

## PEMANFAATAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK PEMETAAN POLA ALIRAN AIR TANAH DI KECAMATAN LIMBOTO

**Aprianto Sabihi**

Universitas Negeri Gorontalo

email: [aprianto@ung.ac.id](mailto:aprianto@ung.ac.id)

**Nurfaika\***

Universitas Negeri Gorontalo

**Syahrizal Koem**

Universitas Negeri Gorontalo

\*Korespondensi penulis: [nurfaika@ung.ac.id](mailto:nurfaika@ung.ac.id)

**Abstract.** *Limboto Subdistrict, which is the capital of Gorontalo Regency, has a fairly high population growth, and is an area that is vulnerable to the effects of drought. This causes the availability of ground water to decrease. This study aims to utilize the GIS application to determine the pattern of groundwater flow in Limboto District. This groundwater flow pattern can be used as a reference for further research related to groundwater. The type of data in this study is the type of primary data. The method used in this research is a survey method, namely by measuring directly in the field. The data analysis technique used to determine the pattern of groundwater flow in Limboto Regency is utilizing software (GIS) using ArcGIS 10.7 software to obtain a map of groundwater flow patterns in Limboto District. The results of the spatial analysis of the groundwater flow pattern map in Limboto District show that water flows from the northern part of the study site to the southern part of the study site.*

**Keywords:** *Flow Patterns, Groundwater, GIS*

**Abstrak.** Kecamatan Limboto yang merupakan ibukota Kabupaten Gorontalo memiliki pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi, dan merupakan daerah yang rentan terhadap dampak kekeringan. Hal ini menyebabkan ketersediaan air tanah semakin berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan aplikasi SIG untuk mengetahui pola aliran air tanah di Kecamatan Limboto. Pola aliran air tanah ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan air tanah. Jenis data dalam penelitian ini adalah jenis data primer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey yaitu dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Teknik analisis data yang digunakan untuk mengetahui pola aliran airtanah di Kabupaten Limboto adalah memanfaatkan software (SIG) menggunakan software ArcGIS 10.7 untuk mendapatkan peta pola aliran airtanah di Kecamatan Limboto. Hasil analisis spasial peta pola aliran airtanah di Kecamatan Limboto menunjukkan bahwa air mengalir dari wilayah bagian utara lokasi penelitian ke wilayah bagian selatan lokasi penelitian.

**Kata kunci:** Pola Aliran, Air Tanah, SIG.

## **LATAR BELAKANG**

Sistem informasi geografis adalah sistem komputer yang dapat digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi data informasi geografis. Sistem informasi geografis dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis fitur dan fenomena yang lokasi geografisnya merupakan salah satu fungsi penting untuk dianalisis (Prahasta, 2001). Interpolasi adalah proses pendugaan nilai pada suatu daerah yang tidak dijadikan sampel atau tidak diukur, sehingga menghasilkan peta atau sebaran nilai di seluruh daerah tersebut (Gamma Design Software, 2005). Kriging adalah salah satu Metode analisis data geostatistik untuk memperkirakan besaran suatu nilai yang mewakili suatu titik tanpa sampel dari titik sampel di sekitarnya menggunakan model struktural semivariogram (Rozalia et al., 2016).

Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Pemetaan Air tanah Menurut Adji & Sejati, (2014) Dengan menggunakan pendekatan terintegrasi antara SIG dan parameter lapangan (beberapa parameter lapangan) dengan mengukur muka air tanah, DHL, fluktuasi muka air tanah dan ketebalan akuifer, studi terkait zonasi potensi air tanah dilakukan di Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. Penelitiannya memanfaatkan SIG untuk analisis overlay parametrik lapangan menggunakan metode weighted overlay. Ahli SIG mengklasifikasikan data spasial menjadi dua kelas: data vektor dan model data raster. Kedua model data tersebut memiliki kekuatan dan kelemahan. Dalam mengidentifikasi dan memilih model data yang akan digunakan sudah cukup untuk mencapai tujuan (Anderson, 2003).

Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup, termasuk manusia, khususnya air tanah. Distribusi air di dunia memiliki komposisi 2,69% air tawar dan 97,31% air asin. Air tanah yang dapat digunakan manusia untuk memenuhi kehidupan sehari-hari hanya tersedia sebanyak 22,68% atau 0,61% dari total air di dunia (Pratama et al., 2018). Pada lapisan akuifer terdapat air tanah yang dapat digunakan oleh makhluk hidup. Air tanah adalah suatu bentuk aliran air yang mengalir di bawah permukaan tanah karena adanya gaya gravitasi bumi, terdapat perbedaan kelembaban tanah, dan struktur perlapisan geologi (Asdak, 2010).

Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN, 2005) Air tanah merupakan seluruh air yang terdapat pada lapisan batuan atau tanah di bawah permukaan tanah pada zona jenuh air. Zona ideal dalam pemanfaatan air tanah merupakan Produktivitas air tanah yang tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh faktor ketebalan akuifer dan cekungan air tanah, sehingga dapat menyimpan air tanah dan melolosakan dengan debit yang besar (Fetter, 1999).

Penyediaan air bersih bagi masyarakat masih menghadapi berbagai masalah, dan kebutuhan minimum air bersih dalam kehidupan sehari-hari tidak terpenuhi. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan air minum juga semakin meningkat, sehingga ketersediaan air bersih semakin langka. Kelangkaan air berdampak negatif pada semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa air minum yang bersih, 3.800 anak meninggal setiap hari karena penyakit yang berhubungan dengan air minum yang tidak sehat (Said, 2008).

Littia Obeng Soemarwoto (1991) menyatakan: “Pasokan air bersih yang memadai merupakan faktor yang sangat penting dalam upaya bersama untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Hal ini perlu adanya upaya untuk memelihara, mengatur, memanfaatkan, dan mengembangkan fasilitas yang menyediakan air bersih. , khususnya untuk memenuhi kebutuhan manusia sebagai bagian dari upaya peningkatan taraf hidup dan kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Akibat pertumbuhan penduduk dan perkembangan kegiatan, pemanfaatan berbagai pengguna sumber daya air semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada waktu yang sama air yang tersedia semakin terbatas dan semakin langka, terutama sebagai akibat dari penurunan kualitas lingkungan dan kualitas air yang disebabkan oleh aktivitas manusia, yang menyebabkan pencemaran sumber air. Air tercemar yang disebabkan oleh masuknya bahan pencemar ke dalam sumber air mengubah parameter karakteristik dan perlakuan terhadap air yang tercemar tersebut (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003). Dampak pencemaran air secara umum dibagi menjadi 4 kategori, yaitu dampak terhadap kehidupan bioma perairan, kualitas air tanah, kesehatan, dan estetika lingkungan. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

Air permukaan atau air sungai mempengaruhi proses pengendapan material sedimen yang berasal dari kesatuan Daerah Aliran sungai (DAS) Limboto yang mengalir ke daerah dataran rendah dan bermuara ke Danau Limboto. Secara

geomorfologi, Kecamatan Limboto termasuk dalam wilayah Dataran Aluvial yang merupakan pusat pertumbuhan pemukiman, perkantoran dan pemerintahan di wilayah Kabupaten Gorontalo. Kecamatan Limboto secara hidrogeologi menempati wilayah imbuhan (discharge area) CAT Gorontalo (Nurfaika, 2020). Perkembangan Kecamatan Limboto sebagai ibukota kabupaten menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk dan pembangunan. Sehingga perlu melakukan perencanaan penelitian yang baik terutama dalam kaitannya dengan ketersediaan air bersih. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi, maka kebutuhan air pun semakin meningkat. Sumber air bersih menjadi solusi terbaik dan termurah dalam memanfaatkan air tanah. Hal ini yang menyebabkan ketersediaan air tanah semakin berkurang. Selain itu, air yang seharusnya dapat terserap, menjadi run off yang mengalir ke dalam sungai dan terus ke laut ini yang menyebabkan terjadinya perubahan fungsi lahan. Dampak yang terjadi yaitu berkurangnya ketersediaan air tanah (kekeringan) (Widodo, 2013).

