

# ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KUALITAS FISIK AIR TANAH DI KOTA SURAKARTA (STUDI KASUS KECAMATAN BANJARSARI)

Haydar Ally<sup>1</sup>, Alvina Novelinda Kusuma<sup>2</sup>, Anggi Dwiki<sup>3</sup>, Ceciliana Charsyah<sup>4</sup>, Chandra Digta<sup>5</sup>, Distayana Alda Gestan<sup>6</sup>, Farah Meilani<sup>7</sup>, Jasmine Aisyah Zahra<sup>8</sup>, Lunetta Khalis Alfiah<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta, Central Java, Indonesia. Tel./Fax. +62-271-663375, \*email: haydar.ally11@student.uns.ac.id

## Abstrak

Kecamatan Banjarsari merupakan salah satu kecamatan di Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia dengan penduduk mencapai 168.873 jiwa pada tahun 2021. Kecamatan Banjarsari menjadi peringkat ketiga dengan penduduk terbanyak di Kota Surakarta. meningkatnya jumlah penduduk maka semakin banyak permintaan kebutuhan air tanah. Kebutuhan air yang terus meningkat dan tidak diimbangi dengan ketersediaan air dapat memicu konflik. Penurunan kuantitas diikuti oleh penurunan kualitas air tanah, berdampak pada fungsi air tanah yang tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Identifikasi kualitas fisik dan kuantitas air tanah dapat menggunakan bantuan Sistem Informasi Lingkungan (SIL). Penyusunan peta merupakan bentuk penyajian basis data lingkungan yang bermanfaat dalam pengambilan kebijakan terhadap pembangunan. Penelitian ini dilakukan pada Kecamatan Banjarsari. Metode pengumpulan data dilakukan secara observasi secara langsung, wawancara pihak terkait, pengambilan dan uji sampel. Data sekunder digunakan studi literatur yang dapat mendukung penelitian dan dilakukan pencarian data kepada pihak terkait diantaranya yaitu, Dinas Lingkungan Hidup (DLH), dan kelurahan yang berada pada Kecamatan Banjarsari. Analisis data pemetaan D3TLH dengan tahapan awal pemetaan yaitu pembuatan peta status air tanah dari setiap kelurahan yang diteliti. Analisis ketersediaan air dan kebutuhan akan air yang ditekankan pada daya dukung dan daya tampung air yang belum terlampaui atau telah terlampaui. kebutuhan air total di Kecamatan Banjarsari yaitu 20.498.209 m<sup>3</sup>/tahun. Kualitas air tanah dari 15 kecamatan, 4 kecamatan memiliki kualitas air berbahaya bagi kesehatan. 11 kecamatan sisanya tergolong air bersih. *supply-demand* air tanah di Kecamatan Banjarsari tergolong surplus. Hal tersebut mengartikan bahwa kebutuhan air di Kecamatan Banjarsari terpenuhi dari beberapa peruntukkan kebutuhan yaitu peruntukkan untuk kebutuhan domestik dan kegiatan ekonomi.

