



Analisis Pola Aliran dan Muka Air Tanah di Irigasi Bili-Bili Menggunakan Surfer 25

Nurnawaty¹, Nur Isra^{2*}, Amrullah Mansida³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

*Email : irasabrian@gmail.com

Abstract: Groundwater is essential for supporting irrigation activities and agricultural sustainability. The presence of secondary irrigation canals can influence groundwater flow patterns and groundwater level conditions in the surrounding areas. This study aims to analyze the groundwater flow pattern and changes in groundwater table elevation around the secondary canal in the Bili-Bili Irrigation Area, Gowa Regency, South Sulawesi. The research used a quantitative descriptive method through field observations and groundwater measurements at several observation points. The collected data included coordinates, land elevation, and groundwater depth, which were analyzed using Surfer 25 software to generate contour maps and determine groundwater flow directions. The results showed that groundwater flow patterns initially spread irregularly, but later became more directed toward the secondary canal, indicating that the canal functions as a groundwater discharge zone. Groundwater table elevation changes ranged from 34 cm to 44.9 cm between upstream and downstream areas. These findings indicate that hydraulic gradients and topographic conditions affect groundwater movement around irrigation channels.

Keywords: Groundwater flow, Groundwater table, Secondary canal, Irrigation area, Surfer 25

1. PENDAHULUAN

Aliran air tanah (*groundwater flow*) merupakan pergerakan air di bawah permukaan tanah yang terjadi akibat adanya perbedaan gradien hidrolis dari elevasi tinggi menuju elevasi yang lebih rendah. Pergerakan ini dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, permeabilitas, porositas, kondisi topografi, serta interaksi antara air tanah dan badan air permukaan (Hendrayana dkk., 2020). Dalam sistem irigasi, pola aliran air tanah menjadi aspek penting karena memengaruhi distribusi air, kehilangan air melalui rembesan, serta ketersediaan air bagi lahan pertanian. Pemahaman mengenai pola aliran air tanah diperlukan untuk mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan mencegah terjadinya penurunan muka air tanah secara terus-menerus (Aboueshagh dkk., 2021).

Muka air tanah (*groundwater table*) adalah batas antara zona jenuh air dan zona tidak jenuh di bawah permukaan tanah. Elevasi muka air tanah dapat berubah akibat curah hujan, infiltrasi, pemompaan, kondisi topografi, dan aktivitas irigasi (Ardana dkk., 2023). Perubahan muka air tanah sangat penting untuk dianalisis karena berhubungan langsung dengan arah aliran air tanah dan ketersediaan air bagi tanaman. Penurunan muka air tanah yang berlebihan dapat menyebabkan kekeringan lahan, sedangkan kenaikan muka air tanah dapat memicu genangan pada area pertanian. Oleh karena

itu, pemantauan muka air tanah diperlukan untuk mengetahui dinamika hidrologi pada suatu daerah irigasi (Liu dkk., 2020).

Saluran sekunder (*secondary canal*) merupakan bagian dari jaringan irigasi yang berfungsi menyalurkan air dari saluran primer menuju saluran tersier atau langsung ke area pertanian. Keberadaan saluran sekunder sangat penting dalam menjaga kontinuitas distribusi air irigasi agar kebutuhan air tanaman dapat terpenuhi secara optimal (Sari dkk., 2020). Selain berfungsi sebagai penyalur air, saluran sekunder juga berpengaruh terhadap kondisi hidrologi di sekitarnya. Interaksi antara air di dalam saluran dengan lapisan tanah di sekitarnya dapat menyebabkan proses infiltrasi maupun rembesan yang memengaruhi dinamika air tanah lokal. Oleh karena itu, analisis terhadap pengaruh saluran sekunder terhadap perubahan pola aliran air tanah penting dilakukan untuk mendukung efisiensi pengelolaan sistem irigasi dan konservasi sumber daya air di kawasan pertanian (Nobaharan dkk., 2021).

