

# Distribusi Spasial Kualitas Air Sumur di Kelurahan Batakte Kecamatan Kupang Barat

Anna A M Solo<sup>1</sup>, Lidia Paskalia Nipu<sup>2</sup>, Leonardus Lewa Leko<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas San Pedro, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: [annaamsolo@gmail.com](mailto:annaamsolo@gmail.com)

## Abstrak

Penurunan kualitas sumur dapat diketahui dengan menganalisis parameter fisika, kimia, dan biologi air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi parameter fisika, kimia, dan biologi air, diantaranya pH, TDS, Nitrat, dan *Total Coliform*. Penelitian dilakukan pada 3 sumur di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakte pada bulan September 2022. Metode analisis yang dilakukan analisis *ex situ* dan membandingkan hasil analisis fisika, kimia, dan biologi dengan baku mutu air yang berlaku sesuai dengan peruntukannya. Serta melakukan analisis pola distribusi parameter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis fisika, kimia, dan biologi, parameter TDS dan Total Coliform pada 3 sumur tidak memenuhi standar baku mutu untuk keperluan higienis dan sanitasi. Adapun tingkat penyebaran kontaminasi dari bahan organik dan bakteri dalam air tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan, dan arah aliran air tanah. Semakin rendah suatu daerah maka semakin tinggi potensi pencemaran air tanah. Pola distribusi parameter sesuai dengan arah aliran air tanah.

## Masuk:

18 Maret 2024

## Diterima:

27 Maret 2024

## Diterbitkan:

30 Maret 2024

## Kata kunci:

Air Tanah, Sumur, Distribusi Parameter, Kualitas Air Tanah, Arah Aliran Air Tanah.

## 1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan makhluk hidup khususnya manusia. Air yang digunakan dalam kehidupan manusia dapat berasal dari air hujan, air permukaan, dan air tanah. Air tanah merupakan air yang terdapat di bawah lapisan tanah, baik yang terdapat pada lapisan tanah tak jenuh maupun pada lapisan tanah jenuh [1]. Air tanah merupakan sumber yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti untuk keperluan memasak, minum, mandi hingga kebutuhan sanitasi lainnya [2]. Dalam pemanfaatannya, air tanah harus memenuhi baku mutu air yang layak digunakan untuk keperluan sehari-hari bagi masyarakat.

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya zat, senyawa, komponen lain, atau energi ke dalam air yang dapat menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Terdapat tiga jenis kontaminan air tanah diantaranya kontaminan kimia, biologi, dan radioaktif. Kontaminan tersebut dapat berasal dari sumber geogenik dan antropogenik [3]. Kontaminan yang berasal dari sumber geogenik merupakan kontaminan yang dihasilkan dari pelapukan mineral [4]. Sedangkan kontaminan dari sumber antropogenik berasal dari pembuangan limbah rumah tangga, aktivitas pertanian, perternakan, perikanan dan sebagainya [3]. Kontaminan tersebut akan menyebabkan terjadi penurunan kualitas air tanah yang ditandai dengan peningkatan atau penurunan kualitas parameter fisika, kimia dan biologi.

Proses pencemaran air tanah, terutama air tanah dangkal dapat terjadi melalui proses infiltrasi air yang terkontaminasi zat pencemar terlarut dalam air ke dalam tanah sampai ke akuifer. Proses infiltrasi bergantung pada kondisi tanah seperti jenis tanah, porositas dan permeabilitas tanah. Semakin besar porositas dan permeabilitas tanah maka semakin mudah dan cepat terjadinya infiltrasi air tercemar ke dalam air tanah [5]. Air tanah yang telah terkontaminasi zat pencemar akan mendistribusikan zat pencemar terlarut sesuai dengan arah aliran air tanahnya.

Kelurahan batakte merupakan daerah yang masyarakatnya banyak memanfaatkan sumber daya air yang berasal dari air tanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dilihat dari topografi daerahnya, Kelurahan Batakte merupakan wilayah dengan kemiringan 0-25% yang dapat mempengaruhi aliran air tanah. Selain itu, daerahnya didominasi oleh jenis tanah *eutric fluvisols* yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi. Sehingga potensi pencemaran air tanah pada daerah tersebut akan semakin besar jika pemanfaatan lahan oleh masyarakat tidak mempertimbangkan kondisi daerah tersebut.