**Kata Kunci:** Air Tanah, Ketersediaan, Kualitas, SIG, Supply Demand.

## PENDAHULUAN

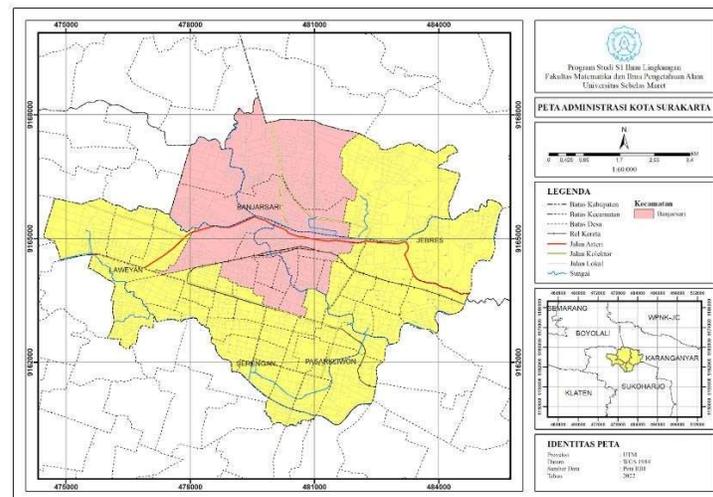
Kecamatan Banjarsari merupakan salah satu kecamatan di Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia dengan penduduk mencapai 168.873 jiwa pada tahun 2021. Dengan angka tersebut Kecamatan Banjarsari menjadi peringkat ketiga dengan penduduk terbanyak di Kota Surakarta berdasarkan kecamatan di Kota Surakarta. Menurut Badan Pusat Statistika Kota Surakarta kepadatan penduduk per km di Kecamatan Banjarsari mencapai 11.069,13 dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,06 % pada tahun 2021. Semakin meningkat jumlah penduduk maka semakin banyak permintaan kebutuhan akan air tanah. Hal tersebut dapat menciptakan tantangan yang signifikan terhadap sumber daya dan lingkungan, terutama sumber daya air (Zhao *et al.*, 2021). Menurut Permana (2019) air tanah menjadi sumber utama sebagai cadangan air untuk kebutuhan manusia pada siklus hidrostatik. Air tanah adalah sumber daya yang sangat penting di daerah kering dan semi-kering di mana air permukaan dan curah hujan terbatas seperti di beberapa daerah di Indonesia (Li *et al.*, 2021). Pertumbuhan jumlah penduduk yang meningkat berdampak pada peningkatan aktivitas penduduk dan alih fungsi lahan. Apabila peningkatan aktivitas penduduk tersebut tidak disertai dengan peningkatan pada sanitasi lingkungan secara baik maka pencemaran dapat terjadi, termasuk pencemaran pada air. Penurunan kualitas air tanah berdampak pada fungsi air tanah yang tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai penunjang kehidupan makhluk hidup. Hal ini juga berdampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup yang mengkonsumsinya terutama kepada kesehatan manusia (Febriarta dan Widyastuti, 2020). Hingga sekarang angka penyakit dan kematian semakin meningkat terutama pada penyakit diare dan penyakit kulit (Widiyanti, 2019). Selain kualitas, permasalahan air tanah juga terkait dengan kuantitasnya. Terbatasnya kuantitas air tanah yang layak dikonsumsi sangat dipengaruhi oleh batas kebutuhan dasar manusia atau makhluk hidup atau dikenal dengan kadar baku mutu. Kebutuhan akan air yang terus meningkat dan tidak diimbangi dengan ketersediaan air dapat memicu

