



PEMETAAN POTENSI AIR TANAH DANGKAL BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFI DI KECAMATAN LIMBOTO PROVINSI GORONTALO

Nurfaika*, Muh. Kasim²

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Prodi. Pendidikan Geografi, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

²Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Teknik Geologi, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

* nurfaika@ung.ac.id1:

Diterima: 18-09-2021, Revisi: 11-11-2021, Disetujui: 21-12-2021

©2021 Program Studi Pendidikan Geografi, FISE, Universitas Hamzanwadi

Abstrak Cekungan Air Tanah (CAT) Gorontalo memiliki peranan penting terhadap keberadaan dan ketersediaan air tanah dangkal di Kecamatan Limboto sehingga perlu dipetakan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi air tanah dangkal di Kecamatan Limboto Provinsi Gorontalo. Metode yang digunakan adalah metode survey yaitu dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah sampel acak sistematik untuk pengukuran kedalaman muka air tanah dangkal atau air sumur. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode deterministik berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa di bagian Selatan lokasi penelitian atau di daerah sekitar Danau Limboto memiliki potensi air tanah yang tinggi, sedangkan di bagian utara lokasi penelitian potensi air tanahnya sedang sampai rendah. Berdasarkan parameter kondisi fisik air tanah atau sampe air sumur gali, desa Tenilo, Hepuhulawa dan Hutuo memiliki potensi kualitas air tanah dangkal yang terdiri atas kualitas baik dan kurang baik, dengan persebaran yang merata di seluruh wilayah desa. Potensi kualitas air tanah di desa Hunggaluwa dan Dutulunaa umumnya didominasi oleh kondisi fisik air dengan kualitas baik, sebaliknya di desa Kayumerh dan Kayubulan didominasi oleh kondisi fisik air tanah dangkal dengan kualitas kurang baik.

Kata kunci: Pemetaan, Air Tanah Dangkal, SIG

Abstract The Gorontalo Groundwater Basin has an important role in the presence and availability of shallow groundwater in Limboto District, so it needs to be mapped. This study aims to map the shallow groundwater potential in Limboto District, Gorontalo Province. The method used is a survey method, namely by making direct observations and measurements in the field. The sampling technique used is a systematic random sample for measuring the depth of shallow groundwater or well water. Data analysis was performed using a deterministic method based on Geographic Information Systems (GIS). The results showed that in the southern part of the study site or in the area around Lake Limboto, it has high groundwater potential, while in the northern part of the study site the groundwater potential is moderate to low. Based on the parameters of the physical condition of groundwater or samples of dug well water, Tenilo, Hepuhulawa and Hutuo villages have the potential for shallow groundwater quality consisting of good and poor quality, with an even distribution throughout the village area. The potential for groundwater quality in Hunggaluwa and Dutulunaa villages is generally dominated by physical conditions of good quality water, on the contrary in Kayumerh and Kayubulan villages dominated by physical conditions of shallow groundwater with poor quality.

Keywords: Mapping, Shallow Groundwater, GIS

PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya alam yang mutlak diperlukan bagi kehidupan manusia. Air sebagai sumber daya alam merupakan salah satu tema yang sering dibahas dalam lingkup nasional dan internasional. Berdasarkan Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia KLH (2011), dikemukakan bahwa sekitar 58% konsumsi air minum untuk rumah tangga di Indonesia dipenuhi dari air tanah (groundwater). 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 (Mogaji et al., 2014).

Kebutuhan akan air tanah akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan laju pembangunan. Meningkatnya urbanisasi, industrialisasi dan perhotelan memiliki dampak terhadap sumber daya air khususnya air tanah, hal tersebut erat kaitannya dengan pemakaian air tanah untuk mencukupi kebutuhan hidup serta untuk proses produksi. Pemanfaatan air tanah yang mengalami peningkatan berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas air tanah. Management air tanah penting dilakukan melalui kegiatan monitoring berkala melalui kajian pemanfaatan air tanah setiap 5 tahun (Hendrayana, Riyanto, & Nuha, 2020). Tingginya populasi dan tingkat kepadatan penduduk merupakan salah satu penyebab pencemaran air tanah dangkal oleh bakteri E.Coli (Widiyanti, 2019). Dalam perkembangannya, air secara sangat cepat menjadi sumberdaya yang makin langka dan relatif tidak ada sumber penggantinya. 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). Potensi air tanah pada dasarnya merupakan jumlah air per kapita dalam kurun waktu tertentu. Permasalahan potensi air tanah baik kuantitas maupun kualitasnya dipengaruhi oleh karakteristik material penyusun air tanah itu berada.

Kecamatan Limboto secara geomorfologis merupakan wilayah Dataran Alluvial dan merupakan pusat pertumbuhan pemukiman, perkantoran dan pemerintahan di wilayah Kabupaten Gorontalo. Secara geologis, Kabupaten Gorontalo merupakan wilayah yang memiliki struktur geologi yang unik dan kompleks, serta dilalui oleh jalur sesar gorontalo (Bammelen, 1994; Gorsel, 2009). Secara Hidrogeologi, Kecamatan Limboto merupakan wilayah resapan (discharge area) CAT Limboto (Pranantya & Rengganis, 2010; Nurfaiqa et al., 2020). Berdasarkan sumber data dari PDAM Kabupaten Gorontalo, jumlah air yang disalurkan oleh PDAM untuk memenuhi kebutuhan 307 pelanggan di Kabupaten gorontalo sebesar 247.509 m³/hari (Gorontalo.bps.go.id, 2019). Hal tersebut jika dikorelasikan dengan data jumlah rata-rata penduduk tiap rumah tangga terdiri dari 3 orang, dan 307 pelanggan sama dengan jumlah rumah tangga, maka jumlah penduduk yang mengkomsumsi air PDAM sebesar $307 \times 3 = 921$ jiwa dari jumlah total penduduk Kabupaten Gorontalo yang bernilai 373.858 jiwa. Fenomena tersebut menjadi indikator bahwa sumber air masyarakat di dalam memenuhi kebutuhan domestik sebagian besar bersumber dari air tanah.