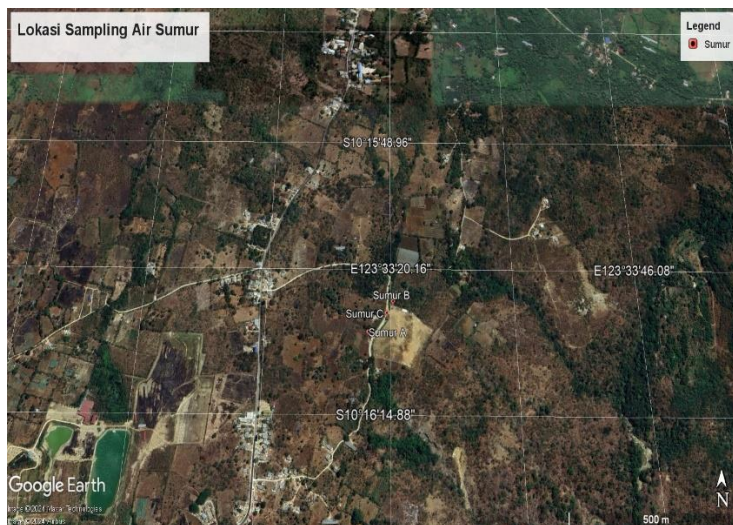
Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air tanah dangkal berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan dan standar baku mutu air untuk keperluan hygiene dan sanitasi dan mengetahui pola distribusi spasial parameter kualitas air tanah. Kualitas air tanah ditentukan berdasarkan hasil pengujian parameter fisika, kimia, dan biologi terhadap air sumur yang digunakan masyarakat pada daerah yang berpotensi adanya pencemaran. Sedangkan pola distribusi spasial kualitas air tanah dilakukan dengan menggunakan *software surfer 13*. Model

ini diharapkan dapat digunakan sebagai penentu kebijakan dalam langkah pencegahan ataupun pemulihan pencemaran air tanah di wilayah penelitian.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sumur yang ada di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakte, Kecamatan Kupang Barat. Sampling air sumur dilakukan pada 3 sumur masyarakat pada bulan september tahun 2022. Lokasi Pengambilan sampel air sumur dilakukan di 3 titik seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi sampling air sumur

### 2.2. Metode Pengambilan sampel, Analisis Laboratorium, dan Analisis Sebaran Parameter

Pengambilan contoh air sumur yang telah dilakukan didasarkan pada SNI 6989.58:2008. Penentuan lokasi pengambilan sample mempertimbangkan adanya penggunaan lahan dan adanya sumber pencemar yang masuk ke dalam air tanah. Analisis sampel dilakukan secara *in situ* dan *ex situ* dengan parameter yang diukur diantaranya Bau, TDS, pH, Nitrat, dan *total coliform*. Analisis parameter fisika dan kimia air sumur dilakukan di UPTD Laboratorium DLHK Provinsi NTT dengan mengacu pada metode analisis sesuai SNI yang berlaku yang dapat terlihat pada **Tabel 1**. Adapun analisis porositas dan permeabilitas tanah dilakukan di Laboratorium Pertanian Universitas Nusa Cendana.

Tabel 1. Parameter fisik air dan metode analisis

Parameter	Acuan
pH	SNI 6989.11-2019
TDS	Metode Pengujian dan Validasi TDS Menggunakan multiparameter Analyzer
Nitrat	SNI 6989.79.2011
Total Coliform	Petrifilm

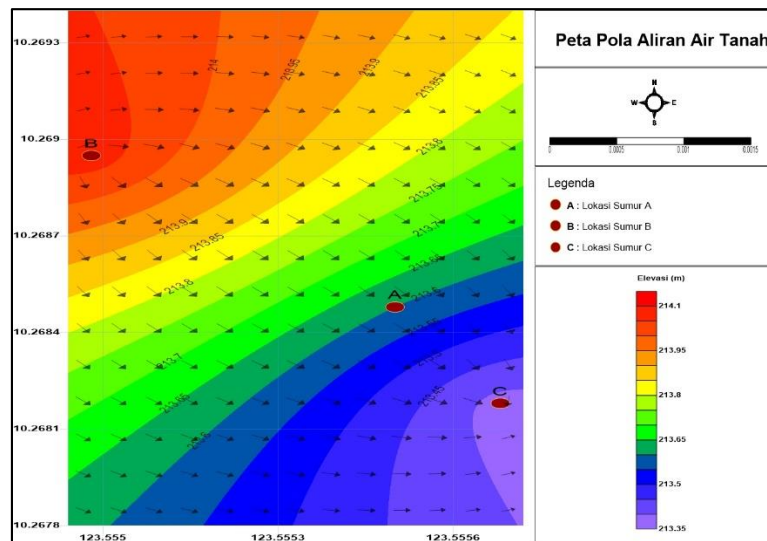
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Arah Aliran Air Tanah, Porositas dan Permeabilitas Tanah

