

ANALISIS SPASIAL KUALITAS AIR DENGAN METODE STORET DAN INTERPOLASI KRIGING DI KECAMATAN WINONGAN

Wiranto¹, Anita Rahmawati², Gilang Ramadan Kololikiye³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : wiranto.edu@gmail.com

² Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : anita.rahmawati@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
E-mail : gilangft@unisma.ac.id

ABSTRACT

Umbulan Spring serves as a crucial surface water source in Pasuruan Regency. Nevertheless, heavy usage combined with diverse human activities and alterations in the surrounding land cover pose risks to the sustainability of this water source. The quality of the water is a significant concern that requires close monitoring, especially due to uncertainties regarding water quality and potential health hazards from pollution. This study focuses on assessing the water quality status and its spatial distribution. The Storet method is utilized to categorize physicochemical water parameters including pH, TDS, nitrite, nitrate, odor, and temperature based on the drinking water standards stipulated in Permenkes RI No.2 of 2023. Spatial distribution is analyzed by applying the Kriging interpolation technique to visualize water quality dispersion. Findings reveal that most water samples are classified as good to very good quality, though certain localized variations warrant particular attention. The spatial distribution patterns derived from this interpolation provide a valuable reference for decision-making on water quality suitability in the study area.

Keywords: *Kriging interpolation, storet method, spatial analysis, water quality.*

1. PENDAHULUAN

Air memiliki peranan yang sangat vital bagi seluruh makhluk hidup, namun kesadaran akan pentingnya kebersihan air cenderung menurun akibat berbagai aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran [8]. Kesejahteraan manusia sangat bergantung pada kualitas air yang tersedia [9]. Tanpa ketersediaan air bersih dan layak, manusia akan menghadapi kesulitan dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Sebagian besar air yang digunakan untuk kebutuhan hidup manusia adalah air tawar, yang umumnya bersumber dari air permukaan maupun air tanah [4].

Tapak Mata Air Umbulan (MAU), yang terletak di Desa Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, merupakan salah satu sumber air permukaan terbesar di Kabupaten Pasuruan dengan debit maksimum sekitar 4.000 liter per detik [2].

Sumber air ini memenuhi kebutuhan air bersih tidak hanya bagi masyarakat lokal, tetapi juga bagi penduduk di Kabupaten dan Kota Pasuruan serta Kota Surabaya. Selain itu, air dari sumber ini dimanfaatkan untuk produksi air mineral kemasan secara komersial dan sebagai pasokan air bersih perpipaan dalam Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Provinsi Jawa Timur.

Menurut warga setempat, debit air cenderung meningkat pada musim hujan dan menurun secara signifikan pada musim kemarau. Aktivitas pemanfaatan sumber air secara masif seiring waktu dapat memberikan tekanan terhadap kondisi lingkungan dan sumber daya air [6].

Sehubungan dengan amanat dan target yang dimandatkan kepada pemerintah Indonesia untuk Sustainable Development Goals (SDGs) goal 6.1 yaitu mencapai 100%

akses Air Minum aman, maka disadari bahwa kualitas Air Minum merupakan hal penting yang perlu dijamin pemenuhannya dan karenanya perlu dilakukan pengawasan kualitas Air Minum [7].

Salah satu aspek kajian yang krusial dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dan pengawasan kualitas air adalah penilaian terhadap kelayakan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk memahami kondisi tapak MAU melalui analisis spasial terhadap mutu air di lokasi serta penilaian kesesuaiannya dengan Standar Baku Mutu Kualitas Lingkungan (SBMKL) untuk air minum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.2 Tahun 2023. Penelitian ini juga mencakup pemetaan pola sebaran kualitas air di lokasi tapak sehingga diharapkan dapat berguna untuk merumuskan strategi pemanfaatan serta tindakan konservasi dan restorasi yang efektif, berkelanjutan, dan tepat sasaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Metode Storet adalah cara untuk menilai kualitas air dengan membandingkan hasil parameter kualitas air terhadap standar baku mutu yang sudah ditetapkan. Penilaian dilakukan dengan menggunakan sistem pemberian skor yang didasarkan pada jumlah dan tingkat deviasi dari parameter yang melebihi standar baku mutu [11].

Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu:

Tabel 1. Klasifikasi mutu air

Kelas	Status	Skor	Keterangan
A	baik sekali	0	memenuhi baku mutu
B	baik	-1 s/d -10	cemar ringan
C	sedang	-11 s/d -30	cemar sedang
D	buruk	≥ -31	cemar berat

Sumber : Canter, (1977)

Persyaratan kualitas air sesuai peruntukannya telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.2 Tahun 2023. Standar baku mutu kesehatan lingkungan media air untuk air minum

dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan air minum aman. Parameter yang dimaksud meliputi parameter fisik, parameter mikrobiologi, parameter kimia serta radioaktif.

Dalam Peraturan Menteri ini, parameter dibagi menjadi parameter wajib dan parameter khusus. Parameter wajib terdiri dari 2 parameter mikrobiologi, 5 parameter fisik dan 12 parameter kimia. Sementara penetapan tambahan parameter khusus menjadi tanggung jawab pemerintah daerah melalui kajian ilmiah.

Tabel 2. Batas Parameter wajib air minum

No.	Jenis Parameter	Kadar Maks.	Satuan
Mikrobiologi			
1.	Escherichia Coli	0	CFU/100ml
2.	Total Caliform	0	CFU/100ml
Fisik			
3.	Suhu	Suhu udara + 3	°C
4.	Total Dissolve Solid (TDS)	<300	mg/L
5.	Kekeruhan	<3	NTU
6.	Warna	10	TCU
7.	Bau	Tidak berbau	-
Kimia			
8.	pH	6,5 - 8,5	mg/L
9.	Nitrat (NO^3)	20	mg/L
10.	Nitrit (NO^2)	3	mg/L
11.	Kromium valensi 6 (Cr^6)	0,01	mg/L
12.	Besi (Fe)	0,2	mg/L
13.	Mangan (Mn)	0,1	mg/L
14.	Sisa Klor	0,2-0,5	mg/L
15.	Arsen (As)	0,01	mg/L
16.	Kadmium (Cd)	0,003	mg/L
17.	Timbal (Pb)	0,01	mg/L
18.	Flouride (F)	1,5	mg/L
19.	Aluminium (Al)	0,2	mg/L

Sumber : (Lampiran Permenkes RI, No.2 Tahun 2023)

Analisis spasial merupakan metode yang penting dalam analisis data geografis yang digunakan untuk memperkirakan nilai pada lokasi yang tidak memiliki data pengukuran langsung. Hal ini dilakukan karena adanya

keterbatasan sumber daya, aksesibilitas wilayah, dan ketersediaan data yang tidak merata.

Interpolasi merupakan metode yang mengestimasi atau memprediksi nilai-nilai pada tiap-tiap lokasi yang tidak tersedia atau tidak diketahui. Interpolasi yang dilakukan pada suatu wilayah tertentu disebut interpolasi spasial. Prediksi atribut data atau estimasi dapat dilakukan berdasarkan lokasi-lokasi di sekitarnya [5]. Salah satu teknik dalam interpolasi spasial adalah interpolasi kriging. Kriging pada dasarnya merupakan metode estimasi pada lokasi yang tidak diambil sampelnya, yang dihitung sebagai jumlah tertimbang dari titik-titik sampel terdekat [10]. Faktor pembobot dalam estimasi ini bergantung pada model korelasi spasial, dimana perhitungan bobot dilakukan dengan meminimalkan varians galat berdasarkan model data yang diberikan atau yang diasumsikan terkait dengan distribusi spasial titik-titik data yang diamati.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