Faktor penyebab terjadinya masalah kerusakan air tanah yaitu pesatnya pertumbuhan industri pada suatu kawasan konservasi yang disertai dengan pertumbuhan pemukiman dapat menimbulkan kecenderungan peningkatan kebutuhan air tanah. Pemanfaatan air tanah yang beragam sehingga berbeda kepentingannya, dalam memperoleh air tanah. Masyarakat yang cenderung boros dalam penggunaan air dan mengabaikan unsur konservasi. Hal ini yang menyebabkan kerusakan lingkungan dan ketersediaan air tanah semakin berkurang. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengetahui pola aliran air tanah di Kecamatan Limboto.

## **KAJIAN TEORITIS**

### **1. Sistem Informasi Geografi**

Sistem Informasi Geografis adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis (Prahasta, 2001). Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c)

analisis dan manipulasi data dan (d) keluaran. Anderson (2003) mengemukakan bahwa para praktisi SIG mengelompokkan data spasial kedalam dua kelas yaitu data vektor dan model data raster. Kedua model data tersebut memiliki kelebihan dan kelemahan. Menurut Anderson (2003), penentuan dan pemilihan model data yang digunakan disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai.

Interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga ter-buatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah (Gamma Design Software, 2005). Didalam melakukan interpolasi, sudah pasti dihasilkan. Error yang dihasilkan sebelum melakukan interpolasi bisa dikarenakan kesalahan menentukan metode sampling data, kesalahan dalam pengukuran dan kesalahan dalam analisa di laboratorium. Menurut Mahmod et al., (2013) nilai Root Mean Square Error (RMSE) terkecil merupakan metode interpolasi terbaik. Akurasi setiap model interpolasi juga divalidasi menggunakan sejumlah sampel uji yang dikumpulkan secara random.

Secara umum metode Kriging adalah metode interpolasi nilai kandungan sebagai contoh kandungan mineral, berdasarkan data sampel yang diambil pada tempat yang tidak beraturan. Model interpolasi yang digunakan dalam metode kriging dapat dibagi menjadi tiga varian, yaitu Simple Kriging, Ordinary Kriging, dan Universal Kriging.

Hal ini juga sejalan dengan penelitian “Perbandingan Akurasi Metode IDW Dan Kriging Dalam Pemetaan Air Tanah” hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Kriging dalam varian Ordinary Kriging merupakan metode terbaik dalam menghasilkan model interpolasi muka air tanah (Sejati, 2019). Menurut Njeban, H.S. (2018) dalam penelitiannya tentang “Comparison and Evaluation of GIS-Based Spatial Interpolation Methods for Estimation Groundwater Level in AL-Salman District—Southwest Iraq” hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dari perbandingan Statistic antara kelima model interpolasi spasial dan validasi hasil menggunakan (validasi silang) ditemukan bahwa metode Universal Kriging (UK) adalah metode terbaik untuk merepresentasikan tinggi muka air tanah di Kabupaten Salman karena model ini memiliki Root Mean Square Error (RMSE) terendah.

## 2. Air Tanah

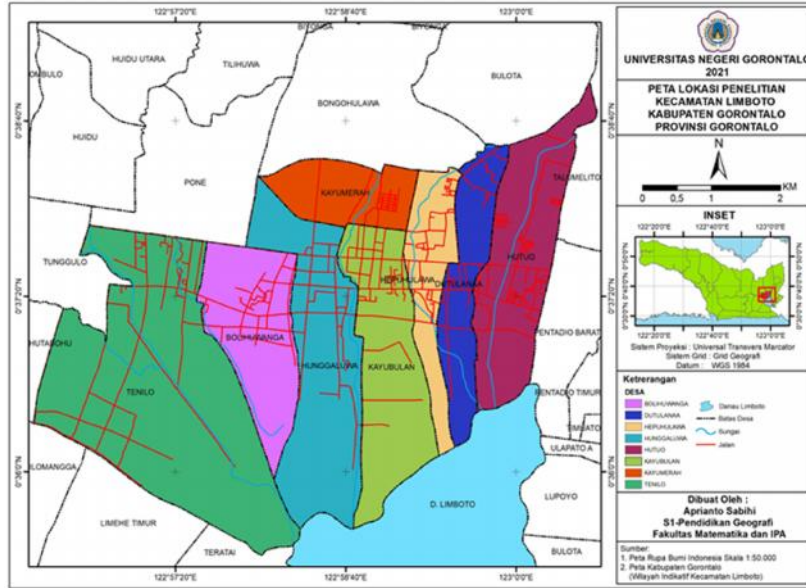
Air tanah merupakan komponen dari suatu daur hidrologi (hydrologic cycle) yang melibatkan banyak aspek bio-geo-fisik, bahkan aspek politik dan sosial budaya yang sangat menentukan ketersediaan air tanah di suatu daerah. Siklus hidrologi menggambarkan hubungan antara curah hujan, aliran permukaan, infiltrasi, evapotranspirasi, dan air tanah. Sumber air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah (air hujan, air danau, dan sebagainya) kemudian meresap ke dalam tanah/akifer dan mengalir menuju ke daerah pelepasan (Rejekiningrum Balai et al., 1907).

