Terakreditasi SINTA 4 No: 148/M/KPT/2020

J SIG (JURNAL SAINS INFORMASI GEOGRAFI)

https://journal.umgo.ac.id/index.php/GEOUMGo/index

Volume 6 Nomor 2, November 2023 ***ISSN 2614-1671***

ANALISIS POTENSI KETERSEDIAAN AIR TANAH SECARA SPASIAL UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BAKU DI DAS RONTU

Analysis Potential Of Spatial Groundwater Availability To Fulfill Raw Water Needs In The Rontu Watershed

Izma Maulana Ahmad Lugina[1], Syahrial Fahmi[2], Rizal Aldian Karim[3], Arif Ismail[4]

[1,2,3,4] Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia
Email korespondensi : syahrialfahmi@upi.edu

Received: 10/08/2023 | Revised: 20/10/2023 | Accepted: 24/10/2023

DOI: https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v6i2.2457

Abstract – *Clean **w**ater supply is one of the strategic issues in Bima City which is of concern and is stated in the Bima City RPJMD. The main problem with providing clean water in Bima City is the crisis that occurs when the dry season arrives. Apart from that, if we follow the projected population growth of Bima City, the amount of raw water that is available and can be used as a source of clean water will not be able to meet the needs of the population in the future, so another alternative source is needed, namely by utilizing groundwater. This research aims to spatially see the groundwater potential in the Rontu watershed located in Bima City and measure projected water use needs in the Bima City area. The method used is spatial analysis with quantitative methods Multi Criteria Evaluation (MCE), Groundwater Potential Index (GWPI), and the Thornthwaite method for determining areas that have the potential to have groundwater. The research uses the help of a geographic information system (GIS) and remote sensing data to produce a groundwater potential zone map. Based on the results of the groundwater potential zoning map created, it can be seen that the Rontu watershed area as a whole and Bima City tend to have very high potential for groundwater storage and supply. This research also provides an overview of water use in both the domestic and non-domestic sectors in the Rontu Watershed area which includes Bima City and calculates the remaining water reserves from the results of water use and water supply obtained in the Rontu Watershed area, so that it can provide recommendations. for future water supply.*

Keywords: *Groundwater Potential Index; Groundwater; Clean Water; Multi Criteria Evaluation.*

Abstrak – Penyediaan air bersih merupakan salah satu isu strategis di Kota Bima yang menjadi perhatian dan tertuang dalam RPJMD Kota Bima. Permasalahan utama penyediaan air bersih di Kota Bima adalah krisis yang terjadi saat musim kemarau tiba. Selain itu, jika mengikuti proyeksi pertumbuhan penduduk Kota Bima, maka jumlah air baku yang tersedia dan dapat dimanfaatkan untuk sumber air bersih tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk di masa yang akan datang, maka diperlukan sumber alternatif lain yaitu dengan memanfaatkan keberadaan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi air tanah di DAS Rontu secara spasial yang terletak Kota Bima dan mengukur proyeksi kebutuhan penggunaan air pada wilayah Kota Bima. Metode yang digunakan adalah analisis spasial dengan metode kuantitatif Multi Criteria Evaluation (MCE), Groundwater Potential Index (GWPI), dan metode Thornthwaite untuk menentukan wilayah yang berpotensi memiliki air tanah. Penelitian menggunakan bantuan sistem informasi geografi (SIG) dan data penginderaan jauh untuk menghasilkan peta zona potensi air tanah. Berdasarkan hasil peta zonasi potensi air tanah yang dibuat, dapat diketahui bahwa wilayah DAS Rontu secara keseluruhan dan juga Kota Bima cenderung memiliki potensi sangat tinggi terhadap penyimpanan dan penyediaan air tanah. Dalam penelitian ini juga memberikan gambaran terkait penggunaan air pada sektor domestik dan sektor non-domestik serta menghitung sisa cadangan air dari hasil penggunaan air dan supply air yang diperoleh di kawasan DAS Rontu, sehingga bisa memberikan rekomendasi untuk penyediaan air masa yang akan datang.

Kata Kunci: Groundwater Potential Index; Air Tanah; Air Bersih; Multi Criteria Evaluation.

Under the license CC BY-NC-SA 4.0

PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih merupakan salah satu isu strategis di Kota Bima. Permasalahan utama terkait penyediaan air bersih di Kota Bima salah satunya adalah sering terjadinya krisis air saat musim kemarau tiba. Selain itu, apabila mengikuti proyeksi dan pertumbuhan penduduk di Kota Bima, maka jumlah air baku yang tersedia terutama yang berasal dari sumberdaya air permukaan yang digunakan sebagai sumber utama air bersih penduduk tidak akan memenuhi kebutuhan air bersih di masa depan (PERWALI Bima No 46 Tahun 2021).

Kebutuhan air terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan laju pembangunan. Kepadatan penduduk yang tinggi, distribusi air yang tidak merata, tingginya kebutuhan air, perkembangan ekonomi yang meluas, perubahan iklim tak menentu dan aspek lainnya menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi dan kekurangan air permukaan. Kurangnya air permukaan dapat menyebabkan kebutuhan air tanah meningkat drastis. Maka dari itu, pemahaman terhadap sumber air tanah sangatlah penting dalam pengembangannya yang berkelanjutan (Selvam et al., 2016). Air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah pada area jenuh atau seluruh pori-pori dan ruang antar partikel tanah jenuh mengandung air, yang terdapat pada bagian atas disebut water tabel dan bagian bawah disebut *groundwater* (Asdak, 2010; Heryani et al., 2013). Air tanah merupakan sumber air yang memiliki urgensi dalam kehidupan manusia. Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia KLH (2011) dalam penelitian (Nurfaika & Kasim, 2021), dikemukakan bahwa sekitar 58% komsumsi air minum untuk rumah tanggga di Indonesia dipasok dari sumber air tanah *(groundwater)*.