Daerah irigasi merupakan suatu wilayah yang memperoleh suplai air melalui jaringan irigasi untuk menunjang kegiatan pertanian. Keberadaan saluran irigasi, khususnya saluran sekunder, memiliki pengaruh terhadap kondisi air tanah di sekitarnya karena dapat berfungsi sebagai sumber imbuhan (*recharge*) maupun pelepasan (*discharge*) air tanah (Chidambaram dkk., 2022). Daerah Irigasi Bili-Bili di Kabupaten Gowa merupakan salah satu kawasan irigasi penting di Sulawesi Selatan yang mendukung kebutuhan air pertanian masyarakat. Intensitas penggunaan air pada daerah irigasi dapat memengaruhi dinamika muka air tanah sehingga diperlukan kajian mengenai pola aliran dan perubahan muka air tanah di sekitar saluran irigasi untuk mendukung pengelolaan air yang lebih efektif dan berkelanjutan (BPS, 2024).

Surfer 25 merupakan perangkat lunak pemetaan dan analisis spasial yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi dan hidrogeologi untuk memvisualisasikan data elevasi, kontur, dan arah aliran air tanah. Perangkat lunak ini mampu mengolah data koordinat dan elevasi menjadi peta kontur tiga dimensi sehingga memudahkan interpretasi pola aliran air tanah berdasarkan gradien hidrolik (Afasedanya dkk., 2025). Penggunaan Surfer 25 dalam penelitian air tanah dinilai efektif karena dapat menghasilkan visualisasi spasial yang lebih akurat dan informatif. Selain itu, Surfer juga sering digunakan dalam analisis akuifer, pemetaan muka air tanah, dan identifikasi daerah *recharge* serta *discharge* (Haromain dkk., 2024).

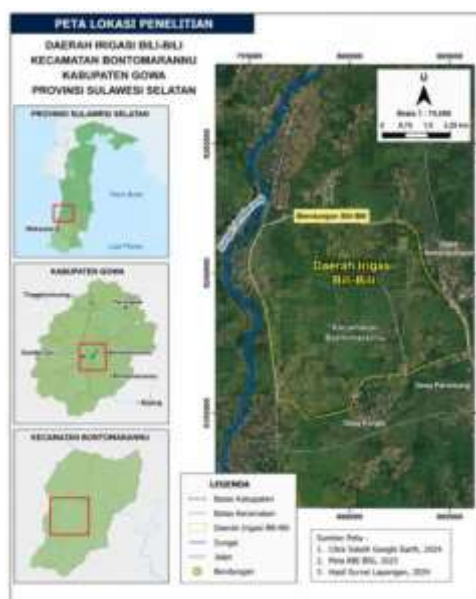
Penelitian mengenai pola aliran air tanah telah banyak dilakukan sebelumnya. Saat pemetaan pola aliran air tanah berdasarkan kualitas mikrobiologi di Kota Malang dan menunjukkan bahwa kontur muka air tanah dapat digunakan untuk menentukan arah aliran serta potensi penyebaran pencemaran air tanah (Permata dkk., 2021). Peneliti lain menemukan bahwa arah aliran air tanah cenderung menuju saluran ketika muka air saluran lebih rendah dibanding muka air tanah lahan (Arianto dkk., 2023). Selain itu dengan aplikasi Surfer dalam investigasi cadangan air tanah untuk irigasi dan menunjukkan bahwa analisis spasial berbasis kontur mampu membantu identifikasi karakteristik akuifer secara efektif (Chikabvumbwa dkk., 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu, kajian mengenai pola aliran dan perubahan muka air tanah di sekitar saluran sekunder pada daerah irigasi masih terbatas, khususnya pada Daerah Irigasi Bili-Bili. Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada pemetaan muka air tanah atau analisis aliran air tanah secara umum tanpa membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pemasangan pipa uji menggunakan visualisasi spasial. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) pada analisis pola aliran dan perubahan muka air tanah menggunakan Surfer 25 melalui pendekatan pemetaan kontur dan arah aliran air tanah secara spasial di sekitar saluran sekunder Daerah Irigasi Bili-Bili. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola aliran dan perubahan muka air tanah di sekitar saluran sekunder pada Daerah Irigasi Bili-Bili menggunakan Surfer 25.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasi lapangan untuk menganalisis pola aliran dan perubahan muka air tanah di sekitar saluran sekunder pada Daerah Irigasi Bili-Bili. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian memanfaatkan data hasil pengukuran langsung berupa koordinat titik pengamatan, elevasi lahan, dan kedalaman muka air tanah yang kemudian dianalisis secara spasial (Trimalino dkk., 2024).