Penelitian dan pengambilan sampel air sumur dilakukan pada bulan Desember 2022 di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakte, Kecamatan Kupang Barat. Sumur di 3 lokasi merupakan sumur dangkal dengan kedalaman berkisar antara 3,49-6,55 m pada elevasi berkisar antara 213,06 - 214,08 m. Berdasarkan kedalamannya, air tanah di ketiga sumur ini merupakan air tanah dangkal.

Aliran air tanah selalu tegak lurus  $90^\circ$  terhadap kontur air tanahnya dan akan mengalir dari kontur tinggi ke kontur rendah. Menurut Hukum Darcy, kecepatan aliran berbanding lurus dengan gradient hidrolik. Semakin curam gradient hidrolik, memungkinkan air tanah bergerak mengalir semakin cepat. Namun, porositas dan permeabilitas lapisan tanah atau lapisan batuan yang dilaluinya memiliki peranan yang besar dalam mengendalikan kecepatan pergerakan mengalirnya

air tanah. Pola dan aliran air tanah di lokasi ketiga sumur dapat dilihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2, terlihat bahwa aliran air akan mengarah dari arah utara sumur B menuju ke arah selatan sumur A dan C.



Gambar 2. Pola aliran air tanah

Berdasarkan data Badan Informasi Geospasial, jenis tanah pada daerah Kelurahan Batakte merupakan jenis tanah *eutric fluvisols* dengan tekstur lempung liat berpasir. Hasil analisis di laboratorium menunjukkan bahwa sampel tanah pada lokasi sekitar sumur memiliki porositas sebesar 80,55 – 92,63% dan permeabilitas tanah berkisar antara 7,80–28,07 cm/jam. Tanah tersebut masuk dalam kelas porous hingga sangat porous. Makin besar presentase volume ruang-ruang kosong antar partikel-partikel batuan yang membentuk lapisan tanah pada wilayah tersebut maka kecenderungan terjadinya infiltrasi air hujan dan kontaminan ke dalam tanah bahkan sampai ke air tanah semakin besar sehingga dapat mempengaruhi kualitas air tanah.

### 3.2. Analisis Kualitas Air Tanah

Masyarakat Kelurahan Batakte umumnya memanfaatkan air sumur sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan hasil observasi lapangan, sumur A, B, dan C berada dekat dengan tempat mengikat ternak sapi dan lokasi sawah dengan jarak  $\pm 50$  m. Dengan adanya aktivitas tersebut dapat mempengaruhi kualitas air sumur jika dilihat dari kondisi tanah disekitar lokasi sumur yang memiliki porositas dan permeabilitas yang besar. Porositas tanah dan permeabilitas tanah yang besar akan mempengaruhi laju infiltrasi air dari atas permukaan tanah ke dalam tanah hingga mencapai air tanah [5].

Analisis kualitas air sumur dilakukan pada sejumlah parameter menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan dan Standar Baku Mutu Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi. Dimana air untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan atau rumah tangga yang dapat diakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.