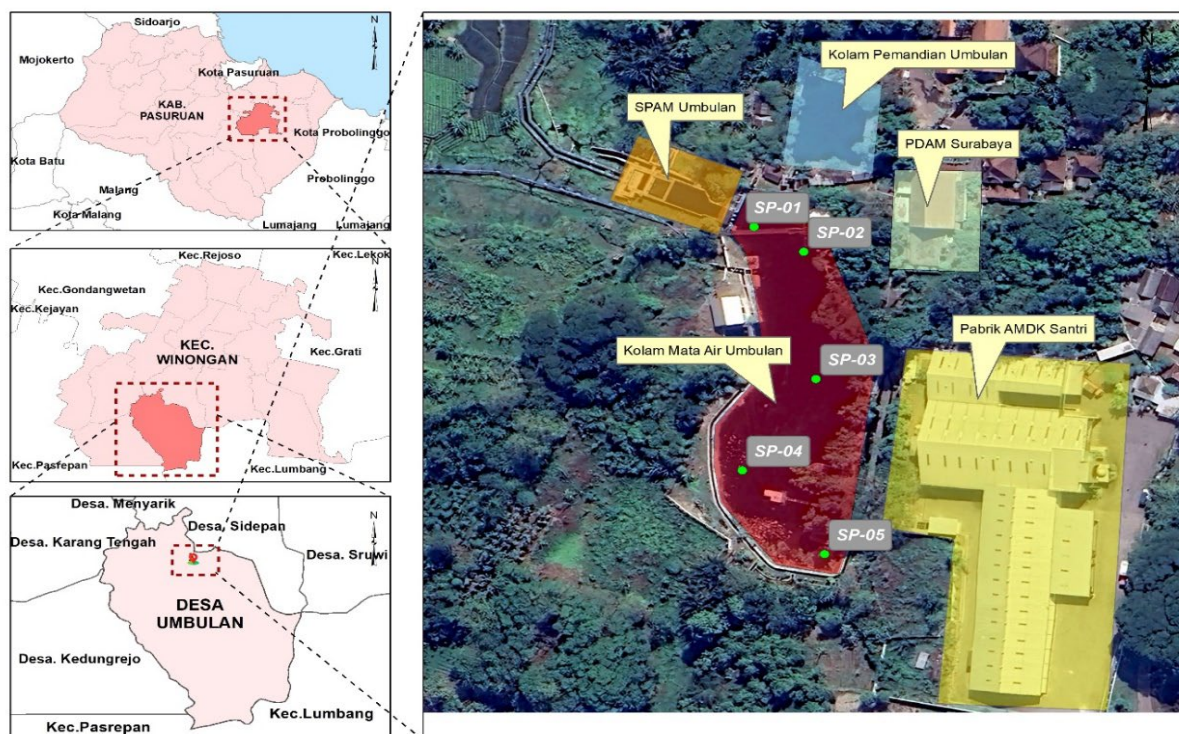
Lokasi penelitian berada di wilayah Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Winongan

Memiliki luas wilayah 48,92 km² yang meliputi 12 kelurahan/desa. Jumlah penduduk di Kecamatan Winongan sebanyak 44.686 jiwa dan kepadatan penduduk mencapai 913,450 jiwa/km² [3]. Objek yang diamati adalah kolam mata air umbulan yang bertempat di Desa Umbulan.

3.2. Data, Alat, dan Bahan

Data yang digunakan yaitu peta dasar (*basemap*), koordinat titik *sampling*, dan nilai parameter air. Peta dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra *Google Earth* tahun 2024 hasil digitasi. Koordinat titik *sampling* ditentukan berdasarkan pengukuran secara langsung di lapangan. Sedangkan nilai parameter air didapatkan dari hasil pengukuran di lapangan maupun pengujian laboratorium.

Parameter air yang diamati meliputi 4 parameter fisika, yaitu : suhu, *total dissolved solids* (TDS), warna, bau, dan 3 parameter kimia, yaitu : pH, Nitrat terlarut, dan Nitrit terlarut. Parameter air tersebut merupakan parameter fisika dan kimia yang termasuk dalam kategori parameter wajib untuk air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.2 Tahun 2023. Teknik pengambilan sampel air yang akan digunakan dalam penilaian kelayakan kualitas air untuk air



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan denah titik *sampling*

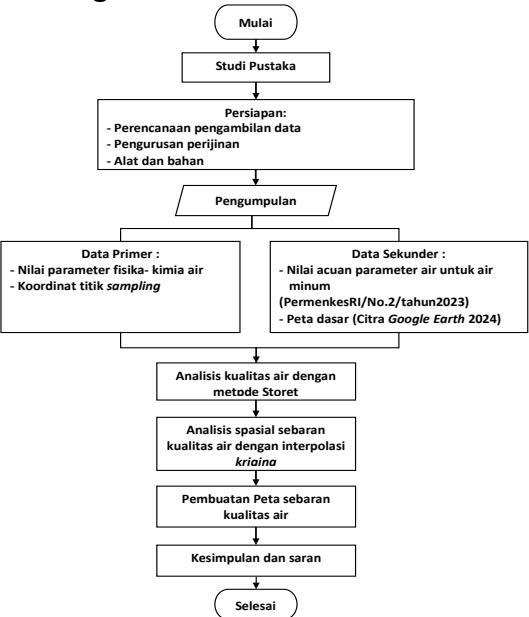
minum ini mengacu pada dokumen SNI 8995:2021 tentang metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia [1].