Kajian hidrogeologi dengan pendekatan terintegrasi antara penginderaan jauh, SIG dan pendekatan kuantitatif terkait kajian spasial potensi air tanah dangkal di luar lokasi telah dilakukan penelitian oleh beberapa peneliti sebelumnya. Sternberg & Paillou, (2015) melakukan penelitian terkait pemetaan potensi air tanah di wilayah gurun Gobi Rusia. Peneliti menggunakan metode penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan pendekatan kajian palaeoclimate dan palaehydrology. Tujuan penelitian adalah untuk identifikasi sumber air tanah dangkal menggunakan data radar citra penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode penginderaan jauh memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi potensi air tanah dangkal didaerah gurun. Gurun gobi di masa lalu merupakan wilayah yang memiliki potensi air tanah yang besar, dan memiliki sumber daya air tanah dangkal yang potensial dan lebih cocok digunakan untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat skala kecil dibandingkan untuk kegiatan tambang.

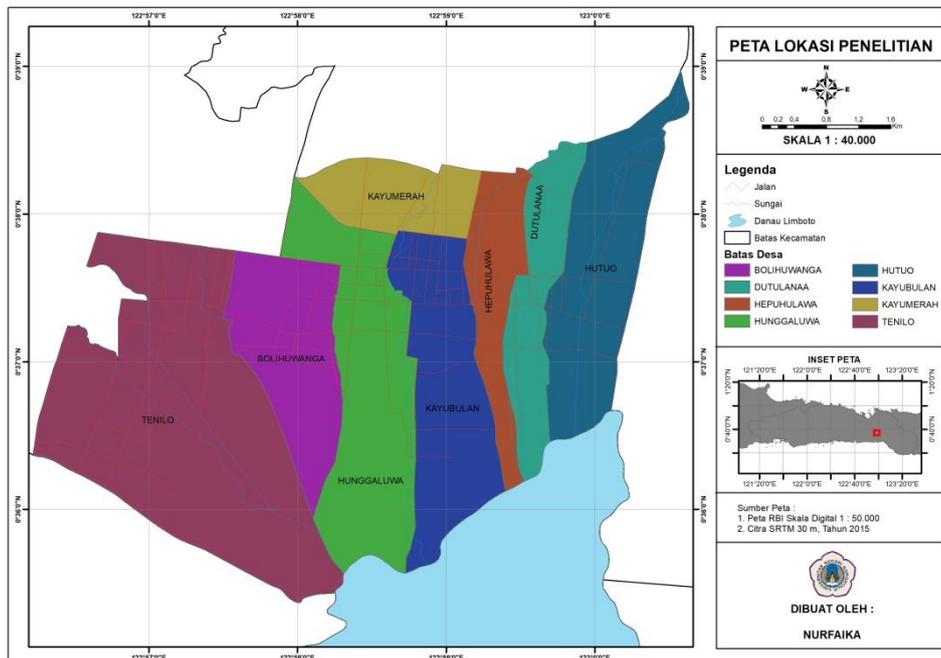
Adji & Sejati, (2014) melakukan kajian terkait zonasi potensi air tanah di Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta menggunakan pendekatan terintegrasi antara SIG dan parameter lapangan (several field parameters) yaitu tinggi muka air tanah, fluktuasi muka air tanah, DHL, dan ketebalan akuifer. Penelitiannya memanfaatkan SIG untuk analisis overlay parameter lapangan dengan dengan sistem pembobotan (weighted overlay method). Penelitian terkait potensi air tanah dangkal di lokasi penelitian belum banyak dilakukan oleh para peneliti. Pranantya & Rengganis, (2010) melakukan penelitian dengan judul interpretasi geohidrologi untuk penentuan sistem cekungan air tanah (CAT) di Limboto-Gorontalo. Lokasi penelitian difokuskan pada wilayah CAT Limboto-Gorontalo yang meliputi beberapa Kecamatan yaitu Bongomeme, Tibawa, Tabongo, Limboto Barat, Limboto, Batudaa., Telaga dan Tinalngo. Tujuan penelitian adalah untuk membuat kerangka sistem air tanah yang menyajikan informasi terkait lokasi dan bentuk penampang, arah aliran dan sistem akuifer, besaran parameter hidraulik dan pemanfaatan air tanah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengeboran dan

pumping test. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa lapisan akuifer di CAT Limboto-Gorontalo terdiri atas 3 (tiga) sistem akuifer yaitu akuifer tidak tertekan (bebas) dan akuifer semi tertekan dan tertekan. Berdasarkan analisis korelasi litologi sumur bor, akuifer bebas memiliki kedalaman beragam dari 2–9 meter dibawah permukaan tanah. Litologi penyusun akuifer tersebut terutama terdiri atas breksi, batupasir kasar sampai sedang.

Kajian penelitian yang telah dilakukan oleh Pranantya & Rengganis, (2010) memiliki perbedaan mendasar terutama berdasarkan aspek lingkup kajian, metode, dan lokasi serta skala pemetaan. Peneliti sebelumnya memiliki fokus kajian terkait sistem akuifer, dengan tujuan penelitian adalah inventarisasi dan pemetaan sistem akuifer CAT Limboto-Gorontalo, batasan lingkup wilayah kajian meliputi 8 (delapan) kecamatan yang ada di Kabupaten Gorontalo, skala pemetaannya adalah skala sedang. Adapun pada penelitian ini memiliki lingkup kegiatan terkait kajian potensi air tanah dangkal, dengan batasan lingkup wilayah kajian pemetaan adalah di fokuskan pada satu wilayah Kecamatan yaitu Kecamatan Limboto dan skala pemetaan adalah skala detail. Adapun tujuan penelitian adalah untuk pemetaan potensi air tanah dangkal di Dataran Aluvial Kecamatan Limboto.