Dalam perkembangannya, air secara sangat cepat menjadi sumberdaya yang mulai semakin langka dan tidak ada sumber pengganti alternatifnya. Tekanan terhadap air tanah akan semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk untuk pemenuhan kebutuhan hidup dan pembangunan di berbagai sektor seperti industri, jasa dan pertanian (Ewusi & Kuma, 2014). Hal ini perlu adanya penilaian, pemodelan dan manajemen pengelolaan air tanah. Management air tanah penting dilakukan melalu kegiatan monitoring berkala melalui kajian pemanfaatan air tanah setiap lima tahun (Hendrayana et al., 2020).

Penilaian, pemodelan dan pengelolaan air tanah merupakan suatu hal yang sulit dilakukan karena kurangnya observasi *in-situ*, terutama pada area yang infrastruktur observasinya terbatas. Pada lingkungan tersebut, biasanya jumlah sumur untuk pemantauan sangat terbatas, sedangkan model air tanah membutuhkan distribusi temporal dan spasial sebagai data untuk input dan kalibrasi. Apabila data seperti ini tidak tersedia, maka model yang dihasilkan tidak akan dapat memiliki kontribusi yang relevan dalam mendukung keputusan atau kebijakan yang diambil karena model yang dihasilkan dalam kondisi seperti ini tidak memiliki tingkat ketepatan yang memadai (Montecino et al., 2016).

Zona potensi air tanah adalah pengidentifikasian suatu area atau wilayah berdasarkan potensi ketersediaan adanya sumber air tanah. Berbagai macam teknik dapat digunakan untuk memberikan informasi mengenai potensi air tanah ini, baik melalui pendekatan secara langsung maupun tidak langsung (Agarwal & Garg, 2016). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah teknologi komputer yang digunakan dalam pemetaan, visualisasi, manajemen, pemodelan dan analisis sekumpulan data spasial. SIG telah banyak dimanfaatkan untuk keperluan terkait dengan sumber air (Lilly, 2016). Membentuk hubungan atau korelasi antara berbagai parameter yang diperoleh melalui penginderaan jauh dengan data sekunder lainnya merupakan elemen penting dalam eksplorasi air tanah. SIG digunakan sebagai salah satu teknologi untuk mengintegrasikan data yang sudah terkumpul (Patra et al., 2016).

Penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh informasi mengenai fenomena alam permukaan bumi tanpa kontak langsung, tetapi melalui pantulan *(reflection)* ataupun pancaran *(emission)* oleh media gelombang elektromagnetik (Suwargana, 2013; Fahmi et al., 2023). Pemanfaatan penginderaan jauh dapat diterapkan pada penentuan zona potensi air tanah *(groundwater)* yang mempunyai validasi tinggi serta dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu alternatif dalam pemetaan air tanah adalah menggabungkan penggunaan penginderaan jauh dengan sistem informasi geografis (SIG). Penggunaan resolusi spasial tinggi dalam waktu singkat dan cakupan area yang luas memungkinkan eksplorasi di wilayah yang biasanya sulit dijangkau melalui penginderaan jauh (Duan et al., 2016).

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Penelitian mengenai potensi air tanah dengan memanfaatkan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sudah banyak dilakukan oleh banyak penelitian. Untuk penelitian pemetaan potensi air tanah menggunakan penginderaan jauh dan SIG sudah diimplemetasikan oleh (Mandal et al., 2016; Zandi et al., 2016). Namun, pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan cenderung menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk memberikan nilai pada parameter penelitian yang digunakan. Oleh karena itu, metode MCE bisa dijadikan sebagai rekomendasi metode penelitian baru untuk mengkaji potensi air tanah. Dengan melakukan analisis terhadap indikator-indikator yang bisa dijadikan sebagai sumber penduga keberadaan air tanah, maka dari itu peneliti melakukan penelitian yang berfokus untuk melihat potensi air tanah di Daerah Aliran Sungai (DAS) Rontu Kota Bima dengan memanfaatkan metode MCE sebagai dasar untuk menentukan bobot *indicator*/parameter yang digunakan dalam analisis dan metode *Groundwater Potential Index* (GWPI) serta metode *Thornthwaite* yang digunakan untuk menentukan sebaran potensi air tanah yang memanfaatkan integrasi antara teknologi penginderaan jauh dan SIG.

Berdasarkan uraian di atas tersebut, dapat diketahui bahwa penginderaan jauh dan SIG merupakan suatu cara alternatif dalam pembuatan zona potensi air tanah. Penginderaan jauh digunakan untuk mendapatkan berbagai parameter dari potensi air tanah dengan metode yang berbeda. Parameter-parameter ini kemudian dipadukan dengan data sekunder lainnya yang mendukung pembuatan zona potensi air tanah dengan menggunakan SIG untuk menghasilkan peta zona potensi air tanah. Peta zona wilayah potensi air tanah yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi data pendukung dalam pengambilan kebijakan bagi daerah yang akan menggunakan air tanah sebagai alternatif sumber air bakunya. Untuk menganalisis potensi air tanah ini dilakukan pada area satuan hidrologi DAS yakni DAS Rontu. Adapun tujuan pada penelitian ini memiliki lingkup kegiatan terkait kajian pemetaan potensi air tanah secara spasial, dengan batasan lingkup wilayah kajian pemetaan adalah di fokuskan pada satu wilayah DAS Rontu Kota Bima serta mengukur neraca kuantitas penggunaan dan cadangan air dari hasil penggunaan air dan supply air yang diperoleh di kawasan DAS Rontu, sehingga bisa memberikan rekomendasi untuk penyediaan air di masa depan.

METODE DAN DATA

Secara geografis lokasi penelitian berada di DAS Rontu mencakup batas administrasi Kota Bima dan Kabupaten Bima dengan koordinat 118°42'36"BT s.d 118°55'19,2"BT dan 8°23'49,2"LS s.d. 8°37'40,8"LS, dan elevasi teritnggi 1.368 mdpl. DAS ini secara administratif DAS Rontu ini melewati dua wilayah administrasi, yakni Kota Bima dan Kabupaten Bima. Luas keseluruhan dari DAS Rontu ini adalah sekitar 266,35 km².