Kandungan airtanah di suatu daerah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu iklim, topografi, batuan dan vegetasi. Air hujan menjadi input utama untuk ketersediaan airtanah kemudian airtanah akan mengumpul pada daerah dengan morfologi yang cekung atau datar. Batuan dengan celah batuan yang tinggi umumnya memiliki kandungan airtanah yang tinggi. Air hujan yang masuk ke dalam tanah akan dipengaruhi oleh banyak tidaknya tumbuhan karena tumbuhan mampu mengurangi laju aliran permukaan pada tanah (Priyana, et al, 2013).

Peranan air sangat penting dalam segala aktivitas manusia. Adanya pertumbuhan jumlah penduduk dan kegiatan ekonomi kebutuhan air semakin meningkat sedangkan jumlah dan kualitasnya semakin menurun. Kontribusi air terhadap pembangunan ekonomi dan sosial menjadi sangat vital. Peradaban manusia dan awal pertumbuhan ekonomi dimulai dari tempat sumber air seperti sungai dan mata air. Hal tersebut menunjukkan bagaimana manusia sangat membutuhkan air dalam setiap aktivitasnya (Purnama, 2010).

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Kecamatan Limboto, Provinsi Gorontalo. Berdasarkan letak astronomisnya, Kecamatan Limboto terletak pada 00o 36'00" - 00o40'00" Lintang Utara dan 123o56'40"-123o00'00" Bujur Timur. Lokasi penelitian difokuskan pada beberapa wilayah administrasi Kecamatan Limboto lebih tepatnya di Dataran Alluvial yang terdiri dari delapan desa antara lain desa Kayubulan, Hepuhulawa, Dutulana, Hutuo, Kayumerah, Bolihuanga, Tenilo, dan Hunnggaluwa. Secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1 peta lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survey lapangan untuk memetakan sumur warga di Kecamatan Limboto menggunakan perangkat GPS Germin. Dengan alat ini, semua data koordinat x, y dan nilai elevasi permukaan titik sampel yang diambil akan direkam. Selain itu, mengukur kedalaman muka air tanah sumur warga menggunakan Roll meter. Data tersebut kemudian diolah oleh komputer menggunakan software ArcGIS 10.7. Pengambilan sampel sumur gali dilakukan dengan metode systematic random sampling (penentuan sampel secara acak). Systematic random sampling digunakan dalam menentukan sampel berbasis area atau ruang di permukaan bumi (Martono 2015).

Secara rinci tahapan penelitian terdiri dari: 1) Tahap awal yang meliputi kegiatan studi pustaka, penyiapan alat dan bahan, dan observasi lapangan. 2) Tahap kerja lapangan, merupakan tahap pengumpulan data yang diperlukan sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data primer. Data primer terdiri dari data kedalaman muka airtanah dan elevasi permukaan, 3) Tahap pasca-lapangan, merupakan tahap menganalisis data yang diperoleh dari tahap sebelumnya, dan merupakan tahap akhir dari keseluruhan kegiatan penelitian.

Analisis data dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut: 1) Analisis sebaran spasial pengamatan sampel sumur gali di wilayah Kecamatan Limboto yang dilakukan berdasarkan input data dari koordinat lokasi sumur gali menggunakan unit sistem proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM); 2) Analisis data kedalaman air tanah (MAT) pada penelitian ini menggunakan model interpolasi metode kriging berbasis SIG. 3) Analisis pola aliran air tanah menggunakan model interpolasi metode kriging berbasis SIG (Demers, 2009).

Pemetaan pola aliran air tanah menggunakan nilai tinggi muka air tanah pada lokasi penelitian. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam menentukan nilai tinggi muka air tanah dapat dilihat pada persamaan (1)

$$TMA = t - d \quad (1)$$

Keterangan:

TMA= Tinggi muka air tanah

t = Elevasi Permukaan

d= Kedalaman Muka Air Tanah

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

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

Keterangan:

$Z_i$  = nilai prediksi,

$Z$  = nilai aktual

$n$  = jumlah keseluruhan data aktual.

Model interpolasi spasial muka airtanah pada metode Kriging dihasilkan melalui dua sub metode, yaitu Ordinary Kriging dan Universal Kriging. Setiap model yang telah dihasilkan kemudian diamati parameter erornya. Model terbaik adalah model yang parameter errornya memenuhi syarat antara lain nilai RMSE terkecil, nilai Root Mean Square Error mendekati nol.



## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini lebih di fokuskan di wilayah sekitar Danau Limboto lebih tepatnya di dataran alluvial Kecamatan Limboto yang terdiri dari delapan kelurahan yakni Kelurahan Tenilo, Bolihuangga, Hunggaluwa, Kayumerah, Kayubulan, Hepuhulawa, Dutulanaa, dan Kelurahan Hutuo. Berdasarkan letak astronomis DAS Limboto terletak pada  $0^{\circ}38' - 0^{\circ}70'$  LU dan  $122^{\circ}48' - 123^{\circ}00'$  BT dengan elevasi/ketinggian 5 hingga lebih dari 300 mdpl. Lokasi penelitian ini berada di sekitar wilayah dataran aluvial Danau Limboto. Berdasarkan hasil penelitian Potensi Air Tanah CAT Gorontalo oleh Dinas ESDM Provinsi Gorontalo, di daerah Cekungan Limboto terdapat beberapa bahan penyusun batuan yang berumur muda hingga berumur tua. Secara geomorfologi, Kecamatan Limboto termasuk dalam wilayah Dataran Aluvial yang merupakan pusat pertumbuhan pemukiman, perkantoran dan pemerintahan di wilayah Kabupaten Gorontalo.

Pengamatan sumur gali pada lokasi penelitian tersebar secara merata di lokasi pengamatandi Delapan Kelurahan yang ada di Kecamatan Limboto yang terdiri dari Kelurahan Tenilo, Bolihuangga, Hunggalawa, Kayumerah, Kayubulan, Hepuhulawa, Dutunula, dan Kelurahan Hutuo. Berdasarkan hasil survei langsung di lapangan tahun (2021) di Kelurahan Tenilo terdapat 12 sampel sumur gali, Bolihuwangga terdapat 10 sampel sumur gali, Hunggaluwa terdapat 9 sampel sumur gali, Kayumerah terdapat 8 sampel sumur gali, Kayubulan terdapat 7 sampel sumur gali, Hepuhulawa terdapat 8 sampel sumur gali, Dutulanaa terdapat 8 sampel sumur gali, dan untuk Kelurahan Hutuo terdapat 9 sampel sumur gali.

### **1. Interpolasi Kriging**

Analisis data geostatistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kriging untuk mengestimasi besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik sampel di sekitarnya menggunakan model struktural semivariogram.

Pada penelitian ini interpolasi untuk pemetaan tinggi muka airtanah untuk kajian spasial pola aliran tanah dilakukan dengan metode kriging berbasis SIG. Penentuan metode kriging yang digunakan diawali dengan melakukan uji akurasi antara Metode Ordinary Kriging dan Universal Kriging. Ordinary kriging adalah metode yang mengasumsikan mean (mean) populasi tidak diketahui, data spasialnya tidak memuat

data trend, dan data outlier. Sedangkan Universal Kriging adalah metode kriging yang dapat diterapkan pada data spasial maupun data non-stasioner yang mengandung trend. (Rozalia et al., 2016). Berikut hasil akurasi nilai RMSE metode kriging dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis nilai RMSE metode Kriging