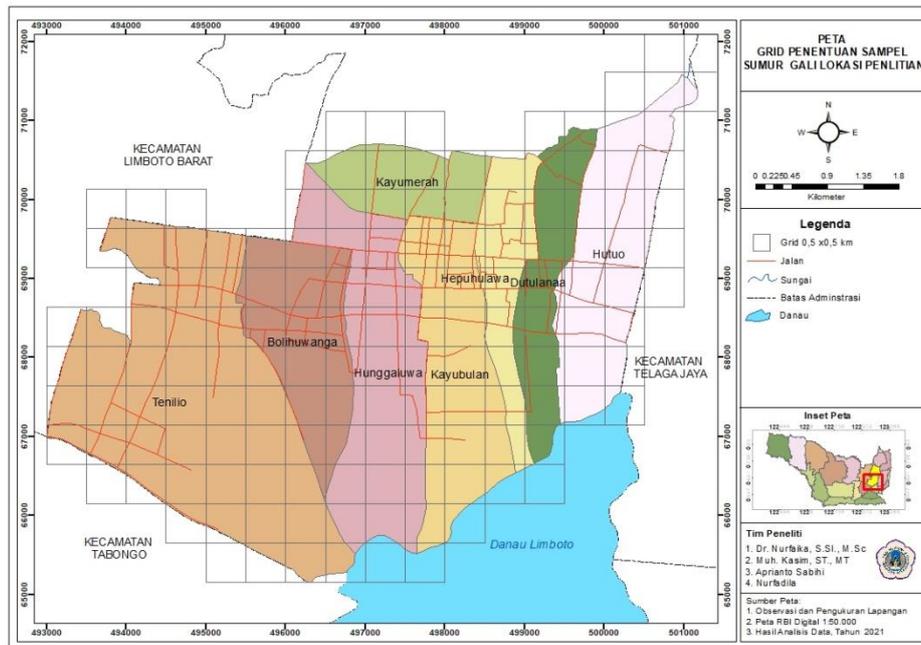
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo. Berdasarkan letak astronomis, Kecamatan Limboto terletak pada 0036'00" - 0040'00" LU dan 123056'40" - 123000'00" BT. Secara hidrogeologi, lokasi penelitian difokuskan pada sebagian wilayah administrasi Kecamatan Limboto yang menempati wilayah Dataran Aluvial Limboto dan merupakan wilayah imbuhan (*discharge area*) cekungan air tanah (CAT) Gorontalo. Secara keruangan, lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Peneliti, 2021)

Data penelitian terdiri atas kedalaman muka air tanah, elevasi permukaan dan kondisi fisik air tanah yang terdiri atas parameter kekeruhan, warna, dan bau. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik observasi atau pengukuran langsung di lapangan. Penentuan lokasi titik sampel pengukuran lapangan ditentukan dengan menggunakan teknik sistematik random sampel, yakni berdasarkan sistem grid yang telah dibuat pada peta dengan ukuran 500m x 500m (0,5km²) agar diperoleh sampel data yang representatif (Xu et al., 2012). Lokasi sampel ditentukan secara acak (random) pada masing-masing satuan grid pada peta berdasarkan kondisi aktual keterdapatn sumur gali di lapangan. Peta lokasi pengamatan sampel sumur gali dengan metode grid dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta grid penentuan lokasi sampel sumur gali di lapangan (Sumber: Peneliti, 2021)

Metode analisis yang digunakan untuk pencapaian tujuan penelitian adalah metode analisis pendekatan keruangan (*spatial approach*). Proses analisis data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Berdasarkan tujuan penelitian, analisis data dilakukan dengan urutan sebagai berikut: 1) Analisis sebaran spasial lokasi pengamatan sumur gali serta analisis sebaran spasial kondisi fisik air tanah dangkal, dilakukan berdasarkan input data titik koordinat lokasi sumur gali menggunakan satuan sistem proyeksi *universal transver mercator* (UTM) dan analisis data atribut terkait kondisi fisik air tanah yang terdiri atas kecerahan, kekeruhan dan bau; 2) Analisis data kedalaman muka air tanah (MAT) dilakukan dengan menggunakan metode interpolasi berbasis SIG (Demers, 2009). Metode interpolasi yang digunakan adalah metode Inverse Distance Weigh (IDW) dengan formula yang dapat dilihat pada persamaan (1). Metode interpolasi IDW merupakan metode interpolasi yang paling sering digunakan (Daughney et al., 2012).

$$z(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^n z(x_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}} \dots\dots\dots (1)$$

Uji akurasi hasil pemetaan dilakukan dengan menggunakan proses uji validasi silang (*cross validation*) dan berdasarkan hasil analisis nilai standar RMSE (Root Mean Square Error dan Mean Absolute Error) melalui persamaan (2) (Marko et al., 2014; James, John, 2009).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Z_i - Z)^2}{n}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:
 Zi = nilai prediksi,
 Z = nilai aktual
 n = jumlah keseluruhan data aktual.

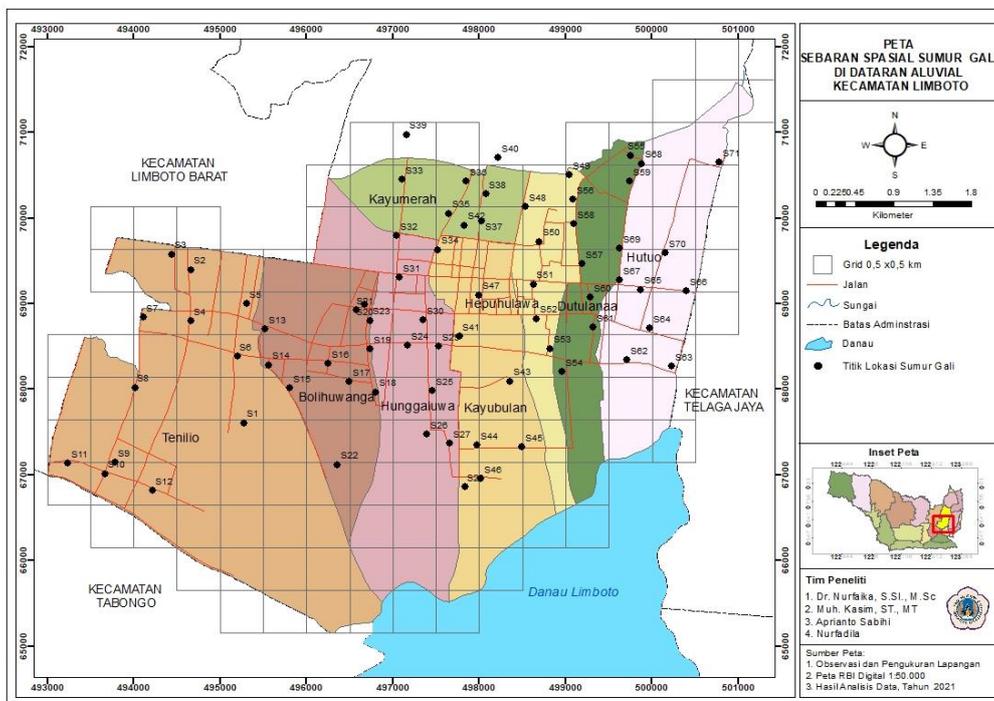
Metode interpolasi IDW dengan power nilai tertentu yang akan digunakan untuk pemetaan kedalaman Muka Air Tanah (MAT) di lokasi penelitian ditentukan berdasarkan nilai standar RMSE error terkecil. Mahmud et al., (2013) mengemukakan bahwa nilai RMSE terkecil merupakan metode interpolasi terbaik. 3) Analisis sebaran spasial potensi air tanah dangkal, dilakukan berdasarkan data spasial kondisi fisik air tanah (kekeruhan, warna, dan bau) yang telah diperoleh dari hasil analisis yang