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif menggunakan analisis MCE dan GPI untuk menentukan wilayah yang berpotensi memiliki air tanah, serta perhitungan *Thornwaite* untuk menghitung neraca air di daerah kajian. Analisis neraca air untuk mengetahui kemampuan dalam mencukupi kebutuhan akan penggunaan sumber daya air di wilayah DAS Rontu.

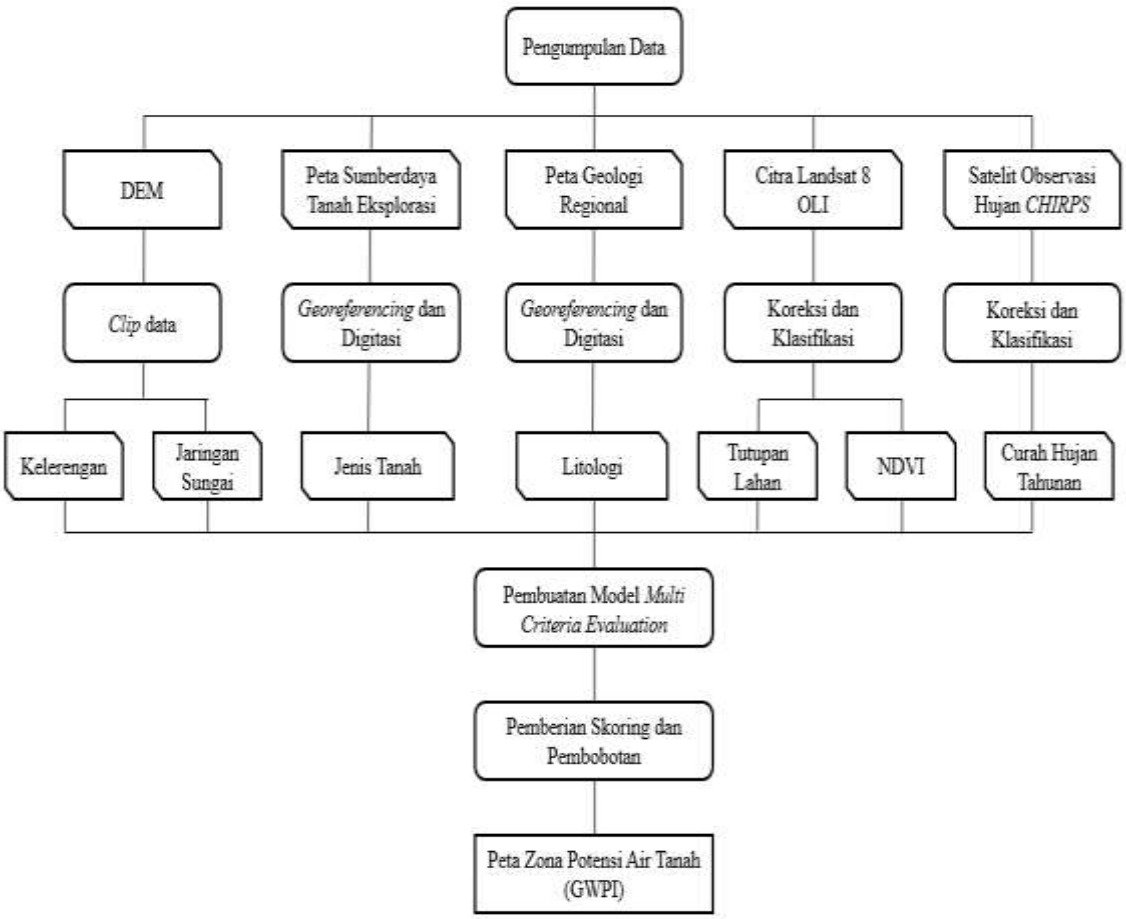
Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Citra Landsat 8-OLI TIRS Tahun 2021 (Sumber: USGS)
2. Curah Hujan 10 Tahunan dari Satelit CHIRPS (Sumber: chc.ucsb)
3. Data Klimatologi (Sumber: BMKG)
4. Digital Elevation Model (Sumber: DEMNAS)
5. Lembar Peta Sumberdaya Tanah Eksplorasi Lembar Denpasar Skala 1:250.000 (Sumber: Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian)
6. Lembar Peta Geologi Regional Lembar Komodo Skala 1:250.000 (Sumber: Badan Geologi, Kementerian ESDM)

Pembuatan Peta Zonasi Potensi Air Tanah

Tahap pertama adalah melakukan pengolahan untuk menghasilkan peta tematik yang akan dijadikan parameter untuk penentuan zona potensi air tanah. Parameter yang diperlukan meliputi Peta Geologi, Peta Kerapatan Aliran, Peta Parmeabilitas Tanah, Peta Curah Hujan Tahunan. Peta Kemiringan Lereng, Peta Tutupan Lahan, dan Peta NDVI. Diagram alir peneltian disajikan pada Gambar 1.

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Metode MCE untuk penentuan zona potensi air tanah dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software* GIS *(Geographic Information System).* Langkah yang dilakukan setelah pembuatan peta tematik adalah penentuan bobot tiap parameter yang digunakan dan juga skor tiap sub-parameternya. Bobot ditentukan berdasarkan tingkat kesesuaian parameter terhadap prospek air tanah dan studi literatur yang telah dilakukan. Besaran nilai skor dan bobot dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Parameter Utama Penentuan Potensi Air Tanah

No	Parameter Utama	Skor	Normalisasi Bobot
1	Geologi	7	0,194
2	Kepadatan Sungai	7	0,194
3	Jenis Tanah (Permeabilitas)	6	0,167
4	Curah Hujan Tahunan	5	0,139
5	Kemiringan Lereng	5	0,139
6	Tutupan Lahan	4	0,111
7	NDVI	2	0,056