konflik. Pada penelitian oleh Adimalla *et al* (2020) persentase penggunaan air tanah secara global adalah sebanyak 65% dimanfaatkan untuk keperluan minum, 20% dimanfaatkan untuk peternakan dan irigasi, dan 15% dimanfaatkan untuk kegiatan industri dan pertambangan, serta sekitar sepertiga dari populasi manusia hanya bergantung pada air tanah guna keperluan konsumsi. Pemanfaatan air tanah diharuskan sesuai dengan konsep yang berwawasan lingkungan kelestarian air tanah untuk mewujudkan keseimbangan lingkungan (Putranto *et al.*, 2019). Jika pemanfaatan air tanah tidak berwawasan kelestarian lingkungan maka akan terjadi penipisan air tanah, yang mengakibatkan kemampuan sumber daya air tanah untuk mendukung pembangunan ekonomi daerah berkurang (Gao *et al.*, 2020). Identifikasi kualitas fisik dan kuantitas air tanah dapat menggunakan bantuan Sistem Informasi Lingkungan (SIL). Sistem Informasi Lingkungan memiliki banyak fungsi dan manfaat dalam memberikan data-data informasi terkait lingkungan seperti pada kondisi dan kualitas lingkungan hidup suatu wilayah, kerawanan suatu lingkungan, sumber daya alam lingkungan serta penggunaannya, dan sebagainya. Pemanfaatan dari Sistem Informasi Lingkungan yang dapat memberikan kemudahan aksesibilitas terhadap data-data terkait lingkungan dapat menjadi pedoman dan acuan dalam pengelolaan lingkungan dari berbagai pihak mulai dari sektor pemerintah hingga masyarakat yang mana sangat dibutuhkan dalam mendukung kelestarian lingkungan yang berkelanjutan (Wahyuni dkk, 2018). Dalam perkembangannya, Sistem Informasi Lingkungan telah berkontribusi besar dalam berbagai representasi digital terkait lingkungan hidup, seperti pada penyusunan peta terkait lingkungan (Wang *et al.*, 2019). Penyusunan peta merupakan salah satu bentuk penyajian basis data lingkungan sebagai komponen lingkungan yang memiliki format dan skala seragam yang bermanfaat dalam pengambilan kebijakan terhadap pembangunan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Banjarsari yang terletak di Kota Surakarta, Jawa Tengah. Secara geografis Kecamatan Banjarsari pada koordinat  $7^{\circ}32'50.5''S$   $110^{\circ}49'01.9''E$ . Waktu penelitian dilakukan pada jangka waktu kurang lebih 49 hari yang dimulai pada 8 Oktober 2022 hingga 25 November 2022. Dengan rincian proses penelitian yaitu tanggal 8 Oktober 2022 untuk penentuan judul, pada tanggal 9-12 Oktober 2022 untuk pembuatan kuesioner, pada tanggal 13 Oktober 2022 hingga 16 Oktober 2022 penyebaran kuesioner, pada tanggal 3 - 4 November 2022 dilakukan pengambilan sampel, uji sampel, dan wawancara, pada tanggal 4 - 5 November 2022 dilakukan analisis data.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian Analisis Ketersediaan dan Kualitas Fisik Air Tanah di Kota Surakarta (Studi Kasus Kecamatan Banjarsari)

### Cara Kerja Penelitian

#### Persiapan

Pada tahap awal penelitian dilakukan dengan menentukan lokasi penelitian secara umum, studi pustaka, dan studi terkait penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan seperti persiapan alat, bahan dan surat perizinan resmi.

*Pengumpulan data*

Pengumpulan data primer diperoleh melalui observasi secara langsung ke titik-titik lokasi yang telah ditentukan, wawancara kepada pihak terkait diantaranya yaitu wawancara kepada warga yang bertempat tinggal di lokasi penelitian, pengambilan sampel, dan uji sampel. Untuk data sekunder yaitu digunakan studi literatur yang dapat mendukung penelitian dan dilakukan pencarian data kepada pihak yang terkait diantaranya yaitu, Dinas Lingkungan Hidup (DLH), Kecamatan Banjarsari, dan jajarannya yang ada di Kecamatan Banjarsari diantaranya yaitu Kelurahan Timuran, Kelurahan Keprabon, Kelurahan Ketelan, Kelurahan Punggawan, Kelurahan Kestalan, Kelurahan Setabelan, Kelurahan Gilingan, Kelurahan Nusukan, Kelurahan Kadipiro, Kelurahan Banyuanyar, Kelurahan Sumber, Kelurahan Manahan, Kelurahan Mangkubumen, Kelurahan Banjarsari, dan Kelurahan Joglo.