#### 3.2.1. Bau

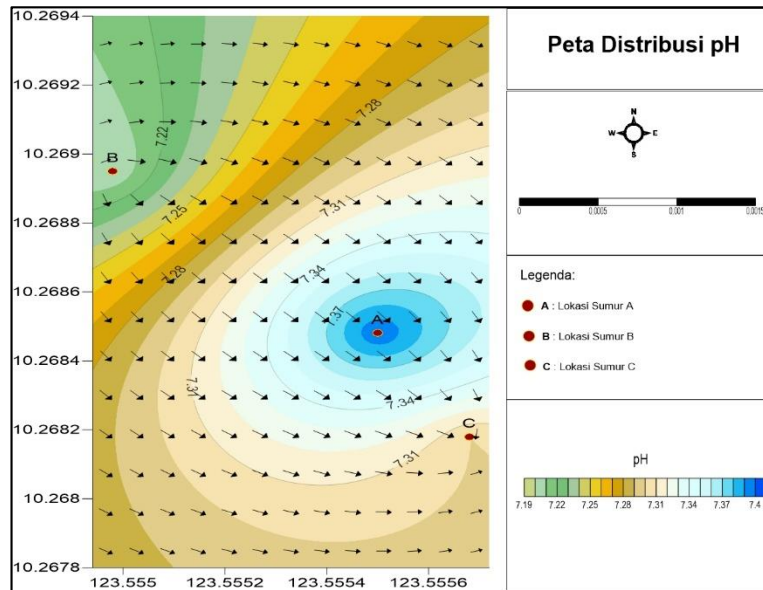
Air tanah secara kimiawi mengandung sejumlah gas, mineral, dan bahan organik alami. Bau dapat menjadi petunjuk untuk menentukan kualitas air secara tidak langsung [6]. Air yang aman dikonsumsi merupakan air yang memiliki sifat fisik tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, air pada sumur A, B, dan C tidak berwarna dan tidak berbau sehingga memenuhi baku mutu sifat fisik tidak berbau sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan dan Standar Baku Mutu Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi.

#### 3.2.2. pH

pH air menunjukkan pengaruh derajat keasaman terhadap pertumbuhan organisme perairan seperti hewan dan tumbuhan air. Nilai pH juga dipengaruhi oleh keberadaan gas  $\text{CO}_2$  (karbon dioksida) yang berasal dari respirasi organisme perairan serta degradasi bahan organik dan anorganik oleh mikroorganisme [7]. Kondisi tanah daerah Kelurahan Batakte yang merupakan jenis tekstur lempung liat berpasir yang memiliki permeabilitas yang tinggi berpotensi menyebabkan adanya

infiltrasi bahan organik dan anorganik dari aktivitas pertanian dan peternakan yang dapat meningkatkan nilai pH pada air tanah dangkal.

Berdasarkan distribusi pH pada Gambar 3, terlihat bahwa sebaran pH air sumur dengan area yang memiliki warna hijau muda menunjukkan nilai pH yang relatif rendah, sedangkan area yang memiliki warna biru tua menunjukkan nilai pH yang relatif tinggi. Interval nilai pH pada RT 09 RW 04 Kelurahan Batakete berkisar antara pH 7,2-7,4. Nilai pH pada peta kontur ditandai warna hijau muda, coklat muda, dan biru tua. Nilai pH tersebut masih memenuhi baku mutu air yang diperuntukan untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 yaitu berkisar antara pH 6,5-8,5.



Gambar 3. Distribusi pH

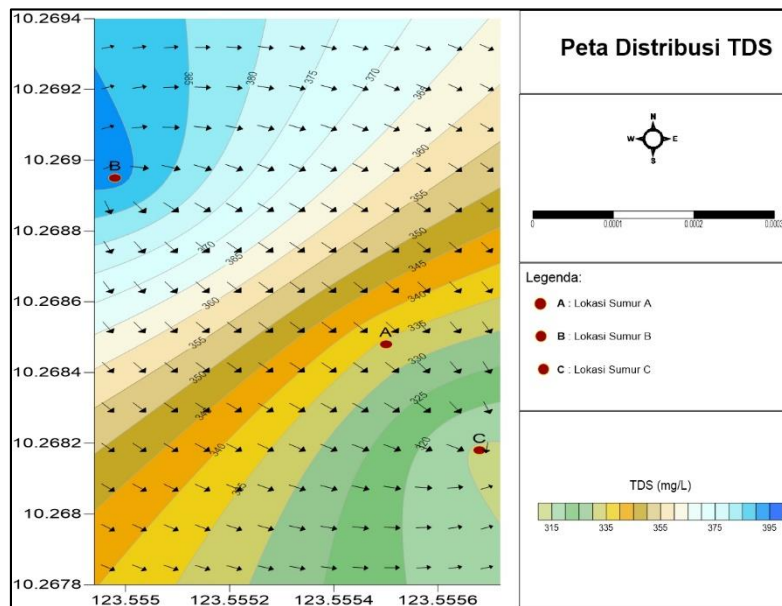
Selain itu, terlihat bahwa pada sumur A nilai pH menjadi sangat tinggi yaitu sebesar 7,4 yang ditandai dengan warna biru tua. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh kontaminan yang berasal dari feses hewan akibat penggunaan lahan sebagai tempat mengikat hewan peliharaan masyarakat di sekitar sumur A. Peningkatan nilai pH air dapat dipengaruhi oleh limbah organik dan anorganik yang terkandung didalamnya [8]. Nilai pH air sumur C (pH= 7,30) yang ditandai dengan warna coklat muda relatif lebih tinggi dibandingkan nilai pH pada air sumur B (pH=7,20) yang ditandai dengan warna hijau muda. Hal ini disebabkan oleh letak sumur C yang berada pada daerah yang lebih rendah dibandingkan sumur B dan adanya pengaruh kontaminan dari sumur A akibat adanya aliran air tanah menuju sumur C.