Tabel 2. Sub Parameter Penentuan Potensi Air Tanah

No	Parameter	Sub Parameter	Skor	Bobot	Normalisasi Bobot
1	Geologi	Batuan Gunung Api Tua	4	0,286	0,194
		Hasil Gunung Api Tua	4	0,286	
		Aluvium dan Endapan Pantai	3	0,214	

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

		Batu Gamping	2	0,143	
		Batuan Terobosan Andesit	1	0,071	
2	Kepadatan Sungai	Renggang (<1,5 Km/Km	5	0,333	0,194
		Cukup Renggang (1,5-3 Km/Km	4	0,267	
		Sedang (3,-4,5Km/Km	3	0,2	
		Cukup Rapat (4,5-6 Km/Km	2	0,133	
		Rapat (>6 Km/Km	1	0,067	
3	Jenis Tanah (Permeabilitas)	Cepat	4	0,333	0,167
		Cukup Cepat	3	0,25	
		Sedang	2	0,167	
4	Curah Hujan	1500-1750 mm/tahun	4	0,571	0,139
		1250-1500 mm/tahun	3	0,429	
5	Kemiringan Lereng	0-8%	5	0,333	0,139
		8-15%	4	0,267	
		15-25%	3	0,2	
		25-45%	2	0,133	
		>45%	1	0,067	
6	Tutupan Lahan	Vegetasi Rapat	5	0,333	0,111
		Vegetasi Renggang	4	0,267	
		Badan Air	3	0,2	
		Lahan Kosong	2	0,133	
		Lahan Terbangun	1	0,067	
7	NDVI	>0,4	5	0,333	0,056
		0,3-0,4	4	0,267	
		0,2-03	3	0,2	
		0,1-0,2	2	0,133	
		<0,1	1	0,067	

Setelah seluruh parameter dan sub-parameternya diberikan bobot, maka langkah analisis MCE dapat dilakukan. Penentuan potensi air tanah menggunakan rumus perhitungan yang bersumber dari penelitian (Mandal et al., 2016) sebagaimana persamaan (1).

$$GWPI_{i,j} = \Sigma_{k \in F} W_k \left(\frac{w_l^k}{w_{l\,max}^k} \right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Keterangan:

$GWPI_{i,j}$ = Nilai potensi air tanah pada suatu area
F = Kumpulan seluruh parameter
k = Bagian dari kumpulan seluruh parameter
W_k = Normalisasi bobot dari parameter k
w_l^k = Skor dari sub-parameter k
$w_{l\,max}^k$ = Skor maksimal dari parameter k

Peta zona potensi air tanah dibuat berdasarkan tujuh parameter yang dianalisis dengan metode *Groundwater Potential Index* (GWPI) kemudian disajikan dalam bentuk peta tematik yang menampilkan lima kelas potensi air tanah. Pembagian rentang nilai indeks dan kelas potensi air tanah dari hasil penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 3.

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Tabel 3. Pembagian Kelas Zona Potensi Air Tanah Dengan Metode GWPI

Rentang Indeks	Kelas Potensi Air Tanah
0 - 0,2	Potensi Sangat Rendah
0,2 - 0,4	Potensi Rendah
0,4 - 0,6	Potensi Sedang
0,6 - 0,8	Potensi Tinggi
0,8 - 1,0	Potensi Sangat Tinggi

Perhitungan Neraca Air

Perhitungan neraca air didasarkan pada hubungan antara ketersediaan air *(input)* dan luaran *(output)* dari suatu wilayah dalam waktu tertentu. Oleh karena itu, neraca air dapat dipakai untuk mengidentifikasi sumber air dan penggunaan air di suatu wilayah dalam jangka waktu tertentu (Moghadas, 2009). Pada penelitian ini, metode perhitungan neraca air menggunakan metode *Thornwaite*. Namun, sebelum melakukan perhitungan neraca air dilakukan terlebih dahulu perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan metode Penman modifikasi. Nilai evapotranspirasi potensial ini kemudian kemudian akan dikonversi menjadi nilai evapotranspirasi aktual dan dijadikan salah satu input data dalam perhitungan neraca air dengan menggunakan metode *Thornwaite*. Persamaan dalam perhitungan evapotranspirasi potensial (Rambang, 2018) sebagaimana persamaan (2).

$$ETP = c\,[W.Rn + 1\,(1\text{-}W).f(U).(e_s - e_a] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Keterangan:

ETP = Evapotranspirasi (mm/hari)
W = Faktor pembobot
R_n = Radiasi netto, ekivalen dengan evaporasi (mm/hari)
fU) = Fungsi kecepatan angin
$(e_s - e_a)$ = Selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual rata-rata
c = *adjusment factor* untuk kompensasi pengaruh kondisi cuaca pada siang dan malam hari.

Perhitungan neraca air dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan berapa banyak jumlah air yang kembali menguap ataupun masuk ke dalam tanah. Untuk menghitung neraca air menggunakan Metode *Thornthwaite*, diperlukan input data meliputi: curah hujan, suhu udara, indeks panas, penguapan (evapotranspirasi), dan data kapasitas air *(storage moisture).* Dengan mengetahui neraca air ini, maka potensi air dan kebutuhan air di suatu wilayah dapat diketahui. Untuk menghitung neraca air menggunakan metode *Thornwaite* langkahnya adalah sebagai berikut:

$$PE = f * PEc$$
$$PEc = 16(10T/I)a$$
$$I = 12\ i$$
$$i = (T/5)^{1,154}$$
$$a = 675*10\text{-}9*13\text{-}77*10\text{-}6*12+0,1792*I+0,4939$$

Keterangan:

PE = Evapotranspirasi potensial (mm)
PEc = Evapotranspirasi potensial mutlak
f = Faktor letak lintang
i = Indeks panas bulanan
I = Total indeks panas selama setahun
a = Nilai tetapan berdasarkan nilai I
T = Temperatur bulanan rata-rata (^oC)

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Untuk perhitungan penggunaan air menggunakan metode perhitungan berikut :