*Wawancara dan penyebaran kuesioner*

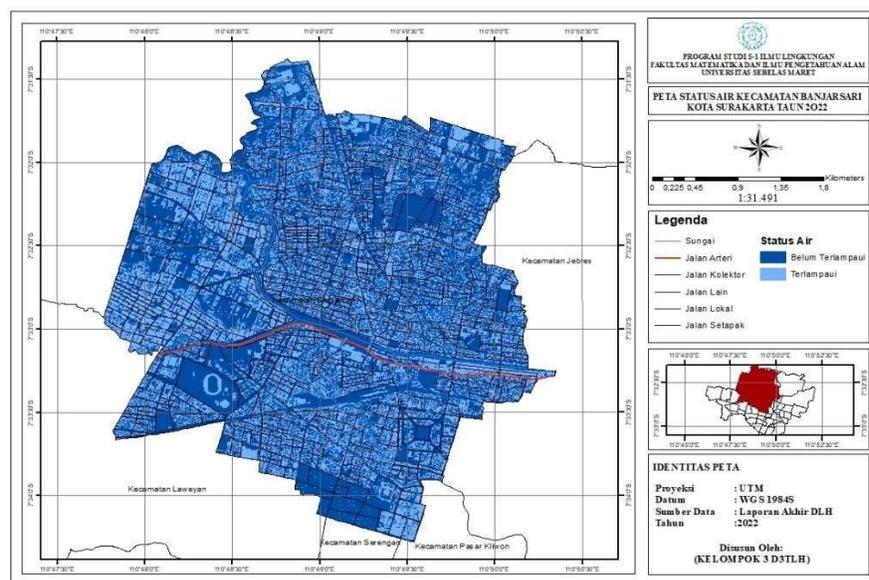
Wawancara dan penyebaran kuesioner dilakukan kepada masyarakat di yang bertempat tinggal di masing-masing kelurahan yang berada di Kecamatan Banjarsari sebagai data pendukung dari observasi dan penelitian yang dilakukan pada tanggal 3 - 4 November 2022. Metode yang dilakukan dalam wawancara adalah metode indepth interview. Penyebaran kuesioner dilakukan melalui sosial media. Hasil wawancara dan kuesioner kemudian diolah dan dianalisis kesesuaiannya dengan data-data yang lain.

**Analisis Data**

Analisis data pemetaan D3TLH dengan tahapan awal pemetaan dilakukan dengan pembuatan peta status air tanah dari setiap kelurahan dari kecamatan yang diteliti. Pemetaan dilakukan dengan penggunaan data administrasi Kota Surakarta dan data status air yang didapatkan dari informasi kinerja jasa lingkungan hidup penyedia air dan pengatur air. Dari pemetaan didapatkan dua status pembagian berdasarkan wilayah yang terlampaui dan tidak terlampaui akan ketersediaan air. Secara umum data yang dibutuhkan dalam pemetaan merupakan data spasial dan nonspasial (Kusumaningrum et al., 2022). Metodologi perhitungan dan pengukuran daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup meliputi pendekatan kemampuan dan ketersediaan sumber daya alam, pendekatan kemampuan kapasitas biologi wilayah untuk memproduksi sumber daya dan menyerap limbahnya, pendekatan kemampuan layanan ekosistem, dan pendekatan lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Identifikasi status daya dukung air pada tiap kelurahan dilakukan berdasar data sekunder disertai identifikasi hasil wawancara mengenai kuantitas. Analisis ketersediaan air dan kebutuhan akan air yang ditekankan pada daya dukung dan daya tampung air yang belum terlampaui atau telah terlampaui.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Ketersediaan Air di Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta**



**Gambar 2.** Peta Status Air di Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta tahun 2022

**Tabel 1. Ketersediaan air Kecamatan Banjarsari**  
**Kecamatan Ketersedian Air data RPSDA tahun 2015**  
**(m<sup>3</sup>/tahun)**