Tabel 3. Daftar alat dan bahan

Nama alat/bahan	Fungsi
Ember plastik dengan tali	Pengambil sampel air
Botol plastik dan gelas	Wadah sampel air
Termometer	Mengukur suhu air secara <i>in situ</i>
GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Mengukur koordinat titik sampel secara <i>in situ</i>
Alat tulis	Mencatat data lapangan
<i>Paper label</i>	Menandai data lapangan
Kamera	Mendokumentasi kegiatan
Larutan Aquades atau HCL	Membersihkan alat uji dan wadah sampel

Sumber : Data penelitian, 2025

3.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar. 2 Bagan alir penelitian

Sumber : Data penelitian, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Parameter

Fisiko-Kimia Air

Pengambilan sampel dilakukan 2 kali pada 8 mei 2025 dan 12 juni 2025. Pengukuran koordinat menggunakan GPS secara *in situ*.

Tabel 4. Titik koordinat sampel

No	Kode	Koordinat	
		X	Y
1.	SP-01	112,9340	-7,75903
2.	SP-02	112,9340	-7,75979
3.	SP-03	112,9343	-7,76006
4.	SP-04	112,9342	-7,75963
5.	SP-05	112,9342	-7,75911

Sumber : Hasil pengukuran

Parameter fisiko-kimia air yang diamati meliputi: Nitrit (NO^2), Nitrat (NO^3), bau, total padatan terlarut (TDS), suhu air, dan pH. Parameter-parameter seperti suhu air dan bau, diukur secara langsung di lapangan. Sedangkan parameter lainnya dianalisis di laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan (LKIL) Pasuruan. Yang beralamat di Jl. Perikanan 746, Desa. Sidepan Winongan 67153, Pasuruan. Hasil pengujian parameter air ditampilkan masing-masing pada **Tabel 5.** dan **Tabel 6.**

4.2. Pola Sebaran Kualitas Air

Hasil interpolasi yang dilakukan menghasilkan pola estimasi sebaran kualitas air pada kolam mata air umbulan. Pada **Gambar 3** dapat diketahui bahwa daerah yang semakin dekat dengan titik *sampling* kualitas airnya akan semakin mendekati nilai pada titik *sampling* tersebut.

Tabel 5. Hasil pengujian sampel air 8 mei 2025

No.	Parameter	Jenis parameter	Satuan	Kode sampel				
				SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05
1.	Suhu	Fisika	°C	27	27	27	27	27
2.	TDS	Fisika	mg/L	301,00	294,00	286,00	297,00	297,00
3.	Bau	Fisika	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
4.	pH	Kimia	-	7,04	7,03	7,03	7,05	7,04
5.	Nitrat	Kimia	mg/L	0,82	0,83	0,82	0,82	0,82
6.	Nitrit	Kimia	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Sumber : Hasil pengujian 2025