Penelitian dilaksanakan pada Daerah Irigasi Bili-Bili yang terletak di Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian dipilih karena daerah tersebut merupakan kawasan irigasi aktif yang memiliki jaringan saluran sekunder dan memanfaatkan air tanah untuk mendukung kegiatan pertanian. Pengamatan dilakukan pada beberapa titik di sekitar saluran sekunder dengan mempertimbangkan kondisi topografi dan distribusi lahan pertanian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan dan pengambilan data sekunder dari instansi terkait. Data primer diperoleh melalui pemasangan pipa uji (*test pipe*) pada beberapa titik pengamatan di sekitar saluran sekunder. Pengukuran dilakukan menggunakan GPS Geo 7X untuk memperoleh koordinat titik pengamatan dan elevasi permukaan tanah, sedangkan pengukuran kedalaman muka air tanah dilakukan menggunakan mistar ukur.

Data primer yang dikumpulkan meliputi:

- a. Koordinat titik pengamatan (X dan Y),
- b. Elevasi permukaan tanah,
- c. Kedalaman muka air tanah,
- d. Jarak antar titik pengamatan,
- e. Kondisi saluran sekunder.

Selain data primer, penelitian juga menggunakan data sekunder berupa:

- a. Data kondisi daerah irigasi
- b. Data hidrologi
- c. Data karakteristik tanah
- d. Serta referensi pendukung dari jurnal dan instansi terkait

Data hasil pengukuran lapangan berupa koordinat titik pengamatan, elevasi permukaan tanah, dan kedalaman muka air tanah dianalisis secara spasial menggunakan perangkat lunak Surfer 25. Data tersebut diinput ke dalam perangkat lunak untuk menghasilkan peta kontur muka air tanah melalui proses interpolasi dan gridding. Selanjutnya, arah pola aliran air tanah ditentukan berdasarkan perbedaan elevasi muka air tanah atau gradien hidrolik, di mana aliran bergerak dari elevasi yang lebih tinggi menuju elevasi yang lebih rendah. Hasil analisis kemudian divisualisasikan dalam bentuk kontur dan arah aliran untuk mengetahui pengaruh saluran sekunder terhadap perubahan pola aliran dan muka air tanah di daerah penelitian.

Analisis aliran air tanah pada penelitian ini menggunakan konsep gradien hidrolik dan Hukum Darcy. Gradien hidrolik digunakan untuk mengetahui arah dan besar kemiringan aliran air tanah berdasarkan perbedaan elevasi muka air tanah antar titik pengamatan (Fetter dkk., 2018).

Rumus gradien hidrolik adalah:

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

Berdasarkan rumus di atas maka diketahui bahwa i adalah gradien hidrolik, Δh adalah perbedaan tinggi muka air tanah dengan satuan m, serta L adalah jarak antar titik pengamatan dengan satuan m.

Selain itu, analisis aliran air tanah juga mengacu pada Hukum Darcy yang menyatakan bahwa debit aliran air tanah dipengaruhi oleh permeabilitas tanah, luas penampang aliran, dan gradien hidrolik (Todd dkk., 2005).

