

# PEMODELAN POTENSI AIR TANAH UNTUK PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

## Studi Kasus di Daerah PASIGALA ( Palu, Sigi dan Donggala)

Muhammad Hasan<sup>1</sup>, Dedy Kurnia Sunaryo<sup>2</sup>, Jasmani<sup>3</sup>

Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang<sup>1,2,3</sup>

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Sumbersari, Malang, Telp. (0341) 551431

Email: sanmuhammad@outlook.com

### ABSTRAK

Gempa merupakan salah satu bencana alam yang dapat terjadi setiap saat dan kapan saja. Hal tersebut tentunya merugikan dari segi sisi material maupun imaterial bagi masyarakat. Daerah PASIGALA (Palu, Sigi dan Donggala) merupakan salah satu daerah yang terkena dampak gempa berkekuatan 7,7 SR. Hal ini menyebabkan masalah kebutuhan air bersih meningkat baik di daerah pemukiman warga maupun di tempat-tempat pengungsian. Melalui penelitian ini, sistem informasi geografis atau (SIG) dapat diterapkan untuk menyimpan, mengelola, atau menganalisa serta memvisualisasikan data spasial maupun non spasial yang dapat mempermudah penggunaannya dalam memfasilitasi penggunaan data dengan skala tertentu dan pemodelan air tanah untuk mencari lokasi yang memiliki potensi sumber daya air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat sekitar. Melalui survei lapangan untuk dilakukannya pengukuran tinggi muka air tanah pada sumur Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) oleh Balai Wilayah Sungai Sulawesi III pasca bencana yang tersebar di beberapa titik pada daerah PASIGALA, metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* memiliki nilai validitas tertinggi dengan RMSE = 1,058 dan  $R^2 = 0,9411$ . Dari hasil pemodelan air tanah ditemukan bahwa daerah PASIGALA memiliki dua tempat konsentrasi aliran air tanah yang merupakan tempat potensi air tanah yaitu pada Kecamatan Banawa Tengah dan Kecamatan Marawola.

**Kata kunci:** air tanah, gempa, pemodelan, interpolasi, potensi

### PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber air tawar terbesar di dunia yang menopang kehidupan dalam skala besar baik untuk memasok air untuk manusia, irigasi lahan pertanian, industri, produksi energi dan pemeliharaan ekosistem. Dengan demikian masalah eksploitasi air tanah, pengelolaan air tanah, penipisan air tanah, penurunan kualitas air dan ketergantungan penggunaan air tanah merupakan masalah kritis di seluruh dunia yang perlu ditangani secara hati-hati (Rossetto et al., 2018)

Daerah PASIGALA (Palu, Sigi dan Donggala) merupakan salah satu daerah yang terkena dampak gempa berkekuatan 7,7 SR (BMKG). Karena hal tersebut kebutuhan air bersih semakin meningkat pasca bencana yang melanda daerah tersebut. Dengan pengelolaan yang tepat, pemanfaatan air tanah bisa menjadi salah satu solusi untuk menangani masalah ini.

Sistem informasi geografis (SIG) bisa diterapkan untuk mendukung pemodelan potensi air tanah. Pada beberapa penelitian sebelumnya,

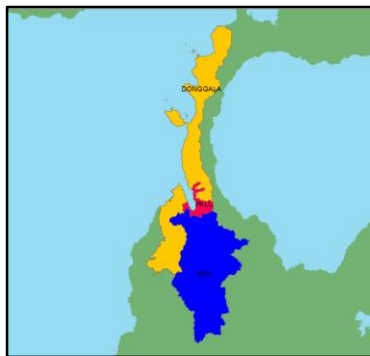
pemodelan air tanah dilakukan dengan mengambil *sample* dari sumur warga dengan sistem akuifer bebas (Widiawaty, 2018). Sedangkan penelitian menggunakan sumur jaringan irigasi air tanah (JIAT) dengan sistem akuifer tertekan.

Dalam penelitian ini, pemodelan air tanah dilakukan berdasarkan metode matematis melalui teknik interpolasi guna mengetahui keberadaan potensi air tanah dan arah aliran air tanah. Penelitian ini berusaha mengkomparasikan dua jenis teknik interpolasi yaitu Kriging dan IDW. Melalui penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi seluruh *stakeholder* dan masyarakat dalam melakukan pengelolaan air tanah secara berkelanjutan.