Tabel 6. Hasil pengujian sampel air 12 juni 2025

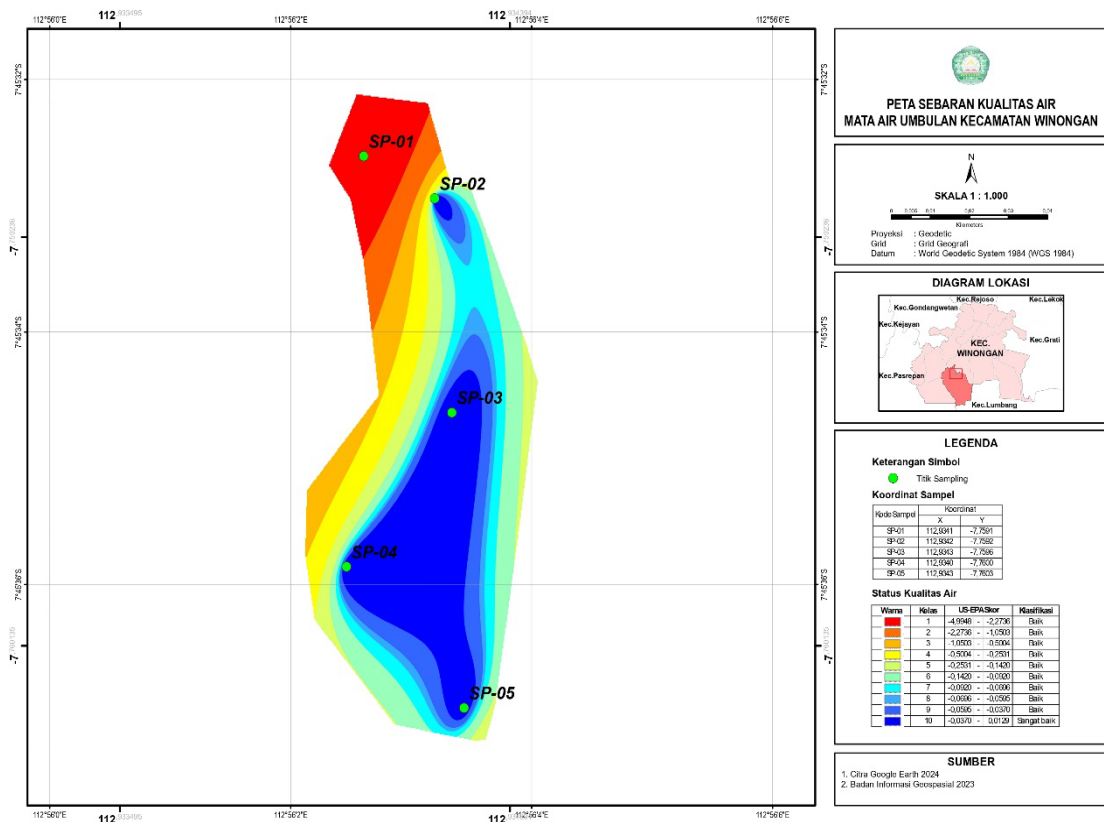
No.	Parameter	Jenis parameter	Satuan	Kode sampel				
				SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05
1.	Suhu	Fisika	°C	28	28	28	28	28
2.	TDS	Fisika	mg/L	302,00	297,00	288,00	297,00	298,00
3.	Bau	Fisika	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
4.	pH	Kimia	-	7,03	7,05	7,04	7,05	7,04
5.	Nitrat	Kimia	mg/L	0,83	0,82	0,82	0,82	0,83
6.	Nitrit	Kimia	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Sumber : Hasil pengujian 2025

Tabel 7. Titik koordinat sampel

No	Kode	Koordinat		Skor	Keterangan
		X	Y		
1.	SP-01	112,9340	-7,75903	-5	cemar ringan
2.	SP-02	112,9340	-7,75979	0	memnuhi baku mutu
3.	SP-03	112,9343	-7,76006	0	memnuhi baku mutu
4.	SP-04	112,9342	-7,75963	0	memnuhi baku mutu
5.	SP-05	112,9342	-7,75911	0	memnuhi baku mutu

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 3. Peta sebaran kualitas air di lokasi penelitian

Gambar 3 juga dapat dipahami bahwa daerah berwarna merah hingga kuning dengan skor kualitas air -4,994 hingga -0,253 dipengaruhi oleh skor kualitas air pada titik SP-01 sebagai pusat pencemaran, dimana titik SP-01 skor kualitas airnya adalah -5 yang termasuk dalam kategori tercemar ringan, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 7**. Sedangkan daerah di sekitar titik SP-02, SP-03, SP-04, dan SP-05 yaitu daerah berwarna hijau hingga biru nilai kualitas airnya termasuk dalam kategori baik dengan angka skor antara -0,253 hingga 0. Skor kualitas air yang semakin mendekati 0 artinya kualitas airnya semakin memenuhi baku mutu.

