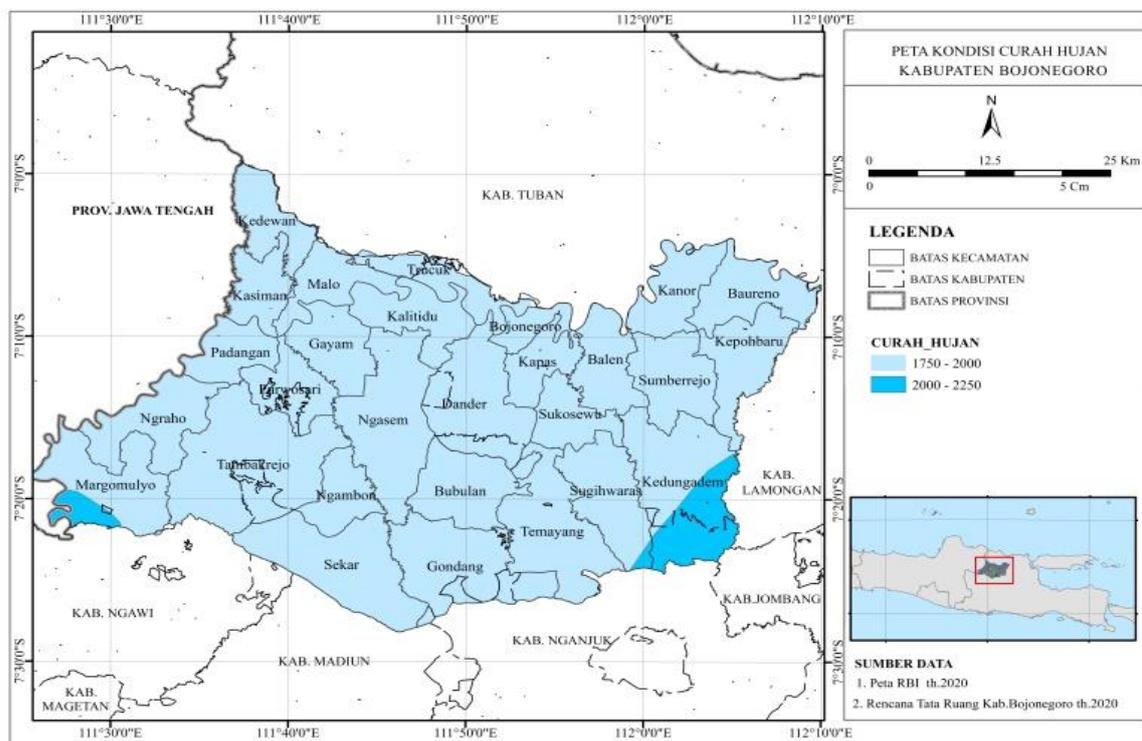


Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)

Gambar 3. Peta Jenis Tanah Kabupaten Bojonegoro

Dari data pemetaan curah hujan di Kabupaten Bojonegoro menunjukkan bahwa mempunyai 2 kondisi. Kondisi pertama yaitu 1750-2000 dengan persebaran wilayah di seluruh Kecamatan Bojonegoro. Kondisi kedua yaitu 2000-2250 dengan persebaran wilayah hanya di sebelah selatan wilayah timur tepatnya di sebagian Kecamatan Kedungadem dan pada wilayah barat sebelah selatan tepatnya di sebagian Kecamatan Margomulyo. Kemudian jika Nilai skoring pada data curah hujan yaitu harga bernilai 1 dengan bobot nilai 4, maka

skoring nilai setiap wilayah 4. Adapun gambar pemetaan kondisi curah hujan di Kabupaten Bojonegoro dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut.



Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022)