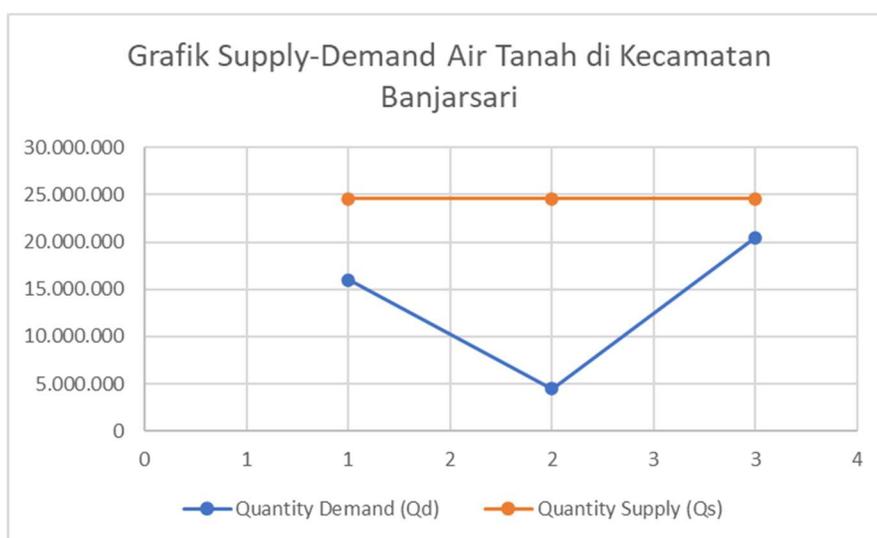
<b>Banjarsari</b>	24.603.887
-------------------	------------

(Sumber: Laporan Akhir Daya Dukung dan Daya Tampung Kota Surakarta 2022)

**Tabel 2. Kebutuhan air Kecamatan Banjarsari**

<b>Kecamatan</b>	<b>Jumlah Penduduk</b>	<b>Kebutuhan air domestik (m<sup>3</sup>/tahun)</b>	<b>Kebutuhan air kegiatan ekonomi (m<sup>3</sup>/tahun)</b>	<b>Kebutuhan total (m<sup>3</sup>/tahun)</b>
<b>Banjarsari</b>	185.416	16.019.942	4.478.266	20.498.209

(Sumber: Laporan Akhir Daya Dukung dan Daya Tampung Kota Surakarta 2022)



**Grafik 1. Grafik Supply-Demand Air Tanah di Kecamatan Banjarsari**

**Tabel 3. Status air Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta**

**Luas Area Status Air (m<sup>2</sup>)**

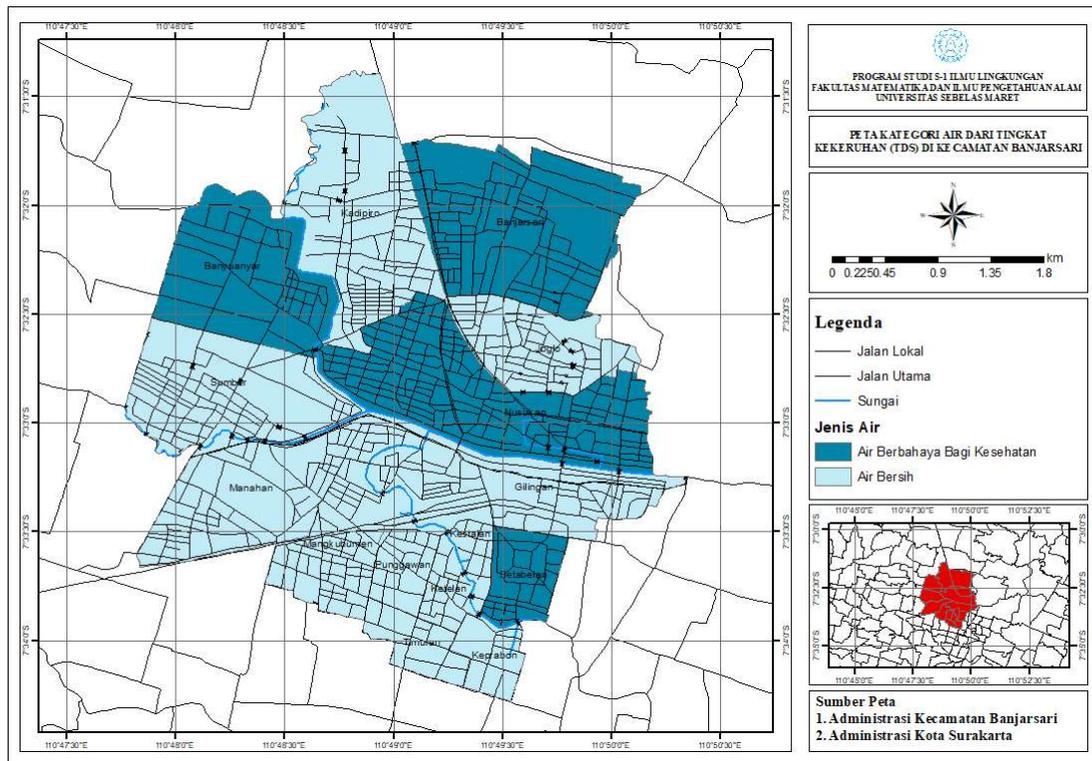
<b>No</b>	<b>Kelurahan</b>	<b>Luas Wilayah</b>	<b>Status Air</b>	
			<b>Belum Terlampaui</b>	<b>Terlampaui</b>
<b>1</b>	Kestalan	245.178,3292	126.816,2473	118.362,0819
<b>2</b>	Ketelan	237.681,7579	124.802,2207	112.879,5372
<b>3</b>	Manahan	1.505.232,087	1.072.848,182	432.383,9048
<b>4</b>	Nusukan	2.037.292,425	1.121.194,402	916.098,0229
<b>5</b>	Punggawan	336.339,6028	162.048,3427	174.291,2601