telah diuraikan pada urutan no 1, dan berdasarkan peta sebaran spasial kedalaman MAT yang telah dihasilkan dari hasil interpolasi seperti yang telah diuraikan sebelumnya.

Secara keseluruhan, tahapan penelitian terdiri atas: 1) Tahap pra lapangan, merupakan tahap awal yang meliputi kegiatan studi literatur, persiapan alat dan bahan, dan observasi lapangan atau survey awal. 2) Tahap kerja lapangan, merupakan tahap mengumpulkan data-data yang diperlukan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Jenis data penelitian yang dikumpulkan pada tahapan ini secara umum terdiri dari dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas data kedalaman muka air tanah, elevasi permukaan dan kondisi fisik air sumur, data sekunder terdiri atas peta administrasi, peta geologi dan kondisi akuifer CAT yang diperoleh dari laporan penelitian maupun dari instansi terkait. 3) Tahap pasca lapangan, merupakan tahapan analisis data yang diperoleh dari tahapan sebelumnya, dan merupakan tahap finalisasi dari keseluruhan kegiatan penelitian.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Analisis potensi air tanah ditentukan berdasarkan hasil pengamatan parameter kedalaman MAT, elevasi, dan kondisi fisik air tanah pada tiap sampel sumur gali. Sebaran Lokasi pengamatan sumur gali yang diamati di lapangan dapat dilihat pada gambar 3. Adapun foto kegiatan pengukuran data primer melalui pengamatan sumur gali dilapangan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 3. Peta sebaran spasial lokasi pengamatan sumur gali di lapangan
(Sumber: Hasil olah data primer, 2021)

Berdasarkan gambar 3, teridentifikasi bahwa total jumlah keseluruhan lokasi pengamatan sumur gali dilapangan adalah 71 sumur. Pengamatan sumur gali dilapangan tersebar di 7 (tujuh) wilayah kelurahan/desa yaitu di Kayubulan, Tenilo, Bolihuangga, Hunggalawa, Kayumerah, Hepuhulawa, dan di desa Dutunula. Secara umum, keberadaan sumur gali tidak ditemukan di wilayah desa yang berlokasi dekat Dana Limboto yang jenis penggunaan lahannya adalah rawa danau. Demikian halnya di wilayah Desa Tenilo, teridentifikasi bahwa tidak ada lokasi pengamatan sumur gali di wilayah tersebut oleh karena lokasi tersebut oleh masyarakat setempat dijadikan sebagai lahan persawahan.

Kondisi fisik air tanah terdiri atas parameter kekeruhan, warna dan bau diamati pada 71 sumur gali di lapangan. Data terkait kondisi fisik air tanah dangkal lokasi penelitian disajikan pada tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, teridentifikasi bahwa perbandingan antara data sumur yang memiliki kondisi fisik air tanah dangkal yang kurang baik (keruh dan berbau) dan kondisi fisik air yang baik (jernih dan tidak berbau) menunjukkan kuantitas jumlah data yang kurang lebih sama. Dari jumlah total sampel sumur yaitu

71 sampel sumur, terdapat 39 titik sampel sumur yang memiliki kondisi fisik air tanah yang kurang baik, dan 31 sampel sumur yang memiliki kondisi fisik air tanah dengan kategori baik yaitu jernih dan tidak berbau.

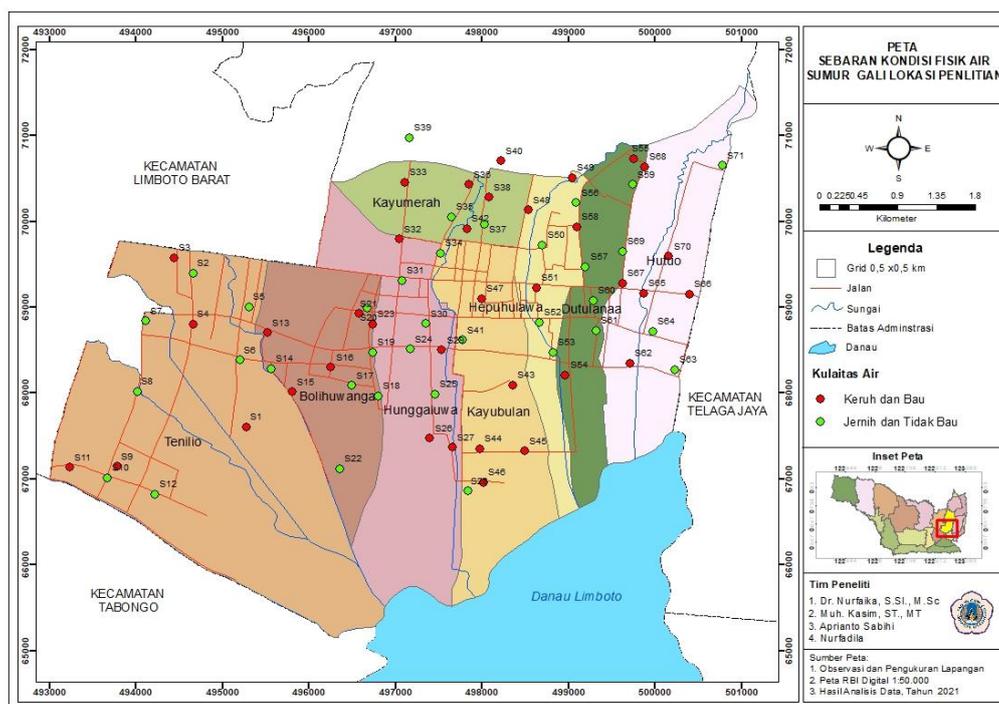
Tabel 1. Kondisi fisik air tanah dangkal lokasi penelitian