Rumus Hukum Darcy adalah:

$$Q = KIA$$

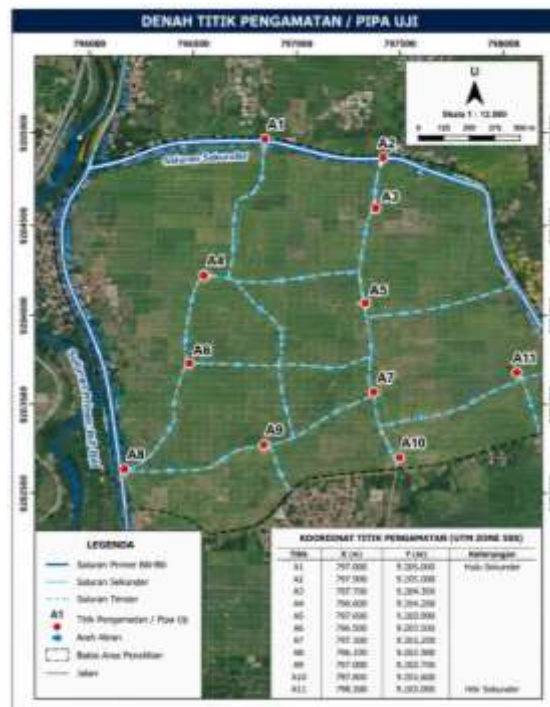
Berdasarkan rumus di atas maka diketahui bahwa Q adalah debit aliran air tanah dengan satuan m^3/s , K adalah koefisien permeabilitas tanah dengan satuan m/s , I adalah gradien hidrolik dan A adalah luas penampang aliran (m^2).

Konsep tersebut digunakan untuk menjelaskan hubungan antara perbedaan elevasi muka air tanah dengan arah serta pola aliran air tanah di sekitar saluran sekunder pada daerah irigasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di sekitar saluran sekunder Daerah Irigasi Bili-Bili, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Area penelitian didominasi oleh lahan pertanian dengan kondisi topografi yang bervariasi, sehingga memengaruhi arah aliran air tanah di sekitar saluran irigasi. Pengamatan dilakukan pada beberapa titik yang telah dipasang pipa uji (test pipe) untuk mengetahui perubahan muka air tanah dan pola aliran air tanah berdasarkan kondisi elevasi lahan.



Gambar 2. Sebaran Titik Pengamatan dan Pipa Uji

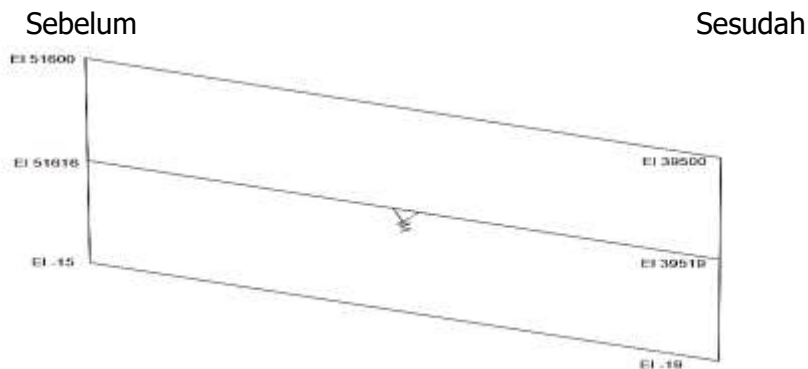
3.2 Data Koordinat dan Elevasi Titik Pengamatan

Tabel 1. Data Koordinat dan Elevasi Titik Pengamatan Bagian A1-A11

No	Bujur	Lintang	Air Tanah dalam Pipa (cm)	Kedalaman Air Tanah (cm)	Elevasi Tanah (mdpl)
A1	109279711	-7.316020	51616	-16	51600
A2	109280681	-7.317540	50516	-16	50500
A3	109281969	-7.319320	48816,7	-16,7	48800
A4	109283111	-7.320810	47417	-17	47400
A5	109283889	-7.321890	46417,6	-17,6	46400
A6	109284989	-7.323410	45417,9	-17,9	45400
A7	109286161	-7.324940	43918	-18	43900
A8	109287089	-7.326390	43518,7	-18,2	43500
A9	109288219	-7.327750	42018,7	-18,7	42000
A10	109289161	-7.329140	41118,8	-18,8	41100
A11	109290189	-7.330620	39519	-19	39500