Untuk menilai akurasi interpolasi kualitas air di Kolam Mata Air Umbulan, dilakukan *cross-validation*. Metode ini mengukur sejauh mana model mampu memprediksi nilai di lokasi yang tidak disampling. Statistik dari *prediction error* berfungsi sebagai diagnostik kelayakan model untuk pengambilan keputusan dan pembuatan peta. Proses perhitungan dilakukan otomatis menggunakan *ArcMap 10.8.2*, dengan hasilnya disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. *Cross validation value*

Mean	0,1028
Root-Mean-Square	2,6260
Mean Standardized	0,0247
Root-Mean-Square - Standardized	1,1506
Average Standard Errorr	2,3738

Sumber : Hasil perhitungan

Nilai *mean error* sebesar 0,1028 yang mendekati 0 (nol) menunjukkan bahwa prediksi yang dilakukan tidak mengalami bias. Selanjutnya, nilai *root-mean-square-standardized error* (RMSSE) sebesar 1,1506 yang mendekati angka 1 (satu) mengindikasikan bahwa tingkat kesalahan prediksi memiliki akurasi yang sesuai dengan standar. Selain itu, nilai *root-mean-square error* dan *average standard error* yang relatif kecil, masing-masing sebesar 2,6260 dan 2,3738, mengonfirmasi bahwa estimasi atau prediksi yang diperoleh tidak menyimpang secara signifikan dari nilai pengukuran aktual. Sehingga, data hasil interpolasi ini dapat diandalkan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan serta pembuatan peta kualitas air.

4.3. Rekomendasi Penanggulangan Cemarkan Kualitas Air

Pada titik sampel SP-01, kualitas air dikategorikan sebagai tercemar ringan dengan skor total -5. Dari hasil analisis di titik tersebut, parameter yang paling dominan mempengaruhi kualitas air adalah Total Dissolved Solids (TDS) atau total padatan terlarut. Nilai TDS yang diperoleh pada saat pengambilan sampel tanggal 8 Mei 2025 dan 12 Juni 2025 masing-masing adalah 301 mg/L dan 302 mg/L, dengan nilai rata-rata sebesar 301,5 mg/L. Angka ini melebihi batas baku mutu yang diatur, yaitu 300 mg/L. Sedangkan, untuk titik sampel SP-02, SP-03, SP-04, dan SP-05, skor total yang diperoleh adalah 0, yang menunjukkan bahwa seluruh parameter yang diukur memenuhi baku mutu.

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas air, yang mencerminkan jumlah total zat terlarut seperti mineral, garam, dan logam. Nilai TDS yang tinggi dapat memengaruhi rasa, keamanan, dan kesehatan air yang dikonsumsi. Oleh karena itu, pengendalian nilai TDS menjadi aspek penting dalam menjaga kualitas air agar memenuhi baku mutu yang aman dan layak konsumsi. Berbagai teknologi pengolahan air telah dikembangkan dan diteliti untuk menurunkan nilai TDS secara efektif. Metode pengolahan seperti filtrasi, *ion exchange*, *reverse osmosis*, *adsorpsi*, koagulasi-flokulasi, dan distilasi dapat diterapkan sesuai dengan kondisi sumber air dan kebutuhan dalam pemanfaatan air yang akan dilakukan.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini menunjukkan bahwa, kualitas air di lokasi tapak mata air Umbulan, berdasarkan pengukuran parameter fisiko-kimia yang dilakukan, secara umum menunjukkan kondisi yang baik hingga sangat baik. Kesimpulan ini diperoleh melalui analisis kualitas air menggunakan metode storet, di mana sebagian besar titik pengambilan sampel dikategorikan dalam kelas B hingga A dengan rentang skor antara -5 hingga 0.