### 3.2.3. TDS

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan total padatan organik dan anorganik, seperti mineral, garam, logam dan kation yang terlarut dalam air [9]. Kondisi sumur yang terbuka, tinggi muka air tanah, dan jenis tanah dapat mempengaruhi kualitas TDS, kekeruhan dan kesadahan air [10]. Berdasarkan distribusi TDS pada Gambar 4, terlihat bahwa interval nilai TDS pada air sumur di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakete berkisar antara 314-392 mg/L. Nilai TDS tersebut pada peta kontur ditandai warna hijau muda, coklat muda, dan biru tua. Nilai TDS tersebut tidak memenuhi baku mutu air yang diperuntukan untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 yang berkisar < 300 mg/L.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa pada sumur B nilai TDS relatif tinggi yaitu sebesar 392 mg/L yang ditandai dengan warna biru tua. Sedangkan Nilai TDS pada sumur A (TDS= 334 mg/L) yang ditandai dengan warna coklat muda relatif lebih tinggi dibandingkan nilai TDS pada sumur C (TDS=314 mg/L) yang ditandai dengan warna hijau muda. Nilai TDS yang tinggi dapat dipengaruhi oleh pelapukan batuan dan kondisi sumur yang terbuka sehingga menyebabkan adanya limpasan dari tanah, limbah domestik dan limbah peternakan [6]. Selain itu, tingkat kedalaman muka air tanah dapat menentukan penurunan atau peningkatan kadar kontaminan dalam air tanah. Semakin dangkal muka air tanah maka semakin tinggi potensi pencemaran air, sebaliknya semakin dalam permukaan air tanah maka semakin efektif penurunan kadar kontaminan. Berdasarkan hasil analisis, kondisi sumur A, B, dan C merupakan sumur dangkal dengan tinggi muka

air tanah sebesar 3,49–6,55 m. Selain itu, kondisi tanah di sekitar sumur yang bertekstur lempung liat berpasir memiliki kandungan organik yang tinggi sehingga dapat terlarut dalam air tanah dan mempengaruhi nilai TDS dan kekeruhan dalam air tanah. Tanah di lokasi sumur yang bertekstur liat akan lebih cepat menyerap logam, besi, dan juga oksida mangan yang dapat mempengaruhi nilai TDS air [11].