### METODE

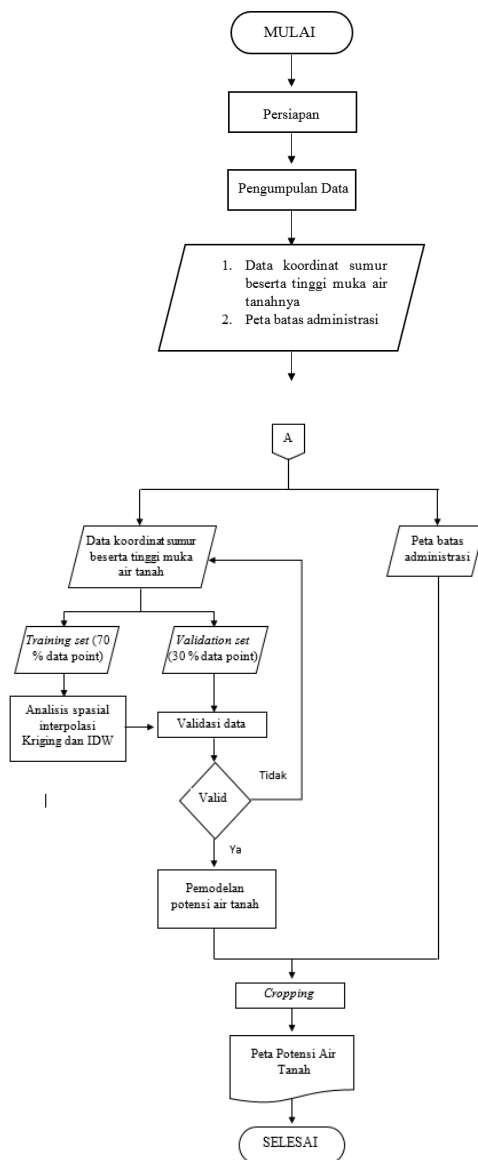
Daerah PASIGALA (Palu, Sigi, dan Donggala) terletak pada kawasan dataran lembah Palu dan teluk Palu. Wilayahnya terdiri dari lima dimensi yaitu wilayah pegunungan, lembah, sungai, teluk dan lautan. Secara astronomis, Kota Palu berada antara  $0^{\circ}36''$ - $0^{\circ}56''$  Lintang Selatan

dan  $119^{\circ}45'' - 121^{\circ}1''$  Bujur Timur, sehingga tepat berada digaris Khatulistiwa dengan ketinggian 0-700 meter dari permukaan laut. Luas wilayah daerah tersebut mencapai 19.185 kilometer persegi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini digambarkan menjadi bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tinggi muka air tanah dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi III beserta data batas administrasinya. Pengambilan data tersebut dilakukan pasca bencana gempa yang terjadi di daerah tersebut.

Proses interpolasi dilakukan pada software ArcGIS dengan menggunakan *spatial analyst tools*. Proses interpolasi dilakukan dengan dua metode yaitu metode kriging dan Inverse Distance Weighted (IDW). Titik koordinat yang diinterpolasi merupakan titik yang digunakan untuk pemodelan, sisanya digunakan untuk validasi.

Teknik interpolasi Kriging dapat digolongkan dalam interpolasi *stochastic* yang menawarkan penilaian secara prediktif, karena mengasumsikan nilai kesalahan secara *random*. Teknik ini digunakan untuk mengestimasi nilai  $z$  pada titik yang tidak tersampel berdasarkan informasi dari karakteristik nilai  $z$  tersampel yang berada pada wilayah sekitarnya. Selain itu, teknik ini juga mempertimbangkan korelasi spasial antar data menggunakan *semivariogram* (Sun et. al, 2009) dalam (Widiawaty, 2010).

Sedangkan Teknik interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) mengasumsikan setiap plot mempunyai pengaruh yang bersifat lokal dan nilai plot tersebut akan semakin berkurang terhadap jarak. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak datar dari titik data sampel terhadap blok yang akan diestimasi (Pasaribu dan Haryani, 2012).