6	Mangkubumen	839.452,8022	426.074,9782	413.377,824
7	Sumber	1.467.515,606	751.435,6196	716.079,986
8	Timuran	342.804,0706	340.167,4589	2.636,611696
9	Banjarsari	2.037.439,832	1.318.923,289	718.516,5427
10	Banyuanyar	1.478.231,185	842.973,8218	635.257,3633
11	Gilingan	1.276.931,157	680.837,0555	596.094,101
12	Joglo	863.905,2047	485.776,6627	378.128,542
13	Kadipiro	1.838.758,339	1.089.326,196	749.432,1433
14	Keprabon	309.617,0933	152.807,5999	156.809,4934
15	Setabelan	443.081,507	285.078,5994	158.002,9076
<b>Luas Total</b>		15.259.461	8.981.110,676	6.278.350,322

Dari hasil penelitian dapat diketahui total ketersediaan dan kebutuhan air di Kecamatan Banjarsari. Menurut data RPSDA tahun 2015, ketersediaan air di Kecamatan Banjarsari yaitu sebesar 24.603.887 m<sup>3</sup>/tahun, sedangkan kebutuhan air pada Kecamatan Banjarsari dengan jumlah penduduk 185.416 jiwa dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu kebutuhan air untuk kegiatan domestik dan kebutuhan air untuk kegiatan ekonomi. Kebutuhan air domestik yaitu sebesar 16.019.942 m<sup>3</sup>/tahun dan kebutuhan air untuk kegiatan ekonomi yaitu 4.478.266 m<sup>3</sup>/tahun, sehingga dapat diketahui bahwa kebutuhan air total di Kecamatan Banjarsari yaitu 20.498.209 m<sup>3</sup>/tahun. Sesuai dengan grafik 1. *supply-demand* air tanah di Kecamatan Banjarsari tergolong surplus. Hal tersebut mengartikan bahwa kebutuhan air di Kecamatan Banjarsari terpenuhi dari beberapa peruntukkan kebutuhan yaitu peruntukkan untuk kebutuhan domestik dan kegiatan ekonomi.