Gambar 4. Distribusi TDS

### 3.2.4. Nitrat

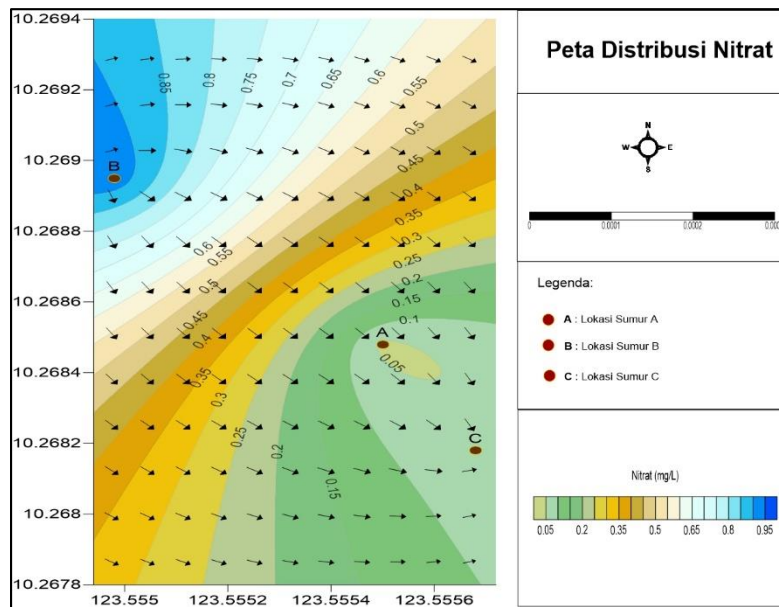
Keberadaan senyawa nitrogen dalam air mengikuti siklus nitrogen di alam melalui proses aerobik maupun anaerobik dan ditemukan dalam bentuk nitrogen organik ( $\text{NH}_3$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Senyawa nitrat paling mudah terbentuk dalam air tanah melalui proses nitrifikasi dan mempunyai sifat sangat mudah bergerak. Dimana proses nitrifikasi akan menyebabkan senyawa amonium pada bahan organik berubah menjadi senyawa nitrat. Terdapat perbedaan waktu pencemaran berdasarkan proses nitrifikasi. Kehadiran senyawa nitrogen amonium dalam air mengindikasikan adanya pencemaran air yang masih baru terjadi, sedangkan senyawa nitrat mengindikasikan adanya pencemaran yang telah berlangsung agak lama.

Reaksi dalam proses nitrifikasi akan berhenti pada kondisi  $\text{pH} < 6$ . Sedangkan nilai  $\text{pH}$  yang mendekati basa akan meningkatkan konsentrasi nitrat [12]. Pada data sumur A, B, dan C terlihat bahwa  $\text{pH}$  air sumur berkisar antara  $\text{pH}$  7,20–7,40 sehingga memungkinkan adanya proses nitrifikasi dalam air sumur. Berdasarkan distribusi kandungan nitrat pada Gambar 5, terlihat bahwa interval nilai kandungan nitrat pada air sumur di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakte berkisar antara 0,040–0,938 mg/L. Nilai kandungan nitrat tersebut pada peta kontur ditandai warna coklat muda, hijau muda, dan biru tua. Nilai kandungan nitrat tersebut masih memenuhi baku mutu air yang diperuntukan untuk keperluan hygiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 yang berkisar 50 mg/L.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa sumur B memiliki kandungan nitrat relatif paling tinggi yaitu sebesar 0,938 mg/L yang ditandai dengan warna biru tua. Nitrat dapat terkandung di dalam air sumur tersebut karena adanya kontaminasi nitrat dari penggunaan pupuk urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) pada lahan pertanian disekitar sumur. Selain itu, kontaminan nitrat dapat berasal dari limbah organik dan anorganik dari aktivitas domestik masyarakat di sekitar sumur.

Kandungan nitrat dalam air sumur C sebesar 0,072 mg/L ditandai dengan warna hijau lebih rendah dibandingkan dengan sumur B. Sedangkan kandungan nitrat dalam air sumur A relatif paling rendah yaitu sebesar 0,040 mg/L yang ditandai dengan warna hijau muda. Hal ini disebabkan oleh letak sumur B yang berada pada daerah yang lebih tinggi dibandingkan sumur A dan C, sehingga jumlah kandungan nitrat dalam air sumur B lebih tinggi dibandingkan sumur A dan C. Hal ini dipengaruhi oleh adanya aliran air tanah dari daerah yang lebih tinggi pada sumur B ke daerah yang lebih rendah pada sumur A dan C. Sehingga proses pengangkutan zat pencemar terjadi secara adveksi dimana air tanah akan bergerak mengikuti pola aliran air tanah dengan membawa zat pencemar. Semakin panjang jarak yang ditempuh akan memberikan

kesempatan kepada air tanah untuk melakukan purifikasi sehingga konsentrasi nitrat cenderung menurun dari sumur B ke sumur C.