Gambar 4. Peta Curah Hujan Kabupaten Bojonegoro

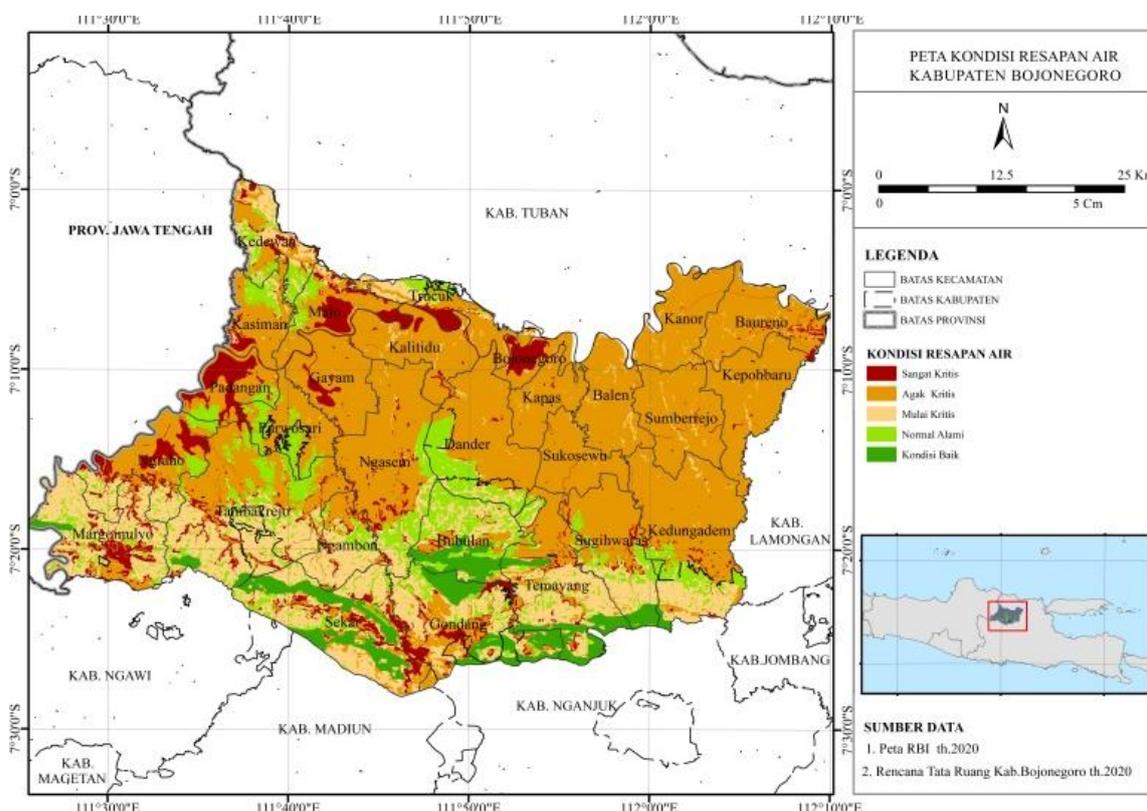
Berdasarkan proses pembobotan dan perhitungan skor pada tiap-tiap parameter ,akan dilakukan proses overlay dari empat parameter tersebut. Proses overlay yang dilakukan untuk memperoleh skor total untuk penentuan daerah resapan air. Pada tabel 10 menunjukkan hasil klasifikasi kondisi resapan air di Kabupaten Bojonegoro, nilai skor 33-39 mendominasi luas sebarannya dengan kriteria kondisi resapan air agak kritis mempunyai luas wilayah 101,222 km². Kemudian area kedua mempunyai skor kurang 32 yang memiliki luas sebaran 81.683 km² dengan kondisi sangat kritis. Sedangkan nilai lebih dari 48 mempunyai luas wilayah 2.76 km² dengan kondisi resapan air baik. Untuk hasil Kalsifikasi dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Klasifikasi Kondisi Resapan Air Kabupaten Bojonegoro

Skor Total	Kondisi	Luas area (Km ²)	Skor Total
<32	Kondisi Sangat Kritis	81.683	<32
33-39	Kondisi Agak Kritis	101.222	33-39
40-43	Kondisi Mulai Kritis	20.214	40-43
44-47	Kondisi Normal Alami	15.143	44-47
≥48	Kondisi Baik	2.76	≥48
Total		221.022	100

(Sumber : Hasil Pengolahan Data,2022)

Dari tabel 10 klasifikasi kondisi resapan air di Kabupaten Bojonegoro, kemudian dipetakan untuk mengetahui wilayah yang berpotensi mempunyai resapan air. Pada gambar 5 menunjukkan bahwa wilayah resapan air di Kabupaten Bojonegoro, memiliki resapan air yang agak kritis, dengan sebaran wilayah mendominasi pada semua kecamatan. Kemudian untuk wilayah yang sangat kritis, berada di wilayah perkotaan di Kecamatan Bojonegoro. Untuk resapan air yang berpotensi baik dan normal alami beresai di wilayah selatan Kabupaten Bojonegoro, namun areanya tidak begitu luas.