| Kode Sumur | Nama Desa | Kondisi Fisik Air | Kode Sumur | Nama Desa | Kondisi Fisik Air | Kode Sumur | Nama Desa | Kondisi Fisik Air |
|------------|-------------|-------------------|------------|------------|-------------------|------------|-----------|-------------------|
| 1 | Tenilo | Keruh Berbau | 24 | Hunggaluwa | Jernih Tidak Bau | 48 | Hephulawa | Keruh Berbau |
| 2 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 25 | Hunggaluwa | Jernih Tidak Bau | 49 | Hephulawa | Keruh Berbau |
| 3 | Tenilo | Keruh Berbau | 26 | Hunggaluwa | Keruh Berbau | 50 | Hephulawa | Jernih Tidak Bau |
| 4 | Tenilo | Keruh Berbau | 27 | Hunggaluwa | Keruh Berbau | 51 | Hephulawa | Keruh Berbau |
| 5 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 28 | Hunggaluwa | Jernih Tidak Bau | 52 | Hephulawa | Jernih Tidak Bau |
| 6 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 29 | Hunggaluwa | Keruh Berbau | 53 | Hephulawa | Jernih Tidak Bau |
| 7 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 30 | Hunggaluwa | Jernih Tidak Bau | 54 | Hephulawa | Keruh Berbau |
| 8 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 31 | Hunggaluwa | Jernih Tidak Bau | 55 | Dutulanaa | Keruh Berbau |
| 9 | Tenilo | Keruh Berbau | 32 | Hunggaluwa | Keruh Berbau | 56 | Dutulanaa | Jernih Tidak Bau |
| 10 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 33 | Kayumerah | Keruh Berbau | 57 | Dutulanaa | Jernih Tidak Bau |
| 11 | Tenilo | Keruh Berbau | 34 | Kayumerah | Jernih Tidak Bau | 58 | Dutulanaa | Keruh Berbau |
| 12 | Tenilo | Jernih Tidak Bau | 35 | Kayumerah | Jernih Tidak Bau | 59 | Dutulanaa | Jernih Tidak Bau |
| 13 | Bolihuangga | Keruh Berbau | 36 | Kayumerah | Keruh Berbau | 60 | Dutulanaa | Jernih Tidak Bau |
| 14 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 37 | Kayumerah | Jernih Tidak Bau | 61 | Dutulanaa | Jernih Tidak Bau |
| 15 | Bolihuangga | Keruh Berbau | 38 | Kayumerah | Keruh Berbau | 62 | Hutuo | Keruh Berbau |
| 16 | Bolihuangga | Keruh Berbau | 39 | Kayumerah | Jernih Tidak Bau | 63 | Hutuo | Jernih Tidak Bau |
| 17 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 40 | Kayubulan | Keruh Berbau | 64 | Hutuo | Jernih Tidak Bau |
| 18 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 41 | Kayubulan | Jernih Tidak Bau | 65 | Hutuo | Keruh Berbau |
| 19 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 42 | Kayubulan | Keruh Berbau | 66 | Hutuo | Keruh Berbau |
| 20 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 43 | Kayubulan | Keruh Berbau | 67 | Hutuo | Keruh Berbau |
| 21 | Bolihuangga | Keruh Berbau | 44 | Kayubulan | Keruh Berbau | 68 | Hutuo | Keruh Berbau |
| 22 | Bolihuangga | Jernih Tidak Bau | 45 | Kayubulan | Keruh Berbau | 69 | Hutuo | Jernih Tidak Bau |
| 23 | Hunggaluwa | Keruh Berbau | 46 | Kayubulan | Keruh Berbau | 70 | Hutuo | Keruh Berbau |
| | | | 47 | Kayubulan | Keruh Berbau | 71 | Hutuo | Jernih Tidak Bau |

Sumber: Hasil olahan data primer, 2021.

Secara keruangan, sebaran spasial kualitas air tanah dangkal yang dianalisis berdasarkan parameter kondisi fisik air sumur gali lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil analisis data spasial, di Desa Tinele teridentifikasi 7 sampel air tanah dangkal (S10, S12, S8, S7, S6, S5,

dan S2) yang memiliki kualitas air yang baik dengan indikator kondisi air sumur jernih dan tidak keruh dari jumlah total 13 titik sampel air sumur yang diamati. Perbandingan jumlah sampel air tanah dengan kualitas tanah kurang baik (keruh dan bau) dan kualitas baik (jernih dan tidak bau) relatif seimbang, demikian halnya dengan distribusi persebaran lokasi sampel air kulaitas baik dan kurang baik relatif tersebar secara merata di wilayah desa Tinelo. Kondisi sebaran lokasi titik sampel yang merata dengan jumlah perbandingan jumlah sampel yang relatif sama juga ditemukan di wilayah desa Hutuo dan Hepuhulawa. Potensi air tanah berdasarkan kualitas air di desa Bolihuwanga teridentifikasi 6 lokasi sampel air tanah dangkal yang memiliki kualitas air tanah yang baik dengan indikator kondisi air sumur jernih dan tidak keruh, dan 5 lokasi sampel yang memiliki kulitas air tanah yang kurang baik. Berdasarkan sebaran spasialnya, dapat diamati bahwa di desa Bolihuwanga kondisi fisik air tanah dengan kualitas air tanah yang baik dengan indikator kondisi air jernih dan tidak keruh umumnya tersebar diwilayah bagian Timur (S17, S18, S19, S21 dan S22), adapun kulaitas air tanah kurang baik dengan kondisi fisik air keruh dan bau tersebar diwilayah bagian Utara (S13, S15, S16, S20 dan S23). Adapun potensi kualitas air tanah dangkal di wilayah desa Hunggaluwa dan Dutulanaa, umumnya didominasi oleh kondis air tanah dengan kualitas baik yaitu jernih dan tidak bau, hal tersebut berbeda dengan kondisi kualitas air tanah di desa Kayumerah, dan Kayubulan yaitu didominasi oleh kondisi air tanah dengan kualitas kurang baik yaitu keruh dan bau. Kondisi kualitas air kurang baik umumnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar sumur, yaitu lokasi sumur umumnya dibuat berdekatan dengan WC untuk kemudahan dalam pemenuhan kebutuhan MCK masyarakat setempat.