Pengukuran titik pengamatan dilakukan menggunakan GPS Geo 7X untuk memperoleh data koordinat dan elevasi tanah. Data tersebut digunakan sebagai dasar pemetaan kontur muka air tanah menggunakan Surfer 25. Hasil pengukuran menunjukkan variasi elevasi yang memengaruhi arah aliran air tanah.

3.3 Analisis Perubahan Muka Air Tanah



Gambar 3. Elevasi Muka Air Sebelum Dan Sesudah Pipa Uji

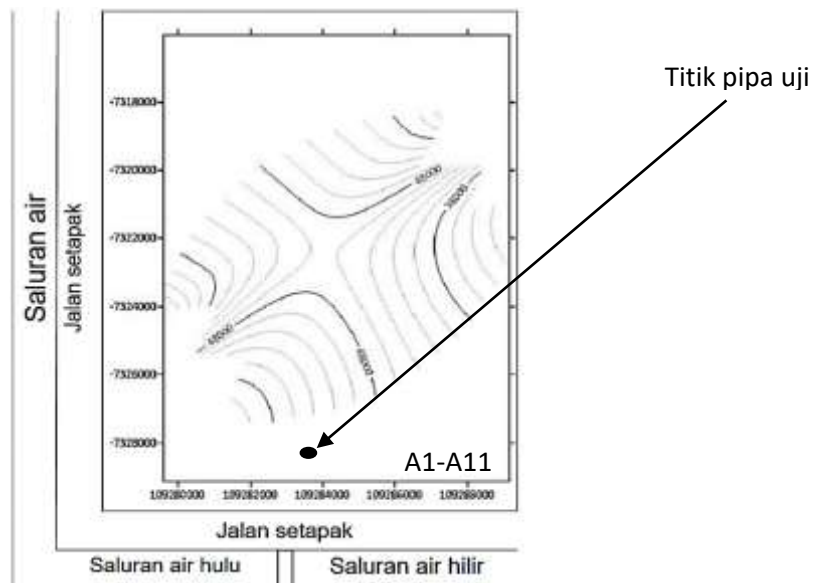
Hasil pengukuran menunjukkan adanya perubahan muka air tanah antara bagian hulu dan hilir saluran sekunder. Nilai muka air tanah di bagian hulu tercatat sebesar -83,3 cm, sedangkan pada bagian hilir sebesar -128,2 cm. Perbedaan tinggi muka air tanah sebesar 44,9 cm menunjukkan adanya gradien hidrolik yang menyebabkan aliran air tanah bergerak menuju elevasi yang lebih rendah.

Perubahan muka air tanah dipengaruhi oleh topografi dan keberadaan saluran sekunder sebagai daerah pelepasan (*discharge area*). Semakin besar perbedaan