Pada Kecamatan Banjarsari terdapat 15 kelurahan dengan status daya dukung dan daya tampung air yang beragam dari masing-masing kelurahan. Pada penelitian ini dilakukan pengelompokan status daya dukung dan daya tampung air menjadi dua kategori yaitu belum terlampaui dan terlampaui. Kelurahan yang memiliki status daya dukung dan daya tampung air sebagian besar belum terlampaui diantaranya yaitu Kelurahan Kestalan, Kelurahan Ketelan, Kelurahan Manahan, Kelurahan Nusukan, Kelurahan Mangkubumen, Kelurahan Sumber, Kelurahan Timuran, Kelurahan Banjarsari, Kelurahan Banyuanyar, Kelurahan Gilingan, Kelurahan Kadipiro, dan Kelurahan Setabelan, dengan rentang luas area status air sebesar 124.802,2207 m<sup>2</sup> – 1.318.923,289 m<sup>2</sup>. Sedangkan kelurahan yang memiliki status daya dukung dan daya tampung sebagian besar terlampaui diantaranya yaitu Kelurahan Punggawan dan Kelurahan Keprabon dengan luas area status air sebesar 174.291,2601 m<sup>2</sup> dan 156.809,4934 m<sup>2</sup>. Dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa sebagian besar kelurahan di Kecamatan Banjarsari memiliki status daya dukung dan daya tampung air belum terlampaui. Berdasarkan hasil penyajian peta (gambar 1) diperoleh area atau kawasan di 15 kelurahan dengan status air tanah yang belum terlampaui dan telah terlampaui divisualisasikan dengan dua warna yang berbeda. Area dengan status daya dukung dan daya tampung air tanah yang belum terlampaui disajikan dengan warna biru tua, sedangkan area dengan status daya dukung dan daya tampung air tanah yang telah terlampaui disajikan dengan warna biru muda.

**Kualitas Fisik Air Tanah di Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta**



**Tabel 4.** Kategori Kualitas Fisik Air Tanah di Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta

No	Kelurahan	TDS (mg/L)	Kategori Air (TDS)	pH	Suhu (°C)
1	Setabelan	691	Berbahaya bagi kesehatan	7.36	27.43
2	Manahan	368	Air Bersih	7.22	29.57
3	Timuran	404	Air Bersih	7.45	29.43
4	Sumber	369	Air Bersih	7.38	29.33
5	Joglo	464	Air Bersih	7.3	29.47
6	Punggawan	395	Air Bersih	7.44	29.43
7	Keprabon	356	Air Bersih	7.5	29.3
8	Kadipiro	396	Air Bersih	7.54	29.4

9	Mangkubumen	496	Air Bersih	7.42	30.37
10	Gilingan	410	Air Bersih	7.46	29.43
11	Ketelan	375	Air Bersih	7.48	29
12	Nusukan	509	Berbahaya bagi kesehatan	7.65	29.53
13	Banjarsari	534	Berbahaya bagi kesehatan	7.59	29.6
14	Banyuanyar	521	Berbahaya bagi kesehatan	7.63	30.6
15	Kestalan	496	Air Bersih	7.37	29.42

Berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa terdapat empat kelurahan di Kecamatan Banjarsari yang memiliki kualitas air yang berbahaya bagi kesehatan. Hal ini dikarenakan kadar TDS pada keempat kelurahan tersebut melebihi 500 mg/L. Mengacu pada Permenkes No 416 Tahun 1990, kadar TDS yang melebihi 500 mg/L maka tergolong air yang berbahaya bagi kesehatan, sedangkan TDS dengan kadar 140 - 500 mg/l masih tergolong air biasa atau air bersih. Keempat kelurahan tersebut yaitu Kelurahan Setabelan, Kelurahan Nusukan, Kelurahan Banjarsari, dan Kelurahan Banyuanyar dengan masing - masing kadar TDS sebesar 691 mg/l, 509 mg/l, 534 mg/l dan 521 mg/l. Selain keempat kelurahan tersebut, air di Kecamatan Banjarsari masih tergolong air biasa atau air bersih dengan kandungan TDS berkisar 356 - 496 mg/l. Berdasarkan tabel 4. nilai pH air sampel pada tiap kelurahan di Kecamatan Banjarsari masih memenuhi baku mutu kualitas air bersih. Hal tersebut terlihat dari hasil pengukuran pH yang didapatkan masih berkisar 7 atau pH netral. Kondisi suhu air di Kecamatan Banjarsari masih termasuk dalam ambang batas normal. Hal ini dikarenakan suhu air yang diperbolehkan yaitu  $+3^{\circ}\text{C}$ , sementara pengambilan sampel dilakukan pada pukul 11.00 - 15.00 dengan suhu ruangan  $29^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan tabel 4. Terlihat bahwa suhu air di Kecamatan Banjarsari berkisar  $27,43 - 30,37^{\circ}\text{C}$ , sehingga dapat kita ketahui bahwa air di kecamatan Banjarsari masih tergolong aman.