(Sumber : Hasil Pengolahan Data, (2022))

Gambar 5. Peta Resapan Air Kabupaten Bojonegoro

Berdasarkan hasil penelitian potensi resapan air di Kabupaten Bojoengro, penggunaan GIS sangat mendukung untuk peneitian. Hal tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu, Chenini, Mammou, and May (2010) berpendapat bahwa hasil penelitian dalam menentukan area potensi lahan mendukung menggunakan GIS untuk memproyeksi perencanaan pembangunan selanjutnya dimasa depan. Sedangkan Senanayake et al. (2016) berpendapat bahwa GIS tidak hanya digunakan untuk analisis saja, namun juga harus dikombinasikan dengan pendekatan pengindraan jauh, agar memiliki tampilan yang nyata pada suatu wilayah. Pendekatan yang lain untuk melihat tingkat hubungan antar variabel, juga perlu ditambahkan *Analytical hierarchy process (AHP)* dan *Decision support system (DSS)* (Mahmoud 2014).

Pengaruh potensi resapan air disebabkan oleh faktor infiltrasi dan luas daerah resapan (Pranoto et al. 2016). Dari hasil penelitian mendapatkan hasil bahwa wilayah yang

Potensi Resapan Air Tanah di Kabupaten Bojonegoro dengan pendekatan GIS (**Kholis**)
<https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

berpotensi memiliki resapan air tinggi di Kabupaten Bojonegoro berada di wilayah selatan dengan kondisi kelerengan 5-15%. Hal tersebut juga sejalan dengan peneliti terdahulu yang berpendapat wilayah lereng yang cukup tinggi akan mempunyai potensi resapan air tanah yang cukup tinggi (Belly et al. 2019; Huang et al. 2013). Sedangkan untuk daerah yang mempunyai wilayah dengan resapan air yang rendah perlu adanya sumur resapan dan memberbanyak lahan yang ditumbuhi vegetasi (Ruslan et al. 2013).

Kemudian jika ditinjau berdasarkan penggunaan lahan, wilayah yang berpotensi resapan air pada penggunaan lahan wilayah hutan, hal tersebut sudah sejalan dengan RTWR Kabupaten Bojonegoro. Perlu adanya pelestarian hutan, karena mempunyai pentimpanan air terbesar (Maulidiyah 2011). Sedangkan untuk wilayah pada kondisi sangat kritis cenderung pada penggunaan permukiman, yang terlihat jelas pada wilayah perkotaan. Oleh karena itu perencanaan untuk potensi resapan air harus terperinci oleh pemerintah terkait (Rengganis 2016). Menurut Iman et al. (2017) Faktor yang paling dominan terhadap ketersediaan air yaitu kepadatan penduduk dan penggunaan lahan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa wilayah yang berpotensi sebagai resapan air Kabupaten Bojonegoro berada di wilayah selatan dengan penggunaan lahan hutan. Sedangkan kriteria agak kritis masih mendominasi pada kawasan di seluruh kecamatan. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan meninjau langsung dilapangan dari hasil analisis. Kemudian menambahkan variabel untuk menentukan arah perencanaan pada potensi air tanah. Selanjutnya untuk lahan yang sangat kritis perlu adanya kebijakan terkait dengan penanaman yang menumbuhkan vegetasi, karena akan mempengaruhi kualitas air di kawasan tersebut. Penelitian ini bisa digunakan sebagai awal dalam perencanaan untuk pengembangan terkait dengan kualitas air. Lalu digunakan sebagai penentuan wilayah dalam RTRW Kabupaten Bojonegoro yang masih dalam pengkajian kawasan penentuan wilayah resapan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Belly, Mohammad R., R. Suyarto, and Wayan I. Diara. 2019. "Analisis Bentuklahan Untuk Menentukan Zona Resapan Air Di Lereng Selatan Kawasan Bedugul." *Jurnal Agroteknologi Tropika* 8(2):171–81.
- Chenini, Ismail, and Abdallah Ben Mammou. 2010. "Groundwater Recharge Study in Arid Region: An Approach Using GIS Techniques and Numerical Modeling." *Computers and Geosciences* 36(6):801–17.
- Chenini, Ismail, Abdallah Ben Mammou, and Moufida El May. 2010. "Groundwater Recharge Zone Mapping Using GIS-Based Multi-Criteria Analysis: A Case Study in Central Tunisia (Maknassy Basin)." *Water Resources Management* 24(5):921–39.
- Huang, Chih Chao, Hsin Fu Yeh, Hung I. Lin, Shing Tsz Lee, Kuo Chin Hsu, and Cheng Haw Lee. 2013. "Groundwater Recharge and Exploitative Potential Zone Mapping Using GIS and GOD Techniques." *Environmental Earth Sciences* 68(1):267–80.
- Iman, Munib Ikhwatun, Edi Riawan, Budhi Setiawan, and Oman Abdurahman. 2017. "AIR TANAH UNTUK ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI MALANG, JAWA TIMUR: Penilaian Risiko Penurunan Ketersediaan Air." *RISSET Geologi Dan Pertambangan* 27(1):47.
- Kaliraj, S., N. Chandrasekar, and N. S. Magesh. 2014. "Identification of Potential Groundwater Recharge Zones in Vaigai Upper Basin, Tamil Nadu, Using GIS-Based Analytical Hierarchical Process (AHP) Technique." *Arabian Journal of Geosciences* 7(4):1385–1401.
- Kuncara, &. sudaryatno. 2013. "Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dan Srtm Untuk Pemetaan