Gambar 4. Sebaran spasial kondisi fisik air tanah dangkal Kecamatan Limboto
(Sumber: Hasil olahan data primer, 2021)

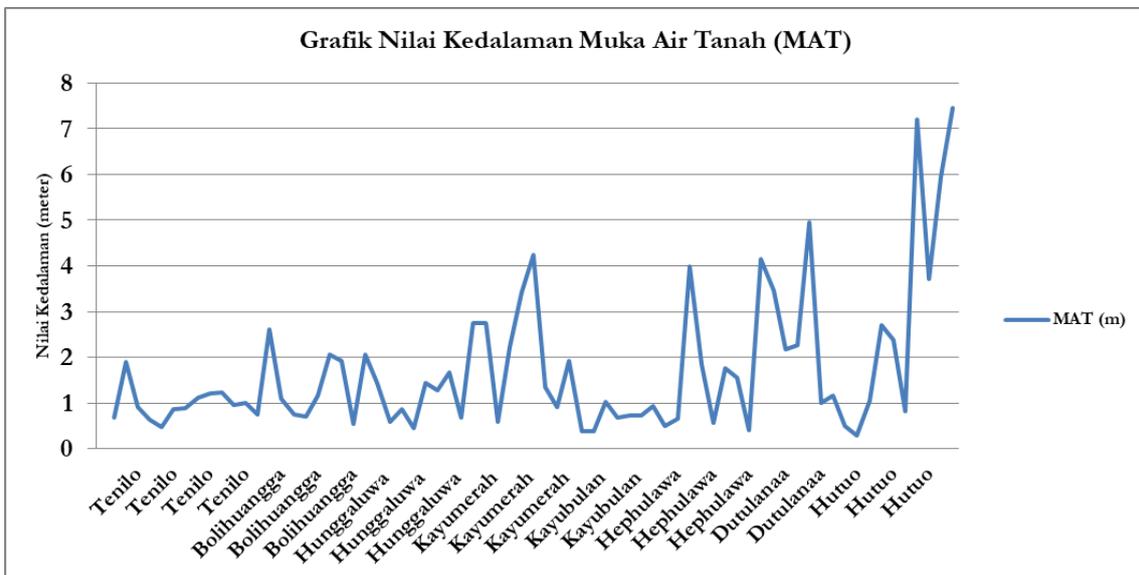
Terkait pemanfaatan air tanah lokasi penelitian yang diperoleh dari hasil wawancara penduduk, teridentifikasi bahwa meskipun kedalaman muka air tanah dangkal menunjukkan nilai kedalaman MAT yang dangkal dengan nilai rerata kedalaman adalah 1,7 m.dpt, akan tetapi oleh karna kondisi fisik air tanah atau sumur gali dari segi kualitas kurang baik, sehingga umumnya masyarakat menggunakan air tanah hanya untuk keperluan mandi, mencuci, dan menyiram tanaman dan tidak digunakan untuk pemenuhan kebutuhan makan dan minum.

Analisis sebaran spasial kedalaman muka air tanah dilakukan dengan menggunakan metode interpolasi. Metode Interpolasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan oleh karena adanya keterbatasan data untuk memprediksi nilai pada suatu titik yang tidak diketahui berdasarkan nilai titik-

titik sampel sekitarnya (Demers, 2009). Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, teridentifikasi bahwa kedalaman MAT terendah adalah 0,3 m.dpt, adapun kedalaman MAT tertinggi adalah 7,45 m.dpt, dengan nilai rata-rata kedalaman adalah 1,7 m.dpt. Grafik kedalaman MAT (Gambar 6) menunjukkan bahwa nilai MAT terendah atau terdangkal adalah 3 m.dpt terdapat di di Desa Kayubulan. Adapun kedalaman MAT tertinggi atau terdalam terdapat di Desa Hutuo dengan nilai kedalaman 7,45 m.dpt.



Gambar 5. Foto Pengamatan Sumur di Lapangan



Gambar 6. Grafik Nilai Kedalaman Muka Air tanah (MAT) di Kecamatan Limboto (Sumber: Hasil olahan data primer, 2021)

Secara keruangan, sebaran spasial kedalaman muka air tanah (MAT) lokasi penelitian disajikan pada Gambar 7. Kaitannya dengan penelitian ini, metode interpolasi yang digunakan untuk pemetaan potensi air tanah berdasarkan nilai MAT adalah metode Inverse Distance Weighting (IDW). Metode IDW merupakan metode interpolasi yang terbaik (Holman et al., 2009; Arslan, 2014; Nurfaika et al., 2020). Untuk kemudahan pendeskripsian secara spasial, variasi nilai kedalaman MAT diklasifikasikan kedalam tiga kategori yaitu kelas dangkal (0-3 meter), sedang (3-5 meter) dan kelas dalam (>6 meter). Lokasi pengukuran kedalaman MAT pada tiap lokasi titik pengamatan direpresentasikan dengan