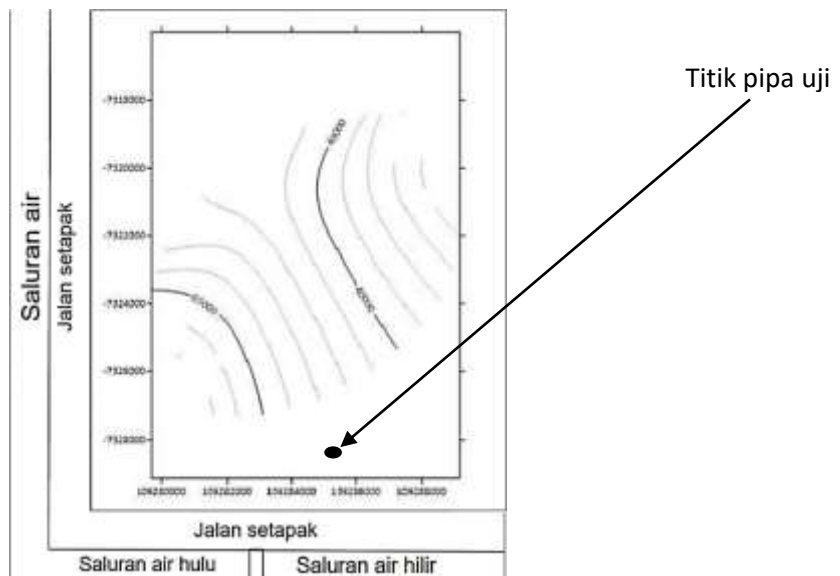
elevasi muka air tanah, maka aliran air tanah semakin cenderung bergerak menuju saluran. Pengukuran koordinat dilakukan menggunakan GPS untuk memperoleh data lintang, bujur, dan elevasi yang kemudian dikonversi ke sistem koordinat UTM berdasarkan WGS.

3.4 Analisis Peta Kontur Muka Air Tanah

Peta kontur muka air tanah dibuat menggunakan Surfer 25 berdasarkan data elevasi dan kedalaman muka air tanah. Sebelum pemasangan pipa uji, pola aliran masih menyebar, sedangkan setelah pemasangan pipa uji aliran cenderung menuju saluran sekunder di bagian tenggara area penelitian.