- Ketersediaan Airtanah (Kasus Daerah Kabupaten Klaten Bagian Utara).” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689–99.
- Mahmoud, Shereif H. 2014. “Delineation of Potential Sites for Groundwater Recharge Using a GIS-Based Decision Support System.” *Environmental Earth Sciences* 72(9):3429–42.
- Maulidiyah, Yesi. 2011. “Tinjauan Ketersediaan Air Bersih Ibukota Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango.” *RADIAL – JuRnal PerADaban SaIns, RekayAsa Dan TeknoLogi* 1(1):58–63.
- Olabode, Oluwaseun Franklin. 2019. “Potential Groundwater Recharge Sites Mapping in a Typical Basement Terrain: A GIS Methodology Approach.” *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis* 3(1).
- Pandiangan, Nurlily Lampita, I. Wayan Diara, and Tati Budi Kusmiyarti. 2021. “Analisis Kondisi Daerah Resapan Air Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng Menggunakan Sistem Informasi Geografis.” *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 10(3):324–36.
- Pranoto, Radius, Satyanto Krido Saptomo, and Roh Santoso B. Waspodu. 2016. “Analisis Potensi Resapan Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Hulu.” *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan* 1(2):69–82.
- Putri, R. S., and T. Gunawan. 2016. “Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dan SIG Untuk Pemetaan Kawasan Resapan Air (Lereng Barat Gunung Lawu).” *Jurnal Bumi Indonesia*.
- Ratag, Andreas, Jeffrey I. Kindangen, and Ingerid L. Moniaga. 2018. “Pemetaan Zona Resapan Air Tahura H. V. Worang Gunung Tumpa Sebagai Input Perencanaan Desain Tapak Kawasan Berbasis Sistem Informasi Geospasial.” *Jurnal Spasial* 5(2):312–18.
- Rengganis, Heni. 2016. “Potential and Utilization of Groundwater for Dryland Irrigation in Nusa Tenggara.” *Jurnal Irigasi* 11(2):67–80.
- Ruslan, Muhammad, Basuki Rahmad, M. Hardimansyah, and Syama’ani. 2013. “Model Penentuan Daerah Resapan Air Kota Banjarbaru Provinsikalimantan Selatan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasigeografi.” *Jurnal Hutan Tropis* 1(3):190–99.
- Senanayake, I. P., D. M. D. O. K. Dissanayake, B. B. Mayadunna, and W. L. Weerasekera. 2016. “An Approach to Delineate Groundwater Recharge Potential Sites in Ambalantota, Sri Lanka Using GIS Techniques.” *Geoscience Frontiers* 7(1):115–24.
- Yeh, Hsin Fu, Cheng Haw Lee, Kuo Chin Hsu, and Po Hsun Chang. 2009. “GIS for the Assessment of the Groundwater Recharge Potential Zone.” *Environmental Geology* 58(1):185–95.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Universitas Bojonegoro yang telah membiayai penelitian ini, dengan skema penelitian mahasiswa-dosen.