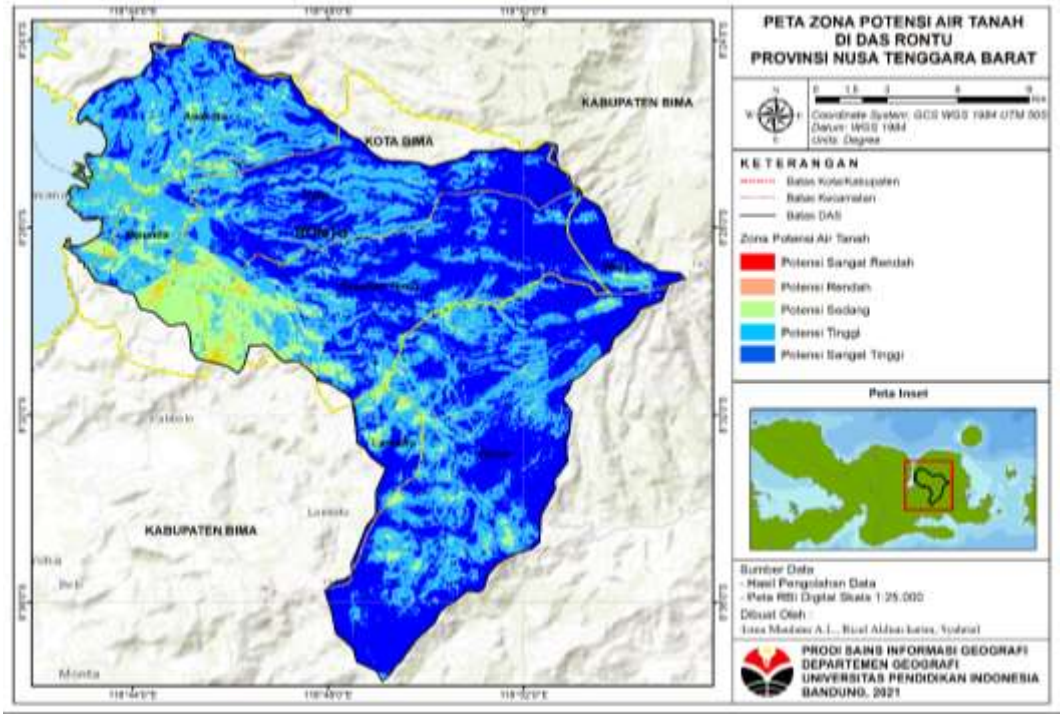
$$\Delta S = \text{Supply} - \text{Demand}$$

Keterangan :
Supply = Surplus air hasil perhitungan neraca air
Demand = Kebutuhan air domestik + non domestik
ΔS = Perubahan cadangan air (m^3/tahun)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Potensi Air Tanah di DAS Rontu Kota Bima

Peta zona potensi air tanah didasarkan pada tujuh parameter yang disajikan dalam bentuk peta tematik. Setiap parameter dan sub-parameter diberi skor dan bobot berdasarkan studi literatur dan tingkat kesesuaiannya terhadap potensi air tanah. Semua skor kemudian dinormalisasi sehingga nilai pembobotan akan menghasilkan nilai dengan rentang 0 sampai 1. Area dengan nilai yang semakin mendekati 1 akan memiliki potensi air tanah yang semakin tinggi. Sedangkan area dengan nilai yang semakin mendekati 0 akan memiliki potensi air tanah yang semakin rendah. Tabel 1 menunjukkan pembagian skor dan normalisasi bobot untuk setiap parameter. Pembagian skor dan normalisasi bobot untuk setiap sub-parameter dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Peta Potensi Air Tanah di DAS Rontu

Peta potensi air tanah ini memiliki lima klasifikasi yang terdiri dari potensi sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Masing-masing klasifikasi ini memiliki luas wilayah yang berbeda. Klasifikasi sangat rendah memiliki luas wilayah sebesar 0,87 km², lalu klasifikasi rendah memiliki luas wilayah sebesar 1,32 km², kemudian klasifikasi sedang memiliki luas wilayah sebesar 26,55 km², selanjutnya klasifikasi tinggi memiliki luas wilayah sebesar 110,017 km² dan klasifikasi sangat tinggi memiliki luas wilayah sebesar 121,745 km². Dari hal tersebut, maka bisa dikatakan wilayah DAS Rontu ini sangat memiliki potensial untuk memenuhi aspek-aspek pendukung kehidupan kota dan juga kehidupan di darat.

Peta zona potensi air tanah yang telah dihasilkan memberikan informasi mengenai lokasi potensi air tanah yang tinggi di wilayah DAS Rontu yang secara tidak langsung juga menampilkan peta potensi air tanah yang ada di wilayah Kota Bima dan Kabupaten Bima. Peta

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

ini memberikan informasi yang cukup dangkal dalam perihal air tanah. Namun, informasi ini dapat digunakan sebagai langkah awal penentuan lokasi dalam rangkaian analisis mengenai air tanah. Informasi ini juga dapat digunakan sebagai data pendukung dalam penentuan kebijakan, seperti penentuan lokasi konservasi air tanah, perencanaan tata penggunaan lahan dan semacamnya.

Analisis Perhitungan Neraca Air DAS Rontu Kota Bima

Berikut perhitungan neraca air di DAS Rontu menggunakan metode *Thornwaite* yang disajikan pada Gambar 3.