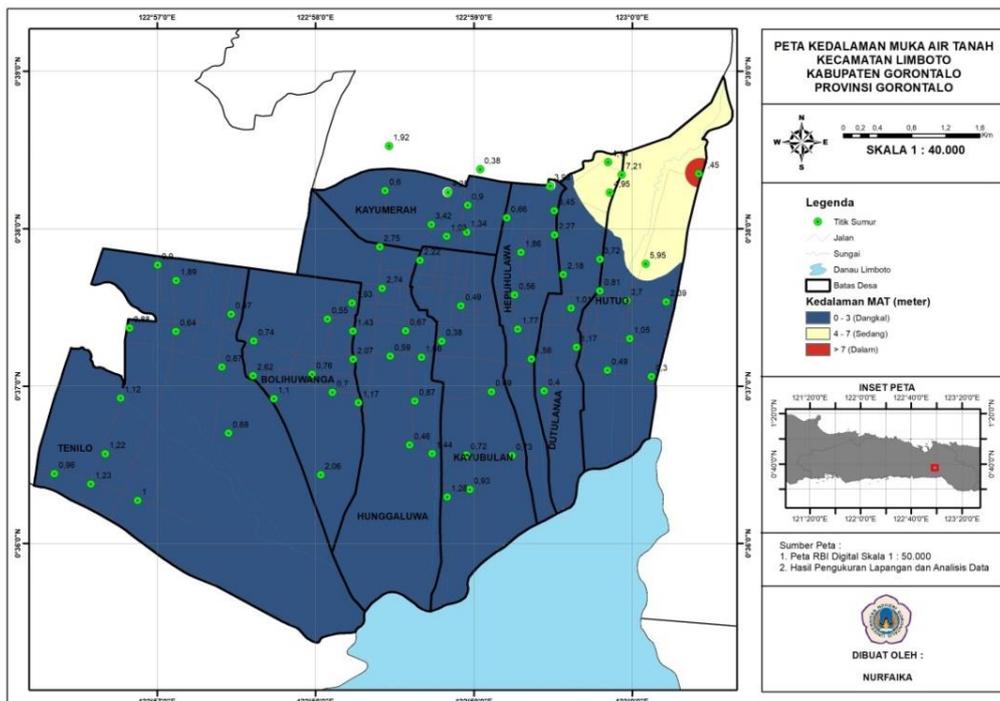
symbol titik (Gambar 3). Setiap titik mengandung nilai kedalaman yang diinterpolasi dengan menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weigh* (IDW) berbasis SIG dan diderifasi menjadi peta kedalaman muka air tanah dalam bentuk format raster.

Metode IDW biasa disebut metode rerata tertimbang yaitu memprediksi nilai berdasarkan jarak dan bobot. Dalam penelitian ini, interpolasi IDW dilakukan dengan simulasi beberapa perubahan nilai bobot. Nilai bobot dalam aplikasi ArcGIS identik dengan parameter power. Nilai power berpengaruh terhadap hasil interpolasi. Nilai parameter power IDW yang digunakan dalam penelitian ini adalah power 2, power 4 dan power 6. Pemilihan metode IDW berdasarkan parameter power untuk pemetaan potensi air tanah metode interpolasi berbasis system informasi geografi ditentukan berdasarkan hasil uji validasi silang (*cross validasi*). Validasi silang dilakukan dengan memilih 70 % dari keseluruhan data sebagai data training (sampel interpolasi) dan 30% sebagai data testing (sampel uji) dan divalidasi berdasarkan perhitungan nilai RMSE. Berdasarkan jumlah keseluruhan data titik sumur gali yang digunakan yaitu 71 titik sampel sumur, 21 titik sumur digunakan sebagai data sampel uji, dan 49 titik sampel sumur dan digunakan sebagai sampel interpolasi. Hasil validasi silang (*cross validation*) serta hasil perhitungan *Root Mean Square Error* dan *Mean Absolute Error* (RMSE) menunjukkan bahwa metode IDW dengan menggunakan power 2 memiliki nilai RMSE yang paling rendah yaitu sebesar 0,17, sehingga pada penelitian ini hasil pemetaan kedalaman MAT berbasis SIG dilakukan dengan menggunakan metode interpolasi IDW Power 2. Hasil perhitungan nilai RMSE dari metode IDW power 2, power 4 dan power 5 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel perbandingan nilai MAE dan RMSE metode IDW

| Metode IDW | RMSE |
|------------|------|
| Power 2 | 0,17 |
| Power 4 | 0,20 |
| Power 6 | 0,21 |

Sumber: Hasil olahan data primer 2021.



Gambar 7. Peta Kedalaman Muka Air tanah Kecamatan Limboto
(Sumber: Hasil olahan data primer, 2021)

Secara spasial, kedalaman MAT terendah atau paling dangkal mendominasi lokasi penelitian (Gambar 7). Nilai MAT terendah umumnya tersebar di wilayah bagian Selatan lokasi penelitian. Hal tersebut menunjukkan bahwa lokasi penelitian umumnya memiliki potensi air tanah yang tinggi. Nilai kedalaman MAT kategori kelas sedang dan kelas dalam tersebar di bagian Utara lokasi penelitian.

Nilai kedalaman MAT merupakan representatif dari potensi air tanah dangkal suatu wilayah. Kaitan antara potensi air tanah dan nilai kedalaman muka air tanah adalah semakin rendah nilai kedalaman muka air tanah pada sumur gali maka potensi air tanah semakin tinggi. Kedalaman muka air tanah atau muka freatik (*water table*) merupakan nilai yang merepresentasikan kedalaman muka air tanah dari permukaan sampai muka air tanah (permukaan bagian atas air dalam sumur).