Gambar 4. Peta Kontur Sebelum Pipa Uji

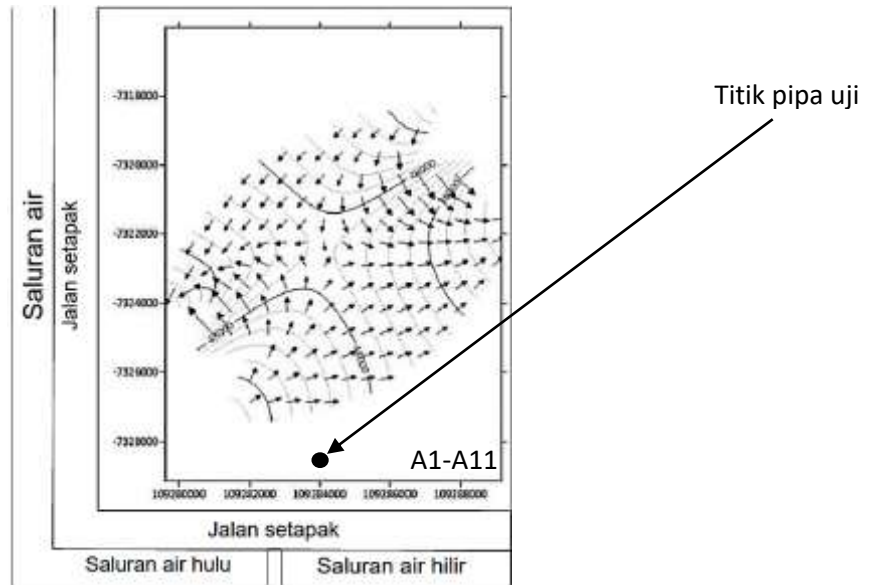


Gambar 5. Peta Kontur Sesudah Pipa Uji

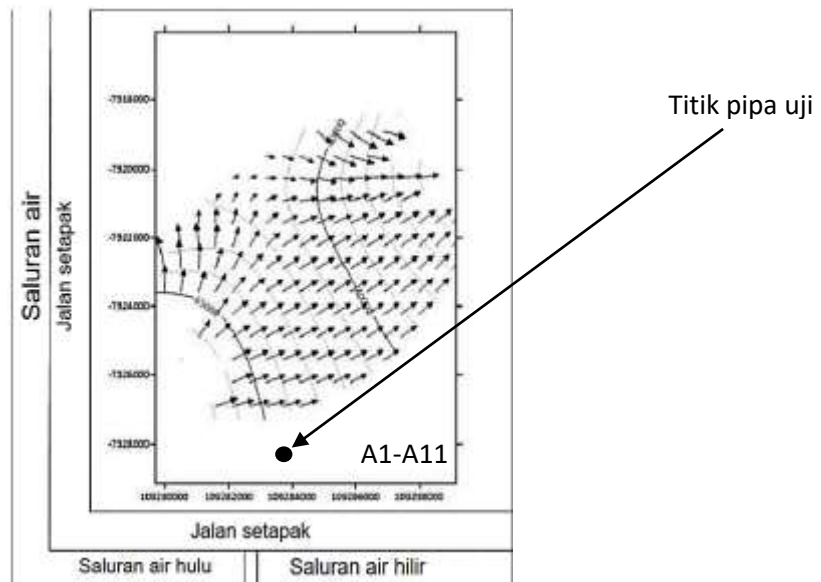
Garis kontur yang rapat menunjukkan gradien hidrolik yang lebih besar sehingga kecepatan aliran air tanah cenderung lebih tinggi. Sebaliknya, garis kontur yang renggang menunjukkan gradien hidrolik yang lebih kecil dan aliran yang relatif lambat. Hasil ini menunjukkan bahwa topografi lahan dan keberadaan saluran sekunder berpengaruh terhadap dinamika aliran air tanah di sekitar area irigasi.

3.5 Analisis Pola Aliran Air Tanah

Pola Aliran Air Tanah A1-A11



Gambar 6. Pola Aliran Air Tanah Sebelum Pipa Uji



Gambar 7. Pola Aliran Air Tanah Sesudah Pipa Uji

Hasil analisis pola aliran air tanah menunjukkan bahwa arah aliran bergerak dari daerah dengan elevasi muka air tanah lebih tinggi menuju elevasi yang lebih rendah

mengikuti gradien hidrolik. Pada bagian hulu saluran sekunder, pola aliran cenderung menyebar (*divergen*) yang menunjukkan daerah imbuhan (*recharge area*). Sementara itu, pada bagian tengah dan hilir saluran, pola aliran mulai mengarah menuju saluran sekunder sehingga menunjukkan karakteristik daerah pelepasan (*discharge area*).

Keberadaan saluran sekunder memengaruhi arah pergerakan air tanah karena saluran berfungsi sebagai titik pelepasan air tanah pada area dengan elevasi lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa saluran sekunder dapat mempercepat pelepasan air tanah dari lahan pertanian menuju saluran irigasi.

3.6 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis, pola aliran air tanah di sekitar saluran sekunder dipengaruhi oleh gradien hidrolik, elevasi topografi, dan kondisi saluran irigasi. Perbedaan muka air tanah antara hulu dan hilir menyebabkan air tanah bergerak menuju saluran sekunder yang berfungsi sebagai daerah pelepasan air tanah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Arianto dkk (2023) yang menyatakan bahwa arah aliran air tanah cenderung mengikuti perbedaan elevasi muka air tanah dan kondisi saluran di sekitarnya.

Penggunaan Surfer 25 pada penelitian ini membantu dalam visualisasi pola kontur dan arah aliran air tanah secara spasial sehingga memudahkan interpretasi hubungan antara kondisi topografi dan dinamika air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan muka air tanah yang cukup signifikan dapat menyebabkan kehilangan air tanah secara terus-menerus apabila tidak dilakukan pengelolaan sistem irigasi yang baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pola aliran air tanah di sekitar saluran sekunder Daerah Irigasi Bili-Bili bergerak dari elevasi yang lebih tinggi menuju elevasi yang lebih rendah mengikuti gradien hidrolik. Perubahan muka air tanah antara bagian hulu dan hilir menunjukkan adanya pengaruh topografi dan keberadaan saluran sekunder sebagai daerah pelepasan (*discharge area*). Penggunaan Surfer 25 mampu memvisualisasikan pola aliran dan perubahan muka air tanah secara spasial sehingga memudahkan interpretasi kondisi hidrogeologi pada area penelitian.