Komponen	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
T	°C	27,3	28,02	27,85	28,02	27,96	27,18	26,4	26,7	28	28,66	29,26	27,57	
i		13,07	13,59	13,46	13,59	13,55	12,98	12,42	12,63	13,58	14,06	14,51	13,26	
Epx		5,68	5,51	4,57	4,25	3,98	4,23	4,5	5,36	5,93	6,6	6,3	4,75	
f		32,4	29,1	31,5	29,7	30,3	29,1	30	30,6	30	31,8	31,2	32,7	
P	(mm)	237	292	300	234	114	40	29	15	30	149	312	512	2264
EP	(mm)	184,07	160,38	143,86	126,27	120,68	122,97	134,94	164,16	177,96	209,8	196,71	155,41	
P-Ep	(mm)	52,93	131,62	156,14	107,73	-6,68	-82,97	-105,94	-149,16	-147,96	-60,8	115,29	356,59	
APWL	(mm)	0	0	0	0	-6,68	-89,65	-195,6	-344,75	-492,71	-553,52	0	0	
ST	(mm)	100	100	100	100	92,72	79,35	63,73	33,9	6,14	2	100	100	
DST	(mm)	0	0	0	0	-7,28	-13,37	-15,62	-29,83	-27,76	-4,14	98	0	
AE	(mm)	184,07	160,38	143,86	126,27	127,96	136,34	150,56	193,99	205,72	213,94	196,71	155,41	
S/D	(mm)	52,93	131,62	156,14	107,73	-0,6	-69,6	-121,5	-178,98	-175,72	-64,95	115,29	356,59	308,95

Gambar 3. Hasil Perhitungan Neraca Air Metode *Thornwaite*

Dari perhitungan neraca air di DAS Rontu menggunakan metode thornwaite yang disajikan dalam Gambar 3, terlihat bahwa pada bulan Januari sampai April terdapat surplus air yang apabila di akumulasikan sebesar 448,42 mm. Dengan luas wilayah DAS Rontu sebesar 266,35 km^2, maka dalam periode bulan Januari sampai Mei di wilayah DAS Rontu secara keseluruhan akan terdapat air sebanyak 119,44 juta m^3. Memasuki bulan Mei sampai bulan Oktober mulai terjadi defisit air, yang apabila diakumulasikan sebesar -611.35 atau defisit sebesar -162,38 juta m^3. Namun demikian, pada bulan November dan Desember kembali terjadi surplus air sebesar 471,88 mm atau jika dikalkulasikan secara keseluruhan dari luas DAS Rontu adalah sebesar 125,69 juta m^3 air.

Jika diamati lebih lanjut, maka dalam satu tahun di wilayah DAS Rontu ini akan terjadi surplus air sebanyak 6 bulan, mulai dari bulan November-April dan pada bulan Mei-Oktober terjadi defisit air. Hal itu berbanding lurus dengan keadaan musim yang berlaku, yang berarti di wilayah DAS Rontu saat musim kering akan terjadi defisit dan kelangkaan sumberdaya air sementara saat musim penghujan akan terjadi surplus atau kelebihan air. Fenomena tersebut sesuai dengan kondisi eksisting yang ada karena pada kenyataannya di wilayah Bima dan sekitarnya saat musim kering memang akan berpotensi terjadinya kekeringan dan saat musim penghujan akan berpotensi terjadinya kelebihan air bahkan bisa menyebabkan bencana banjir.

Secara keseluruhan dari hasil perhitungan neraca air metode Thornwaite ini, total surplus air di wilayah DAS Rontu secara keseluruhan selama satu tahun adalah sebesar 308,95 mm. Dengan luas wilayah DAS sebesar 26,35 km^2 maka dalam satu tahun total surplus air yang kemudian bisa digunakan sebagai sumberdaya air untuk dimanfaatkan penduduk sekitar adalah sebesar 82,29 juta m^3/tahun. Dari jumlah total air tersebut, sebanyak 50% dari surplus air akan masuk kedalam tanah sebagai cadangan air dan menjadi air tanah (Hartanto, 2017). Maka, jumlah air yang bisa digunakan secara langsung oleh masyarakat, yakni air yang berada di permukaan dan tanpa harus dilakukaan pengeboran atau pembuatan sumur adalah sebesar 41,14 juta m^3/tahun.

Dari hasil pengolahan neraca air tersebut, bisa diasumsikan bahwa wilayah DAS Rontu tidak terlalu rentan terhadap bencana kekeringan, namun yang menjadi permasalahan adalah bagaimana upaya yang bisa dilakukan untuk mengatasi atau mengurangi angka defisit air yang terjadi saat musim kemarau/bulan kering agar pasokan air untuk masyarakatnya tetap terpenuhi. Kota Bima sendiri merupakan daerah yang terus mengalami pertumbuhan dari tahun ke tahun, baik itu dari segi penduduk maupun dari segi pembangunan kota nya sehingga kebutuhan air cenderung akan meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

dengan memanfaatkan cadangan air tanah yang ada dan melakukan konservasi terhadap air tanah agar kuantitasnya terjaga secara berkelanjutan.

Selanjutnya, setelah dilakukan proses perhitungan neraca air dilakukan juga perhitungan mengenai analisis penggunaan air dilakukan untuk mengetahui daya dukung lingkungan dari DAS Rontu untuk memenuhi kebutuhan air penduduk di Kota dan Kabupaten Bima. Data surplus air hasil perhitungan neraca air yang sudah dikurangi dengan angka air yang menjadi air tanah dijadikan *input/supply*. Sementara, data kebutuhan air baik itu untuk kebutuhan domestik dan non domestik dijadikan sebagai angka *demand*.

Perhitungan cadangan air ini memanfaatkan informasi mengenai kebutuhan air, baik itu dalam sektor domestik dan sektor non domestik yang mengacu pada (Departemen Pekerjaan Umum, 2007) kemudian dijadikan angka untuk mengurangi nilai *supply* air yang bisa ditampung oleh DAS Rontu. Parameter yang digunakan dalam perhitungan sisa cadangan air ini adalah kebutuhan air untuk sektor domestik dan kebutuhan air untuk sektor non domestik. Perhitungan kebutuhan domestik dilakukan dengan menggunakan data penduduk di wilayah DAS Rontu. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air minum setiap Kecamatan selama satu tahun. Standar kebutuhan air minum domestik mengacu pada standar yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya, yaitu 150 l/orang/hari.