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, dapat diketahui bahwa *supply* air tanah secara keseluruhan total kecamatan Banjarsari masih tergolong belum terlampaui, akan tetapi terdapat dua wilayah kelurahan yang status daya dukung telah terlampaui atau *overshoot*. Wilayah tersebut yakni kelurahan Punggawan dan Keprabon. Walaupun begitu, bukan berarti wilayah lain aman dari *overshoot*. Seperti yang diketahui dari hasil wawancara, terdapat wilayah yang memiliki kesulitan air saat musim kemarau, hal tersebut menunjukkan penurunan proses, fungsi, dan produktivitas daya dukung lingkungan. Dari sisi *demand*, laju konsumsi tentu akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk serta naiknya tingkat kegiatan ekonomi. *Supply* air beberapa wilayah kelurahan dapat ikut terlampaui oleh *demand* seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, intervensi teknologi harus dilakukan dalam meningkatkan ketahanan lingkungan terutama dalam fungsi penyediaan air.

## REFERENSI

- Adimalla N, Dhakate R, Kasarla A, and Taloor AK. 2020. Appraisal of Groundwater Quality for Drinking and Irrigation Purposes in Central Telangana, India. *Groundwater for Sustainable Development*. 10: 1-15.
- Febriarta E. 2020. Kajian Kualitas Air Tanah Dampak Intrusi di Sebagian Pesisir Kabupaten Tuban. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*. 17: 39-48.
- Gao F, Wang H, and Liu C. 2020. Long-term assessment of groundwater resources carrying capacity using GRACE data and Budyko model. *Journal of Hydrology*. 588: 1-19.
- Kusumaningrum, L., Setyono, P., Sunarhadi, M. A., Sholiqin, M., Hermawan, B., & Berlin, G. E. (2022).

- Analysis of Diversity Level and Vegetation Structural Composition Post Restoration at Resort Cangkringan Mount Merapi National Park. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1098(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1098/1/012033>
- Li P, Karunanidhi D, Subramani T, and Srinivasamoorthy K. 2021. Sources and Consequences of Groundwater Contamination. *Archives of environmental contamination and toxicology*. 80): 1-10.
- Permana, AP. 2020. Analisis kedalaman dan kualitas air tanah di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *ARTIKEL*. 1: 15-22.
- Putranto TT, Ali RK, and Putro AB. 2019. Studi Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran dengan Menggunakan Metode DRASTIC pada Cekungan Airtanah (CAT) Karanganyar-Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(1): 158-171.
- Wahyuni I, Renaldi F, and Hadiana AI. 2018. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kualitas Lingkungan Hidup Di Kabupaten Bandung Barat. *SNATIF*.
- Wang H., Pan Y, and Luo X. 2019. Integration of BIM and GIS in Sustainable Built Environment: A Review and Bibliometric Analysis. *Automation in Construction*. 103: 41-52.
- Widiyanti BL. 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: 1-12.
- Zhao Y, Wang Y, and Wang Y. 2021. Comprehensive Evaluation and Influencing Factors Of Urban Agglomeration Water Resources Carrying Capacity. *Journal of Cleaner Production*. 288: 1-13.