REFERENSI

- Aboueshagh, H. V., Tsai, F. T. C., Bhatta, D. & Krishna P. Paudel, K. P. (2021). Irrigation-Intensive Groundwater Modeling of Complex Aquifer Systems Through Integration of Big Geological Data. *Front. Water*, 3(623476), 1-16.
- Afasedanya, M., Item, R. & Wutwensah, G. (2025). Kajian Pola Sebaran Air Tanah Pada Daerah Sekitar Kampus I Politeknik Amamapare Timika Dengan Menggunakan Software Surfer 13. *Jurnal Teknik AMATA*, 6(1), 57-60.

- Ardana, P. D. H., Diasa, I. W., & Aisyah, S. (2023). Kajian Fluktuasi Muka Air Tanah dan Kualitas Air Tanah Dangkal Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Denpasar Utara Kota Denpasar. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, 6(1), 21-36.
- Arianto, Y., Yupi, H. M., Saputra, R. H., Teknik, F., Raya, U. P., & Raya, K. P. (2023). Analisis Pola Aliran Air Tanah Di Sekitar Saluran Pembuang Pada Lahan Gambut Tropis Dengan Fungsi Lahan Pertanian. *Basement: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 114–122.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Kabupaten Gowa Dalam Angka 2024. Kabupaten Maros: Badan Pusat Statistik.
- Chidambaram S., Prasanna M.V., Venkatramanan S., Nepolian M., Pradeep K., Banajarani Panda, Thivya C. & Thilagavathi R. (2022). Groundwater quality assessment for irrigation by adopting new suitability plot and spatial analysis based on fuzzy logic technique. *Environmental Research*, 204(A).
- Chikabvumbwa, S. R., Sibale, D., Marne, R., Chisale, S. W., & Chisanu, L. (2021). Geophysical investigation of dambo groundwater reserves as sustainable irrigation water sources: case of Linthipe sub-basin. *Heliyon*, 7(11).
- Fetter, C. W. & Kremer, D. (2018). *Applied Hydrogeology*. Illinois: Waveland Press.
- Haromain, S. A., Yuliani, E., Andawayanti, U., Imai, T. & Aliyah, F. S. (2024). Interaction between Ground Water and Surface Water in Porong River, Sidoarjo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 15(1), 22-36.
- 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.
- Liu, W., Park, S., Bailey, R.T., Navarro, E. M., Andersen, H. E., Thodsen, H., Nielsen A., Jeppesen, E., Jensen, J. S., Jensen J. B. & Trolle, D. (2020). Quantifying the streamflow response to groundwater abstractions for irrigation or drinking water at catchment scale using SWAT and SWAT–MODFLOW. *Environ Sci Eur*, 32(113), 1-25.
- Nobaharan, K., Bagheri Novair, S., Asgari Lajayer, B., & van Hullebusch, E. D. (2021). Phosphorus Removal from Wastewater: The Potential Use of Biochar and the Key Controlling Factors. *Water*, 13(4), 1-20.
- Purwanto, H. S., Sugiarto, B., & Fatchurohman, D. (2020). Optimisasi Pemompaan dan Penyaringan Air Bawah Tanah dari Goa Tuk Sarining Kembang untuk Memenuhi Kebutuhan Air bagi Warga Desa Gebang dan Sekitarnya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* (pp. 14 - 15).

- Sari, K. & Sulaeman, B. (2020). Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Jaringan Sekunder Di Kota Palopo. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 5(2), 82-90.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Trimalino, T., Virlayani, A. & Gaffar, F. (2024). Evaluasi Kinerja Saluran Sekunder Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Kampili Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa). *Jurnal Karajata Engineering*, 4(2), 151-160.