Tabel 4. Pembagian Kelas Zona Potensi Air Tanah Dengan Metode GWPI

Kecamatan	Administrasi	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air(juta m^3/tahun)
Asakota	Kota Bima	27905	1,528
Raba	Kota Bima	34845	1,908
Rasanae Timur	Kota Bima	16205	0,887
Mpunda	Kota Bima	32498	1,779
Rasanae Barat	Kota Bima	31126	1,704
Wawo	Kabupaten Bima	20624	1,129
Lambitu	Kabupaten Bima	6777	0,371
Wera	Kabupaten Bima	30065	1,646

Sumber : Kota dan Kabupaten Bima dalam Angka Tahun 2021

Perhitungan sektor non-domestik terdiri dari lima sektor sebagai berikut.

1. Sektor non domestik pertama, adalah sektor pendidikan yang dihitung berdasarkan jumlah guru dan murid. Standar kebutuhan air minum mengacu kepada standar yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya untuk guru dan murid di sekolah, yaitu 10 l/orang/hari.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Pendidikan

Kecamatan	Jumlah Guru	Jumlah Murid	Kebutuhan Air(juta m^3/tahun)
Asakota	846	6845	0,281
Raba	1171	8136	0,340
Rasanae Timur	711	3310	0,147
Mpunda	1268	11954	0,483
Rasanae Barat	960	10064	0,402
Wawo	815	4512	0,194
Lambitu	323	1335	0,061
Wera	1644	8238	0,361

Sumber : Kota dan Kabupaten Bima dalam Angka Tahun 2021

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

2. Sektor non domestik kedua adalah sektor kesehatan yang dihitung berdasarkan keberadaan fasilitas rumah sakit dan puskesmas. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya, kebutuhan air untuk rumah sakit adalah 200 l/tempat tidur/hari, sedangkan puskesmas adalah 2000 l/unit/hari. Data rumah sakit dan puskesmas didapatkan dari dokumen Profil Kesehatan Kota/Kabupaten.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Kesehatan

Kecamatan	Rumah Sakit (Tempat Tidur)	Puskesmas	Kebutuhan Air(juta m^3/tahun)
Asakota	100	2	0,088
Raba	20	8	0,073
Rasanae Timur	0	6	0,044
Mpunda	10	4	0,037
Rasanae Barat	0	4	0,029
Wawo	0	7	0,051
Lambitu	0	5	0,037
Wera	0	11	0,080

Sumber : Profil Kesehatan Kota Bima dan Kabupaten Bima

3. Sektor non domestik ketiga adalah sektor perhotelan yang dihitung berdasarkan jumlah tempat tidur yang berada di hotel. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya, perhitungan kebutuhan air untuk sektor perhotelan didasarkan pada jumlah tempat tidur, yaitu 150 l/tempat tidur/hari.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Perhotelan

Kecamatan	Jumlah Hotel	Tempat Tidur	Kebutuhan Air(juta m^3/tahun)
Asakota	2	60	0,033
Raba	3	108	0,059
Rasanae Timur	0	6	0,003
Mpunda	2	95	0,052
Rasanae Barat	11	477	0,261
Wawo	0	0	0,000
Lambitu	0	0	0,000
Wera	0	0	0,000

Sumber : Kota dan Kabupaten Bima dalam Angka Tahun 2021

4. Sektor non domestik keempat adalah sektor peternakan yang dihitung berdasarkan jenis hewan ternak yang dipelihara oleh masyarakat. Berdasarkan standar yang ditetapkan dalam SNI 19-6728.1-2002 adalah 40 l/ekor/hari untuk sapi dan kerbau, 5 l/ekor/hari untuk Domba dan Kambing, 6 l/ekor/hari untuk babi dan 0,6 l/ekor/hari untuk unggas.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Peternakan

Kecamatan	Sapi & Kerbau	Domba & Kambing	Unggas	Kebutuhan Air(juta m^3/tahun)
Asakota	6481	4196	165231	1,385
Raba	5662	5490	220237	0,141
Rasanae Timur	9252	8128	115705	0,175

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Mpunda	4052	4448	299617	0,133
Rasanae Barat	1039	4074	69906	0,038
Wawo	15789	19552	80	0,266
Lambitu	5302	2843	34	0,083
Wera	25649	27261	67	0,424

Sumber : Kota dan Kabupaten Bima dalam Angka Tahun 2021

5. Sektor non domestik terakhir adalah sektor pertanian yang dihitung berdasarkan luas sawah irigasi dengan kebutuhan rata-rata air sebesar 1 l/detik/ha sesuai dengan pedoman yang tercantum dalam (SNI 19-6728.1-2002). Metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air di sektor pertanian adalah sebagai berikut:

$$A = L * lt * a$$

Keterangan :

A = Penggunaan air irigasi dalam satu tahun (m^3/tahun)
L = Luas daerah irigasi (ha)
lt = Intensitas tanaman musim/tahun (300%)
a = Standar penggunaan air (1 l/det/ha)
0,001 m^3/det/ha * 3600 * 24 *120 hari/musim

Hasil perhitungan kebutuhan air untuk sektor pertanian disajikan sebagaimana Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Pertanian

Kecamatan	Luas DaerahIrigasi (Ha)	Kebutuhan Air (juta m^3/tahun)
Asakota	246	0,765
Raba	636	1,978
Rasanae Timur	843	2,622
Mpunda	286	0,890
Rasanae Barat	5	0,016
Wawo	603	1,876
Lambitu	833	2,591
Wera	1057	3,288

Sumber : Kota dan Kabupaten Bima dalam Angka Tahun 2021

Untuk menghitung sisa cadangan sumberdaya air adalah dengan mengurangi nilaisurplus air yang diperoleh dari hasil perhitungan neraca air dengan nilai penggunaan airoleh masyarakat baik itu untuk keperluan air domestik maupun non domestik. Hasil perhitungan sisa cadangan air di DAS Rontu setelah digunakan oleh masyarakat.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Sisa Cadangan Air

Supply (juta m^3/tahun)	*Demand* (juta m^3/tahun)		Sisa Cadangan Air (juta m^3/tahun)
	Domestik	Non-Domestik	
82,290	10,952	19,784	51,554