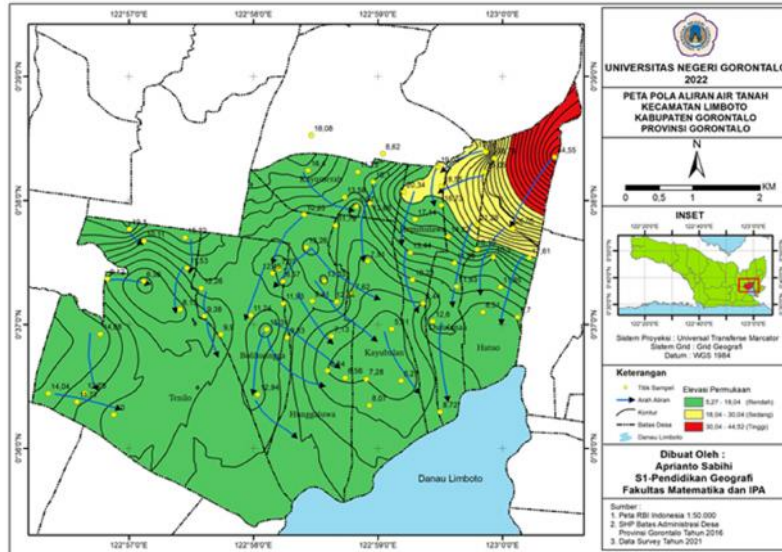
No	Metode	RMSE
1	Ordinary Kriging	0,09
2	Universal Kriging	0,11

Berdasarkan hasil uji akurasi nilai RMSE metode kriging menunjukkan bahwa metode Ordinary kriging memiliki nilai RMSE 0,09 sedangkan Universal Kriging memiliki nilai RMSE 0,11. Hal ini membuktikan bahwa metode Ordinary Kriging memiliki nilai RMSE kecil di bandingkan dengan metode Universal kriging.

Nilai RMSE terkecil merupakan metode interpolasi terbaik (Mahmod et al. 2013). Sehingga dalam penelitian ini untuk pemetaan air tanah peneliti menggunakan model interpolasi metode kriging dalam varian Ordinary Kriging.

## 2. Pola Aliran Airtanah

Pola aliran air tanah adalah suatu garis aliran air tanah yang arahnya ditentukan berdasarkan garis kontur muka airtanah suatu daerah. Garis aliran air tanah adalah garis-garis yang tegak lurus 90 terhadap garis kontur tanah dan mengalir dari kontur tertinggi ke kontur bawah. Pemetaan arah aliran air tanah pada penelitian ini ditentukan berdasarkan peta ketinggian muka airtanah suatu daerah atau peta kontur muka airtanah. Secara rinci peta arah aliran air tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Pola Aliran Air Tanah Kecamatan Limboto

Berdasarkan gambar 2, teridentifikasi bahwa nilai tinggi muka air tanah (TMA) pada lokasi penelitian mulai dari 5,2 mdpl hingga 44,5 mdpl dengan nilai rata-rata TMA 12,9 mdpl. Hasil analisis peta pola aliran air tanah dapat dilihat bahwa arah aliran air tanah mengalir mengikuti lengkungan garis kontur yang ada pada lokasi penelitian berdasarkan nilai ketinggian permukaan dari setiap wilayah pada lokasi penelitian. Berdasarkan hasil peta pola aliran air tanah tersebut menunjukkan bahwa wilayah bagian utara pada lokasi penelitian lebih dominan memiliki nilai tinggi muka air tanah yang tinggi sedangkan wilayah bagian selatan pada lokasi penelitian lebih dominan memiliki nilai tinggi muka air tanah yang rendah, sehingganya pola aliran air tanah pada lokasi penelitian di Kecamatan Limboto menunjukkan bahwa air mengalir dari wilayah bagian utara menuju wilayah bagian selatan. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian air mengalir dari wilayah dataran alluvial di Kecamatan Limboto menuju Danau Limboto.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan (2021) di Kecamatan Limboto dapat disimpulkan bahwa 1) sebaran sampel sumur yang diperoleh di lapangan sebanyak 71 sampel yang tersebar di beberapa wilayah di lokasi penelitian yang terdiri dari delapan desa yaitu Desa Tenilo, Bolihungga, , Hunggaluwa, Kayubulan, Kayumerah, Hepuhulawa, Dutulanaa, dan Hutuo. 2) kedalaman muka air tanah, secara