Menurut Chang (2006) untuk membandingkan metode interpolasi biasanya didasarkan pada langkah-langkah statistik, meskipun beberapa studi juga menyarankan tentang pentingnya kualitas visual yang dihasilkan dari pola interpolasi spasial. Untuk memvalidasi data dari hasil interpolasi menggunakan metode yang digunakan untuk validasi data ialah metode *cross validation*. Metode validasi ini membandingkan metode interpolasi dengan cara mengulang prosedur untuk setiap metode interpolasi yang akan dibandingkan. Prosedur tersebut ialah :

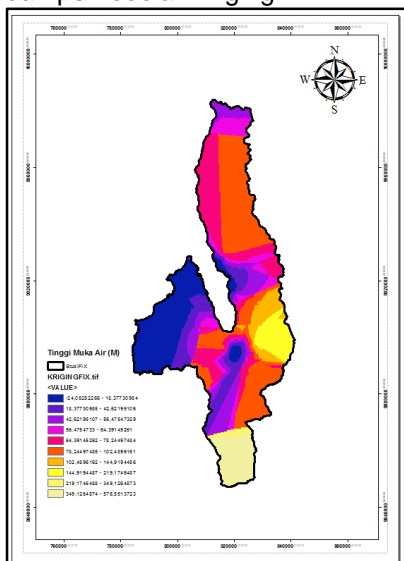
1. Hilangkan beberapa titik dari *dataset*
2. Gunakan titik tersebut untuk memperkirakan nilai pada titik yang sebelumnya dihapus
3. Hitung perkiraan kesalahan (RMSE) dari titik yang telah diestimasi terhadap nilai titik yang diketahui.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Interpolasi Kriging

Kriging merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menganalisa data sampel yang biasanya diambil dari lokasi-lokasi yang tidak beraturan. Prinsip dasar pada metode ini ialah mengestimasi besarnya nilai dari variabel  $Z$  pada titik yang tidak diketahui berdasarkan informasi dari titik  $Z$  yang diketahui yang berada

disekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut. Berikut ialah hasil dari pemodelan kriging:

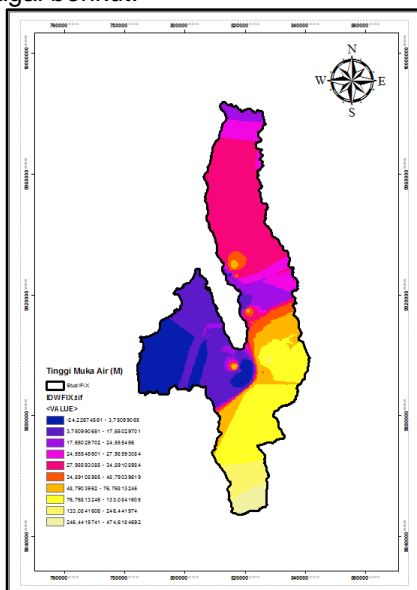


Gambar 3. Hasil pemodelan kriging

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa hasil interpolasi dari metode kriging dapat menunjukkan model permukaan yang lebih kompleks. Dari bentuk geometri permukaan yang dihasilkan, air lebih banyak bergerak dari arah selatan menuju ke arah utara. Hal ini dikarenakan oleh permukaan air yang lebih tinggi dari arah selatan.

### Interpolasi Inverse Distance Weighted

Metode ini merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan nilai Z dari titik disekitarnya. Prinsip dasar dari metode ini ialah nilai yang dihasilkan dari interpolasi akan mempunyai nilai yang mirip pada data sampel yang dekat daripada data sampel yang lebih jauh. Bobot yang diberikan tidak akan terpengaruhi oleh posisi dari data sampel. Berikut merupakan hasil dari pemodelan *Inverse Distance Weighted* (IDW) ialah sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil pemodelan IDW

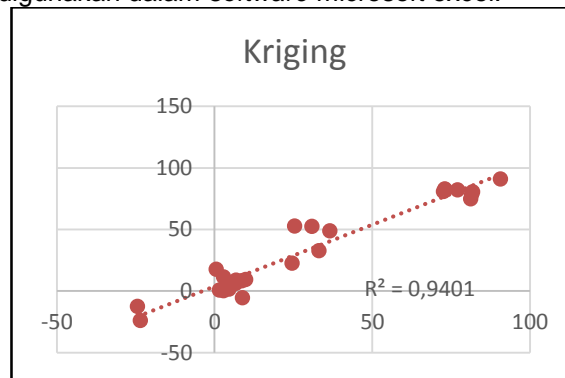
Dari gambar di atas menunjukkan bahwa hasil interpolasi dari metode IDW dapat menunjukkan model permukaan yang lebih halus. Dari bentuk geometri permukaan yang dihasilkan, air lebih banyak bergerak dari arah selatan menuju ke arah utara serta dari arah timur menuju ke barat dan berkumpul di tengah.