Pola sebaran spasial kualitas air di lokasi penelitian didominasi oleh daerah dengan

kategori baik – hingga baik sekali. Hal ini didasarkan pada hasil estimasi pola sebaran kualitas air pada kolam mata air Umbulan dengan metode interpolasi *kriging*. Berdasarkan **Gambar 2.**, dapat disimpulkan bahwa semakin dekat suatu daerah dengan titik pengambilan sampel, maka nilai kualitas air di daerah tersebut akan semakin mendekati nilai yang terukur pada titik sampel tersebut.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan penelitian, terdapat sejumlah saran maupun rekomendasi strategis untuk penelitian lanjutan yang bertujuan memperdalam pemahaman serta mengoptimalkan pengelolaan kualitas air di wilayah mata air Umbulan, yaitu sebagai berikut:

Pelaksanaan pengawasan dan monitoring kualitas air secara berkala, penelitian lanjutan sebaiknya mengimplementasikan program pemantauan kualitas air yang dilakukan dengan intensitas dan frekuensi yang semakin meningkat, terutama pada titik pengambilan sampel SP-01 yang telah terindikasi mengalami pencemaran ringan. Selain itu, perlu dilakukan optimalisasi parameter pengukuran melalui perluasan cakupan parameter fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif agar dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dinamika kualitas air di lokasi tersebut.

Analisis detail terhadap faktor-faktor penyebab pencemaran, sebagai kelanjutan dari pemantauan, perlu dilakukan investigasi mendalam yang bertujuan mengidentifikasi sumber dan mekanisme pencemaran *Total Dissolved Solids* (TDS) di titik SP-01. Kajian ini harus mencakup aktivitas antropogenik, seperti aktivitas domestik dan industri, serta faktor alamiah yang berkaitan dengan aspek geologi dan hidrologi, sehingga dapat memahami interaksi kompleks yang memengaruhi kualitas air secara menyeluruh.

Perancangan strategi dan sistem perlindungan mata air, berdasarkan data pemantauan dan hasil analisis yang telah diperoleh, perlu dikembangkan rekomendasi teknis dan kebijakan konservasi yang efektif. Strategi ini mencakup pengaturan zonasi pengelolaan kawasan dan program edukasi bagi

masyarakat setempat, untuk memastikan perlindungan kualitas air agar tetap memenuhi standar regulasi yang berlaku dan mendukung keberlanjutan sumber daya air di mata air Umbulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (2021). Standar Nasional Indonesia (SNI) 8995: 2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Untuk Pengujian Fisika dan Kimia. Badan Standarisasi Nasional.
- [2] Biro Komunikasi Publik Kementerian Pekerjaan Umum. (2021, Maret 23). Diresmikan Presiden, SPAM Umbulan Tingkatkan Layanan Air Bersih di 5 Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Biro Komunikasi Publik Kementerian Pekerjaan Umum. <https://pu.go.id/berita/diresmikan-presiden-spam-umbulan-tingkatkan-layanan-air-bersih-di-5-kabupatenkota-di-jawa-timur>
- [3] BPS Kabupaten Pasuruan. (2025). *Kabupaten Pasuruan Dalam Angka 2025* (Vol. 16). BPS Kabupaten Pasuruan
- [4] Cansa, R. A. M., Putranto, T. T., & Santi, N. (2024). Analisis Hidrogeokimia dan Kualitas Air Tanah untuk Air Minum di Dataran Aluvial Kota Semarang. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 5(1).
- [5] Cressie, N.A.C. 1993. *Statistics for Spatial Data*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Damayanti, V. D., Nailufar, B., Putra, P. T., Syahadat, R. M., Alfian, R., & Leimona, B. (2017). Analisis Tapak Mata Air Umbulan, Pasuruan, Jawa Timur. *Kajian elemen biofisik dan persepsi masyarakat*. World Agroforestry Centre.
- [7] Kemenkes. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kualitas Lingkungan (SBMKL) untuk Air Minum. *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 55*.
- [8] Noerhayati, E., Suprpto, B., Rahmawati, A., & Mustika, S. (2023). Improving Wastewater Quality System Using the Internet of Things-Based Phytoremediation Method. *Journal of Ecological Engineering*, 24(3), 254–262.
- [9] Rahmawati, A. & Warsito. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk

Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1–8.

- [10] Siswoyo, H., Harisuseno, D., Taufiq, M., & Azhar, R. F. (2021). Model Sebaran Spasial Kualitas Air Tanah untuk Air Minum di Kecamatan Jombang Kabupaten Jombang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(2), 12.
- [11] Widjihatini, Setyawan Warsono Adi, Riza Murti S, Raden Rara Endang Nooryastuti, Iwan Nirawandi, Asiah, & Safrudin. (2021). Statistik Kualitas Air, Udara dan Tutupan Lahan Tahun 2020 (Cetakan Pertama). Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.