spasial pada bagian selatan lokasi penelitian di sekitar Danau Limboto menunjukkan bahwa nilai kedalaman muka air tanah termasuk dalam kategori (dangkal), sedangkan bagian utara lokasi penelitian menunjukkan bahwa nilai kedalaman muka air tanah termasuk dalam kategori (sedang) dan (Dalam). 3) pola aliran air tanah (Flownet) pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa air mengalir dari daerah bagian utara lokasi penelitian ke daerah bagian selatan lokasi penelitian. Secara rinci, hasil analisis menunjukkan bahwa air mengalir dari wilayah dataran Alluvial Kecamatan Limboto menuju Danau Limboto.

## DAFTAR REFERENSI

- 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.
- Anderson, J.A. (2003). *Critical Thinking Across the Disciplines*. Makalah pada Faculty Development Seminar in New York City College of Technology, New York
- Asdask, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2005). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 13-7121-2005 Penyelidikan Potensi Air Tanah Skala 1:200.000 Atau Lebih Besar*. Badan Standarisasi Nasional
- Demers, N. M. (2009). *Fundamentals of Geographic Information Systems (Fourth Edition)*. John Wiley & Sons, Inc
- [DSDAN] Dewan Sumber Daya Air Nasional, 2010. *Pola pengelolaan sumber daya air wilayah sungai Limboto-Bolango-Bone*. Jakarta: Kementerian PU, pp. 58-61
- Gamma Design Software. 2005. *Interpolation in GS+*. <http://www.geostatistics.com/OverviewInterpolation.html> (23 Juni 2008).
- 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 Philosophy*. December
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Pedoman Penentuan Status Mutu Air*, Pub. L. No. 115 (2003).
- 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.
- 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.
- Njeban, H. S. (2018). Comparison and Evaluation of GIS-Based Spatial Interpolation Methods for Estimation Groundwater Level in AL-Salman District—Southwest Iraq. *Journal of Geographic Information System*, 10(04), 362–380. <https://doi.org/10.4236/jgis.2018.104019>
- Nurfaika. (2020). Zonasi Potensi Airtanah Untuk Tata Guna Airtanah di Dataran Aluvial Limboto-Gorontalo. Disertasi. Fakultas Geografi UGM.
- Priyana, Y., Dahroni., Musiyam, M. 2013. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi untuk Kajian Potensi Sumberdaya Air di Kabupaten Boyolali. Seminar Nasional Pendayagunaan Informasi Geospasial. Fakultas Geografi.
- Purnama, S. 2010. Hidrologi Airtanah. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Rejekiningrum Balai, P., Agroklimat, P., Hidrologi, D., & Tentara, J. (1907). PELUANG PEMANFAATAN AIR TANAH UNTUK KEBERLANJUTAN SUMBER DAYA AIR Capturing the Benefit of Groundwater for Water Resources Sustainability. 85–96. [www.groundwater.com](http://www.groundwater.com)
- Prahasta, Eddy. 2001. Konsep – Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi. Informatika. Bandung.
- Pratama, I. A., Sukmono, A., & Firdaus, H. S. (2018). Identifikasi Potensi Air Tanah Berbasis Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 55–65.
- Rozalia, G., Yasin, H., & Ispriyanti, D. (2016). Penerapan Metode Ordinary Kriging Pada Pendugaan Kadar NO<sub>2</sub> di Udara. *Jurnal Gaussian*, 5(23), 113-121
- Said, N. I. (2008). Teknologi Pengolahan Air Minum: Teori dan Pengalaman Praktis. Jakarta: PTL-BPPT.
- Sejati, S. P. (2019). Perbandingan Akurasi Metode idw dan krigging dalam Pemetaan Muka Air Tanah. *Geografi Indonesia*, 33(2), 49–57.
- Soemarwoto, O. (1991). Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan. Jakarta: Penerbit Djabatan.