### Hasil Perhitungan RMSE

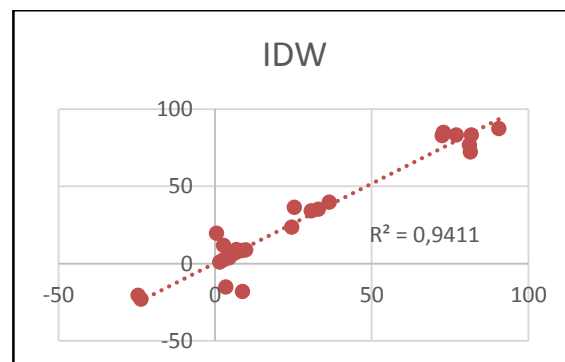
Perhitungan nilai *root mean square error* atau RMSE merupakan suatu metode alternatif untuk mengevaluasi hasil dari perhitungan interpolasi yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil dari perkiraan yang dihasilkan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Hasil nilai RMSE dari metode kriging = 1,927 sedangkan untuk metode IDW = 1,058. Nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai obeservasinya (Makridakis, 1982).

### Hasil Koefisien Determinan

Nilai dari koefisien determinan dapat mencerminkan seberapa besar kemampuan dari variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikatnya. Koefisien ini mempunyai rentang nilai dari 0 – 1 dimana semakin dekat nilai yang mendekati 1 maka semakin bagus kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat yang lain. Proses perhitungan dalam mencari nilai  $R^2$  (koefisien determinan) digunakan dalam *software* microsoft excel.



Gambar 5. Hasil koefisien metode kriging



Gambar 6. Hasil koefisien metode IDW

Gambar 5 menunjukkan bahwa korelasi antara data hasil pemodelan kriging dan observasi menghasilkan nilai  $R^2 = 0,9401$  sedangkan korelasi data antara data hasil pemodelan IDW dan observasi menghasilkan nilai  $R^2 = 0,9411$ . Nilai korelasi yang dihasilkan dari kedua metode tersebut masuk dalam kategori nilai korelasi 0,75 – 0,99 yang termasuk dalam nilai korelasi sangat kuat (Sarwono (2015) dalam Arafah (2016)).

Uji Koefisien Determinasi yang disesuaikan ( $R^2$ ) koefisien determinasi dalam model menunjukkan seberapa besar perubahan atau variasi dari variabel dependen dapat dijelaskan oleh perubahan atau variasi dari variabel independen. Dengan kriteria Semakin tinggi nilai koefisien determinasi maka akan semakin baik kemampuan variabel independen dalam menjelaskan perilaku variabel dependen (Rahajuni, 2009)

## Pembahasan

Dalam pemodelan ini, penulis menggunakan dua metode yang berbeda yaitu metode kriging dan *inverse distance weighted* (IDW). Setiap metode tentunya akan memberikan hasil yang berbeda-beda. Metode yang akan digunakan dipilih berdasarkan akurasi hasil dari proses interpolasi. Akurasi dilihat berdasarkan proses dari validasi data yang digunakan.

Proses validasi menggunakan metode *cross validation* dimana nilai RMSE dan Koefisien Determinan dihitung dari hasil data observasi dan prediksi untuk setiap metode. Sampel validasi yang diambil dari penelitian ini sebanyak 23 titik sumur.

Dari hasil diatas menunjukkan bahwa ada perbedaan antara metode interpolasi kriging dan IDW. Hasil ini menunjukkan bahwa metode IDW mempunyai nilai koefisien determinan tertinggi ( $R^2 = 0,9411$ ) menggunakan analisis regresi linear antara titik observasi dan prediksi dari IDW dan nilai RMSE terendah sebesar 1,058. Berbeda dengan kriging yang menghasilkan koefisien determinan sebesar ( $R^2 = 0,9402$ ) dan nilai RMSE sebesar 1,927. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan pemodelan terbaik yang dapat digunakan ialah metode interpolasi IDW di area studi.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak-pihak terkait termasuk instansi yang bergerak dibidang pembangunan dalam mengambil suatu kebijakan pembangunan baik infrastruktur maupun tempat tinggal untuk korban pasca bencana gempa yang terjadi di daerah PASIGALA.

## KESIMPULAN

Dalam melakukan pemodelan menunjukkan bahwa metode IDW lebih tepat digunakan untuk interpolasi di daerah PASIGALA daripada metode

kriging. Hal ini dikarenakan metode IDW mempunyai nilai koefisien determinan tertinggi ( $R^2 = 0,9411$ ) menggunakan analisis regresi linear antara titik observasi dan prediksi dari IDW dan nilai RMSE terendah sebesar 1,058. Berbeda dengan kriging yang menghasilkan koefisien determinan sebesar ( $R^2 = 0,9402$ ) dan nilai RMSE sebesar 1,927. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan pemodelan terbaik yang dapat digunakan ialah metode interpolasi IDW di area studi.