Gambar 5. Distribusi nitrat

### 3.2.5. Total Coliform

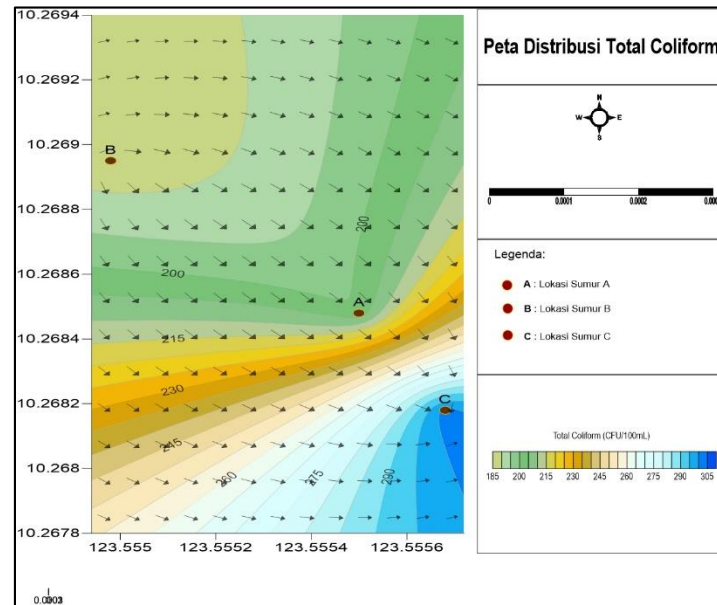
Bakteri coliform secara alami dapat ditemukan dalam material tanah, tanaman, serta kotoran manusia dan hewan. Kontaminasi air tanah akibat bakteri coliform dapat terjadi pada air tanah dangkal melalui limpasan air yang mengandung kontaminan terlarut dan terinfiltrasi masuk ke dalam tanah bahkan sampai ke dalam aliran air tanah. Selanjutnya air tanah yang terkontaminasi bakteri coliform akan terdistribusi dalam air tanah sesuai dengan arah aliran air tanah [13].

Sumur dari ketiga lokasi merupakan sumur dangkal, tidak tertutup, tidak terlalu kedap air dan posisi sumur jauh lebih rendah dari rumah penduduk serta berada  $\pm 50$  m dari area beternak sapi. Hal ini memungkinkan adanya infiltrasi dari limpasan air yang mengandung bahan organik dari feses ternak sapi ke dalam air tanah sehingga mengakumulasi sejumlah bakteri coliform dan menurunkan kualitas air tanah.

Berdasarkan distribusi total coliform pada Gambar 6, terlihat bahwa sebaran total coliform air sumur dengan area yang memiliki warna coklat muda menunjukkan nilai total coliform yang relatif rendah, sedangkan area yang memiliki warna biru tua menunjukkan total coliform yang relatif tinggi. Interval nilai total coliform pada air sumur di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakete berkisar antara 187-302 CFU/100 mL. Total coliform pada peta kontur ditandai warna hijau muda, coklat muda, dan biru tua. Total Coliform tersebut tidak memenuhi baku mutu air yang diperuntukan untuk keperluan hygiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023 yaitu 0 CFU/100mL.

Pada Gambar 6, terlihat bahwa pada sumur C memiliki total coliform yang relatif tinggi yaitu sebesar 302 CFU/100mL yang ditandai dengan warna biru tua. Total coliform pada sumur A (201 CFU/100mL) yang ditandai dengan warna hijau muda lebih rendah dari sumur C. Sedangkan total coliform pada sumur B (187 CFU/100mL) yang ditandai dengan warna coklat muda relatif lebih rendah dibandingkan sumur C dan A.

Total coliform pada sumur C yang tinggi dapat dipengaruhi oleh adanya akumulasi bakteri coliform yang terbawa oleh aliran air tanah dari lokasi B dan C. Hal ini disebabkan karena air memiliki sifat alamiah yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah sehingga distribusi kontaminan bakteri coliform pada daerah yang lebih rendah akan cenderung lebih tinggi dibandingkan daerah yang lebih tinggi [13]. Berdasarkan hasil olah data, arah aliran berpengaruh terhadap sebaran kontaminan bakteri coliform. Distribusi kontaminasi bakteri coliform yang searah dengan arah aliran air tanah.