Sebaran spasial potensi air tanah dangkal dianalisis berdasarkan data sebaran kondisi karakteristik fisik air tanah dan berdasarkan data sebaran spasial kedalaman MAT. Berdasarkan analisis sebaran spasial lokasi sampel sumur dan data atribut kondisi fisik air tanah seperti yang telah diuraikan sebelumnya dan disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 2, teridentifikasi bahwa umumnya potensi kualitas air tanah dangkal lokasi termasuk kedalam kategori wilayah potensi air tanah yang kurang baik untuk digunakan sebagai sumber air untuk pemenuhan kebutuhan memasak dan minum, namun demikian oleh masyarakat setempat air tanah digunakan untuk pemenuhan kebutuhan MCK (mandi, mencuci dan membersihkan rumah). Kajian potensi kuantitas air tanah dangkal yang dilakukan berdasarkan parameter kedalaman muka air tanah (MAT) seperti yang telah disajikan pada gambar 6, teridentifikasi bahwa potensi air tanah di bagian Selatan dan di wilayah sekitaran Danau Limboto memiliki potensi air tanah tinggi, sedangkan wilayah yang terletak di bagian utara atau semakin ke arah Utara potensi air tanah semakin rendah. Fenomena tersebut disebabkan oleh karna pergerakan air tanah bergerak dari arah utara ke selatan yaitu ke arah Danau Limboto. Dengan demikian wilayah di bagian Selatan atau wilayah yang dekat dengan Danau Limboto memiliki nilai MAT yang rendah sehingga masyarakat lebih mudah dalam memperoleh dan memanfaatkan air tanah dangkal melalui sumur gali tanpa harus mengeluarkan biaya yang banyak untuk membuat sumur gali yang lebih dalam.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa secara spasial teridentifikasi kelas potensi air tanah kelas tinggi mendominasi lokasi penelitian. Secara keruangan, wilayah Selatan Kecamatan Limboto atau di sekitar Danau Limboto memiliki potensi air tanah kelas tinggi. Hal tersebut teridentifikasi berdasarkan kedalaman MAT yang umumnya dangkal. Adapun wilayah bagian Utara memiliki potensi air tanah kelas rendah. Hal tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristik kedalaman MAT, semakin ke arah Utara nilai kedalaman MAT semakin tinggi. Adapun potensi kualitas air tanah dangkal lokasi penelitian, umumnya menunjukkan bahwa tiap wilayah desa yang termasuk dalam lingkup wilayah penelitian memiliki kualitas air tanah yang baik (jernih dan tidak berbau) dan kurang baik (keruh dan berbau) yang perbandingan persebarannya kurang lebih sama. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa potensi air tanah di Kecamatan Limboto dari segi kualitas air tanah di desa Tenilo memiliki perbandingan jumlah dan persebaran antara kondisi fisik air tanah dangkal dengan kualitas baik dan kurang baik relatif sama dan merata. Potensi kualitas air tanah dangkal di Desa Bolihuwanga bagian Utara di dominasi oleh kualitas air tanah yang kurang baik, sedangkan di wilayah bagian Barat di dominasi oleh sampel kualitas air tanah dengan kualitas baik. Adapun potensi kualitas air tanah berdasarkan kondisi fisik sampel air sumur di Desa Hunggaluwa dan Dutulaa umumnya di dominasi dengan titik sampel dengan kualitas air tanah baik yaitu jernih dan tidak bau, sedangkan desa Kayumerah dan Kayubulan didominasi oleh titik sampel air tanah dangkal dengan kualitas air kurang baik yaitu keruh dan bau.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T. N., & Sejati, S. P. (2014). Identification of groundwater potential zones within an area with various geomorphological units by using several field parameters and a GIS approach in Kulon Progo Regency, Java, Indonesia. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(1), 161-172.
- Arslan, H. (2014). Estimation of spatial distribution of groundwater level and risky areas of seawater intrusion on the coastal region in Çarşamba Plain, Turkey, using different interpolation methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(8), 5123–5134.
- Daughney, C. J., Raiber, M., Moreau-Fournier, M., Morgenstern, U., & van der Raaij, R. (2012). Use of hierarchical cluster analysis to assess the representativeness of a baseline groundwater quality

- monitoring network: comparison of New Zealand's national and regional groundwater monitoring programs. *Hydrogeology Journal*, 20(1), 185–200.
- Demers, N. M. (2009). *Fundamentals of Geographic Information Systems* (Four Editi). John Wiley & Sons, Inc.
- 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(4), 355–365.
- Gorontalo.bps.go.id. (2019). *Gorontalo Dalam Angka 2019*. <https://gorontalo.bps.go.id/publication/download>.
- Gorsel, J. T. (Han) van. (2009). A Bibliography And Brief History Of Indonesia Geology Literature. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association*, 087(57), 3.
- Hendrayana, H., Riyanto, I. A., & Nuha, A. (2020). Tingkat Pemanfaatan Air tanah di Cekungan Air tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 4(2), 127–137.
- Holman, I. P., Tascone, D., & Hess, T. M. (2009). A comparison of stochastic and deterministic downscaling methods for modelling potential groundwater recharge under climate change in East Anglia, UK: implications for groundwater resource management. *Hydrogeology Journal*, 17(7), 1629–1641.
- James, John, Q. (2009). *Geostatistical Approaches to Characterizing the Hydrogeology of Glacial Drift A Dissertation Submitted To The Faculty Of The Graduate School Of The University Of Minnesota By In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Doctor Of Philosoph. December*.
- Mahmod, W. E., Watanabe, K., & Zahr-Eldeen, A. a. (2013). Analysis of groundwater flow in arid areas with limited hydrogeological data using the Grey Model: a case study of the Nubian Sandstone, Kharga Oasis, Egypt. *Hydrogeology Journal*, 21(5), 1021–1034.
- Marko, K., Al-Amri, N. S., & Elfeki, A. M. M. (2014). Geostatistical analysis using GIS for mapping groundwater quality: case study in the recharge area of Wadi Usfan, western Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(12), 5239–5252.
- Mogaji, K. A., Lim, H. S., & Abdullah, K. (2014). Modeling of groundwater recharge using a multiple linear regression (MLR) recharge model developed from geophysical parameters: a case of groundwater resources management. *Environmental Earth Sciences*, 73(3), 1217–1230.
- Nurfaika, Purnama, S., & Hartono. (2020). The determination of groundwater flow system using several deterministic and classical methods in Limboto-Gorontalo Lowland, Gorontalo Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1).
- Pranantya, P. A., & Rengganis, H. (2010). Interpretasi Geohidrologi Untuk Penentuan Sistem Sistem Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 6(2), 95–192.
- Sternberg, T., & Paillou, P. (2015). Mapping potential shallow groundwater in the Gobi Desert using remote sensing: Lake Ulaan Nuur. *Journal of Arid Environments*, 118, 21–27.
- Widiyanti, B. L. (2019). Studi Kandungan Bakteri E.Coli pada Air tanah (Confined Aquifer) di Permukiman Padat Penduduk Desa Dasan Lekong, Kecamatan Sukamulia. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 1.
- Xu, J., Chen, Y., Li, W., Zhang, L., Hong, Y., Bi, X., & Yang, Y. (2012). Statistical analysis of groundwater chemistry of the Tarim River lower reaches, Northwest China. *Environmental Earth Sciences*, 65(6), 1807–1820.