Dari bentuk geometri permukaan yang dihasilkan oleh metode IDW, air lebih banyak bergerak dari tinggi muka air tertinggi menuju tinggi muka air terendah dimana arah aliran air bergerak dari Kecamatan Dolo Selatan menuju ke utara hingga terkumpul di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Marawola, Kecamatan Dolo dan Kecamatan Sigi Biromaru serta Kecamatan Marawola Selatan dan Banawa Selatan.

Letak potensi air tanah berada dilima kecamatan yaitu Kecamatan Marawola, Kecamatan Marawola Selatan, Kecamatan Dolo, Sigi Biromaru dan Kecamatan Banawa Selatan. Hal ini dikarenakan kelima kecamatan tersebut merupakan tempta berkumpulnya akumulasi aliran air tanah di Daerah PASIGALA

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang yang telah membantu dukungan administrasi dan juga kepada Balai Wilayah Sungai Sulawesi III yang telah memberikan data tinggi muka air tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafah, F. Noraini, A. dan Subakti, B. 2016. *Perhitungan Parameter Kualitas Air Laut Menggunakan Citra Satelit Landsat 8*. **Jurnal Geomaritim Indonesia** Volume 1. No.1 Juni 2018:23-30.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi III. 2016. *Laporan Hidrologi Jaringan Irigasi Air Tanah*. Palu. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- BMKG. 2018. *Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika*. URL: <https://www.bmkg.go.id/press-release/?p=gempabumi-tektunik-m7-7-kabupaten-donggala-sulawesi-tengah-pada-hari-jumat-28-september-2018-berpotensi-tsunami&tag=press-release&lang=ID> (di akses pada tanggal 21 Mei 2019)
- Chang, dan Tsung, K. 2006. *Introduction to geographic information system Third Edition*, Tata McGraw-Hill. Boston
- Indarto. 2010. *Hidrologi : Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara. Jakarta.

- Kodoatie, Robert J., 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J., dan Sjarief Roestam, 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Linsley, R. K. dan Franzini, J. B., 1989. *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta. Alih Bahasa : Ir. Djoko Sasongko, M.Sc.
- Makridakis, S. et al., (1982) "*The Accuracy of Extrapolative (Time Series Methods): Results of a Forecasting Competition*", **Journal of Forecasting**, Vol. 1, No. 2, pp. 111-153
- Mori, Kiyotoka, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta. Penerjemah : L. Taulu, Editor : Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.
- Prahasta, Eddy, 2003. *Sistem Informasi Geografis : Konsep – Konsep Sistem Informasi Geografis*. CV.Informatika, Bandung.
- Pemerintah Indonesia. 2008. PP Nomor 43 Tahun 2008 Tentang Irigasi. Lembaran RI Tahun 2008 No. 23. Jakarta : Sekretariat Negara
- Purnama, I.M.B, Norken, I.N, dan Yekti, M.I. 2018. *Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah Desa Penyaringan Kecamatan Mendoyo Kabupaten Jembrana*. **Jurnal Ilmiah Teknik Sipil – A Scientific Journal of Civil Engineering**. Vol.22, No.1. Januari 2018
- Rahajuni, D. & Gunawati, E.S 2009. "*Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Partisipasi Masyarakat Terhadap Pembangunan Di Kabupaten Banyumas*". Fakultas Ekonomi Universitas Jenderal Soedirman. Vol.4, No.1.
- Rosseto, R. et al., 2017. "*Integrating free and open source tools and distributed modelling codes in GIS environment for data-based groundwater management*". **Environmental Modelling & Software** 107. 210-230.
- Siska, P.P. & Hung, I.K. 2001. "*Assesment of Kriging Accuracy in the GIS Environment*".[https://www.researchgate.net/publication/228921212\\_Assessment\\_of\\_kriging\\_accuracy\\_in\\_the\\_GIS\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/228921212_Assessment_of_kriging_accuracy_in_the_GIS_environment) (12 Maret 2019)
- Usmar, H., Hakin, R. T., 2006. *Laporan Tugas Akhir Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keperluan Air Baku Industri di Wilayah Kota Semarang Bawah*.
- Widiawaty, M.A., Dede. M., dan Ismail, A., 2018. "*Kajian Komparatif Pemodelan Air Tanah Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Desa Kayuambon, Kabupaten Bandung Barat*". **Gea. Jurnal Pendidikan Geografi**. Vol 18. No.1. April 2018