Gambar 6. Distribusi *total coliform*

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis parameter fisika, kimia dan biologi dari ketiga sumur di RT 09 RW 04 Kelurahan Batakte dapat disimpulkan bahwa:

- Parameter Bau, pH dan kandungan nitrat pada sumur A, B, dan C tidak memenuhi baku mutu air yang dapat digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023. pH pada sumur A, B, dan C secara berurutan sebesar 7,40; 7,20; dan 7,30. Sedangkan kandungan nitrat pada sumur A, B, dan C secara berurutan sebesar 0,040 mg/L, 0,938 mg/L, dan 0,072 mg/L.
- Parameter TDS dan Total Coliform pada sumur A, B, dan C tidak memenuhi baku mutu air yang dapat digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 02 Tahun 2023. Nilai TDS pada sumur A, B, dan C secara berurutan sebesar 334 mg/L, 392 mg/L, dan 314 mg/L. Sedangkan nilai Total coliform pada sumur A, B, dan C secara berurutan sebesar 201 CFU/100mL, 187 CFU/100mL, dan 302 CFU/100mL.
- Berdasarkan hasil analisis pola sebaran parameter terlihat bahwa distribusi pH, TDS, nitrat, dan Total Coliform dalam air tanah sesuai dengan arah aliran air tanah.

#### Daftar Pustaka

- [1] D. Panguriseng, *Pengolahan Air Tanah*. 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/323616772>
- [2] D. A. Prasetya, I. P. Santikayasa, and I. H. Azizi, "Analisis Indeks Pencemaran Airtanah di DKI Jakarta dengan Interpolasi Spasial," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 3, pp. 177-186, Dec. 2021, doi: 10.29244/jstil.6.3.177-186.
- [3] Peiyue. Li, D. Karunanidhi, T. Subramani, and K. Srinivasamoorthy, "Sources and Consequences of Groundwater Contamination," *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 80, no. 1. Springer, Jan. 01, 2021. doi: 10.1007/s00244-020-00805-z.
- [4] V. Elumalai, V. G. Nethononda, V. Manivannan, N. Rajmohan, P. Li, and L. Elango, "Groundwater quality assessment and application of multivariate statistical analysis in Luvuvhu catchment, Limpopo, South Africa," *Journal of African Earth Sciences*, vol. 171, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2020.103967.
- [5] R. A. M. Cansa, A. Januari, U. C. Rahayuningtyas, and T. T. Putranto, "Analisis Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Menggunakan Metode Drastic di Kabupaten Rembang Bagian Barat," *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, vol. 4, no. 1, pp. 37-48, May 2023, doi: 10.23960/jgrs.2023.v4i1.116.

- [6] Sari M and Huljana M, "Analisis Bau, Warna, TDS, pH, dan Salinitas Air Sumur Gali di Tempat Pembuangan Akhir," *ALKIMIA: Jurnal Kimia dan Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 1-5, 2019, doi: <https://doi.org/10.19109/alkimia.v3i1.3135>.
- [7] A. R. Yulis, Desti, and A. Febliza, "Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin," *Jurnal Bioterdidik Wahana Ekspresi Ilmiah*, vol. 6, no. 3, 2018, Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/JBT/article/view/15535/11440>
- [8] F. Senoaji and S. B. Lesmana, "Analisis Pola Sebaran Kualitas Air Sumur di Kawasan TPST Piyungan," *Semesta Teknik*, vol. 24, no. 1, pp. 62-68, Nov. 2021, doi: 10.18196/st.v24i1.13001.
- [9] A. A. M. Solo, V. M. D. Solo, L. L. Leko, and M. Da Costa, "Analisis Kualitas Fisika Air DAS (Daerah Aliran Sungai) Kali Dendeng Kota Kupang," 2023.
- [10] I. N. T. Pratiwi, Y. Yushardi, F. A. Kurnianto, S. Astutik, and B. Apriyanto, "Evaluasi dan Sebaran Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Litologi, Tekstur Tanah, dan Limbah di Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember," *Majalah Pembelajaran Geografi*, vol. 5, no. 2, pp. 82-102, Dec. 2022, Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PGEO>
- [11] R. D. P. Astuti, A. Mallongi, R. Amiruddin, M. Hatta, and A. U. Rauf, "Risk identification of heavy metals in well water surrounds watershed area of Pangkajene, Indonesia," *Gac Sanit*, vol. 35, pp. S33-S37, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2020.12.010.
- [12] I. K. Hindaryani et al., "Pola Arus Terhadap Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Mangunharjo, Semarang," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 02, no. 04, pp. 1-11, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoice/Diterima/>
- [13] Baidilah I B, Anna A N, and Mediani A, "Distribusi Kontaminasi Bakteri Colliform Berdasarkan Arah Aliran Air Tanah," *Prosiding Seminar Nasional Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta* 2019.