Dari hasil perhitungan cadangan air yang tersedia setelah dikurangi dengan pemenuhan air untuk penduduk baik itu di sektor domestik maupun non domestik, total air yang tersedia hanya sebesar 51,554 juta m^3. Kondisi tersebut untuk waktu terdekat yang akan datang mungkin tidak akan terlalu berpengaruh, namun untuk di masa yang akan datang, total sisa cadangan air tersebut tentunya akan sangat rentan. Hal tersebut karena siklus dari hidrologi akan cenderung konstan. Sementara, pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan kota terutama Kota Bima sendiri semakin tahun semakin tinggi, dan kebutuhan dasar yang harus diperhatikan salah satunya air. Apabila pertumbuhan tersebut tidak dibarengi dengan peningkatan cadangan kuantitas air, maka bisa menimbulkan krisis air terutama air bersih di masa yang akan datang.

Oleh karena itu sedini mungkin perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kuantitas air

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

salah satunya adalah meningkatkan cadangan air tanah yang salah satu caranya bisa dilakukan dengan mendeteksi area mana saja yang berpotensi tinggi untuk menyimpan air tanah. Selain itu, juga melakukan upaya rehabilitasi lahan dan pengembalian fungsi lahan yang menjadi daerah resapan air sebagai upaya konservasi air tanah dan upaya menjaga kelestarian air tanah untuk memenuhi kebutuhan akan air di wilayah DAS Rontu.

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi spasial dalam hal ini SIG yang dipadukan dengan analisis tambahan dengan metode MCE, GPI dan *Thornthwaite* bisa menghasilkan analisis terkait potensi air tanah secara efektif dan efisien karena bisa dilakukan dengan cepat dan juga akurat. Terlebih apabila dilakukan uji validasi dan akurasi terkait hasil analisis secara langsung sehingga bisa menjadi solusi dan alternatif perhitungan potensi air tanah secara berkelanjutan dan bisa menjadi dasar untuk penentuan keputusan bagi pemerintah terkait berdasarkan analisis yang sudah dilakukan sehingga dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, R., & Garg, P. K. (2016). Remote sensing and GIS based groundwater potential & recharge zones mapping using multi-criteria decision making technique. *Water Resources Management*, *30*, 243–260.

Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima. *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta*.

Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *permen18-2007*.

Duan, H., Deng, Z., Deng, F., & Wang, D. (2016). Assessment of groundwater potential based on multicriteria decision making model and decision tree algorithms. *Mathematical Problems in Engineering*, *2016*, 1–11.

Ewusi, A., & Kuma, J. S. Y. (2014). Groundwater assessment for current and future water demand in the Daka Catchment, Northern Region, Ghana. *Natural Resources Research*, *23*, 355–365.

Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan, *11*(1), 133–147.

Hartanto, P. (2017). Perhitungan neraca air DAS Cidanau menggunakan metode thornthwaite. *Ris. Geo. Tam*, *27*(2), 213–225.

Hendrayana, H., Riyanto, I. A., & Nuha, A. (2020). Tingkat Pemanfaatan Airtanah di Cekungan Airtanah (CAT) Yogyakarta-Sleman. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, *4*(2), 127–137.

Heryani, N., Pawitan, H., Purwanto, M. Y. J., & Subagyono, K. (2013). *Dinamika Aliran Bawah Permukaan pada Berbagai Kandungan Kimia Air secara Spasial dan Temporal di dalam Daerah Aliran Sungai*.

Lilly, J. O. (2016). *A GIS Approach to Modeling Groundwater Levels in the Mississippi River Valley Alluvial Aquifer*. University of Arkansas.

Mandal, U., Sahoo, S., Munusamy, S. B., Dhar, A., Panda, S. N., Kar, A., & Mishra, P. K. (2016). Delineation of groundwater potential zones of coastal groundwater basin using multi-criteria decision making technique. *Water Resources Management*, *30*, 4293–4310.

Moghadas, S. (2009). Long-term Water Balance of an Inland River Basin in an Arid Area, North-Western China. *Master of Science Thesis in Water Resource Division of Water Resource Lund Institute of Technology. Lund University, Sweden*.

Montecino, H. C., Staub, G., Ferreira, V. G., & Parra, L. B. (2016). Monitoring groundwater storage in northern Chile based on satellite observations and data simulation. *Boletim de Ciências Geodésicas*, *22*, 1–15.

Nurfaika, N., & Kasim, M. (2021). Pemetaan Potensi Air Tanah Dangkal Berbasis Sistem Informasi Geografi di Kecamatan Limboto Provinsi Gorontalo. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, *5*(2), 236–246.

Patra, H. P., Adhikari, S. K., & Kunar, S. (2016). *Groundwater prospecting and management*. Springer.

PERWALI Bima No 46 Tahun 2021. (n.d.).

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Rambang, M. T. (2018). Neraca Air Dengan Metode Thornwhaite & Mather di DAS Martapura Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, *1*(2), 270059.

Selvam, S., Dar, F. A., Magesh, N. S., Singaraja, C., Venkatramanan, S., & Chung, S. Y. (2016). Application of remote sensing and GIS for delineating groundwater recharge potential zones of Kovilpatti Municipality, Tamil Nadu using IF technique. *Earth Science Informatics*, *9*, 137–150.

SNI 19-6728.1-2002. (2015). Penyusunan neraca spasial sumber daya alam–Bagian 1: Sumber daya air. In *SNI* (Vol. 6728, Issue 2015).

Suwargana, N. (2013). Resolusi spasial, temporal dan spektral pada citra satelit Landsat, SPOT dan IKONOS. *Jurnal Ilmiah Widya*, *1*(2), 167–174.

Zandi, J., Ghazvinei, P. T., Hashim, R., Yusof, K. B. W., Ariffin, J., & Motamedi, S. (2016). Mapping of regional potential groundwater springs using logistic regression statistical method. *Water Resources*, *43*, 48–57

©2023, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo