Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi
Volume 26, Issue 01, Februari 2026, 300-303
Webite: https://ji.unbari.ac.id, E-Mail: jiubj.unbari@gmail.com
e-ISSN: 2549-4236 (Online), p-ISSN: 1411-8939 (Print), DOI: 10.33087/jiubj.v26i1.6465

Analisis Mutu Air Tanah Dangkal di Sekitar Kegiatan Pengeboran Minyak Bumi PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang

Siti Umi Kalsum, Marhadi, Yahya Erwin Rio Saputra*
Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi
*Correspondence: eyahya225@gmail.com

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air tanah dangkal berdasarkan parameter besi (Fe) dan mangan (Mn), sekaligus menganalisis pola distribusi spasial pencemar di wilayah sekitar kegiatan pengeboran minyak bumi PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang. Pengambilan sampel dilakukan pada delapan titik sumur gali yang meliputi satu sumur pantau milik perusahaan, tiga sumur yang berada dalam radius ±2 km dari lokasi pengeboran, serta empat sumur yang terletak di kawasan permukiman masyarakat hingga radius ±9 km. Analisis kualitas air dilakukan melalui pengujian laboratorium dengan mengacu pada baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Selanjutnya, pemodelan sebaran spasial dilakukan menggunakan metode interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dan Kriging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beberapa titik pengamatan, konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn) terdeteksi melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan, dengan kecenderungan konsentrasi yang lebih tinggi pada sumur-sumur yang berlokasi lebih dekat dengan area pengeboran. Pola sebaran spasial mengindikasikan adanya penurunan konsentrasi logam seiring dengan bertambahnya jarak dari sumber pencemar. Temuan ini menegaskan pentingnya pelaksanaan pemantauan kualitas air tanah secara berkala serta penerapan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan guna melindungi ketersediaan sumber air bagi masyarakat.

Kata Kunci : Air tanah dangkal, Besi (Fe), Mangan (Mn), IDW, Kriging, RMSE.

ABSTRACT
This study aims to evaluate the quality of shallow groundwater based on iron (Fe) and manganese (Mn) parameters, as well as analyze the spatial distribution pattern of pollutants in the area around PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang's petroleum drilling activities. Sampling was carried out at eight points of dug wells, including one company-owned monitoring well, three wells located within a radius of ±2 km the drilling site, and four wells located in community residential areas up to a radius of ±9 km. Water quality analysis is carried out through laboratory testing with reference to water quality standards for hygiene and sanitation purposes in accordance with the Minister of Health Regulation Number 2 of 2023. Furthermore, spatial distribution modeling was carried out using the Inverse Distance Weighting (IDW) and Krigging interpolation methods. The results showed that at some observation points, the concentrations of iron (Fe) and manganese (Mn) were detected to exceed the set quality standard values, with a tendency to higher concentrations in wells located closer to the drilling area. The spatial distribution pattern indicates a decrease in metal concentrations as the distance from the source of the pollutant increases. These findings emphasize the importance of regular groundwater quality monitoring and the implementation of sustainable environmental management to protect the availability of water sources for the community.

***Keywords** : Shallow groundwater, Iron (Fe), Manganese (Mn), IDW, Kriging, RMSE.*

PENDAHULUAN

Air tanah dangkal merupakan salah satu sumber air bersih utama yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya di wilayah pedesaan dan daerah yang belum terlayani jaringan air perpipaan secara memadai. Ketersediaan air tanah dangkal sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia. Seiring meningkatnya kegiatan industri, terutama di sektor energi dan pertambangan, risiko penurunan kualitas air tanah menjadi isu lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius (Afni, 2020).

Aktivitas pengeboran minyak bumi merupakan salah satu bentuk kegiatan industri yang memiliki potensi memberikan tekanan terhadap kualitas lingkungan. Proses eksplorasi dan produksi minyak bumi menghasilkan berbagai jenis limbah, antara lain air terproduksi, lumpur pemboran, serta sisa bahan kimia yang digunakan dalam kegiatan operasional. Limbah tersebut dapat mengandung senyawa kimia terlarut dan logam berat yang berpotensi mencemari tanah dan air tanah apabila pengelolaannya tidak dilakukan sesuai kaidah lingkungan. Kontaminasi air tanah akibat aktivitas migas umumnya bersifat laten, sulit terdeteksi secara visual, dan dapat berdampak jangka panjang terhadap kesehatan masyarakat.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan kegiatan pengeboran dan produksi minyak bumi dapat memengaruhi kualitas air tanah dangkal. Handayani (2019) melaporkan adanya peningkatan konsentrasi logam terlarut pada air tanah di sekitar penambangan minyak sumur tua. Muryani (2012) juga menyatakan bahwa sumur gali yang berada dalam radius tertentu dari sumber pencemar memiliki tingkat kerentanan yang lebih

tinggi terhadap penurunan kualitas air akibat migrasi kontaminan melalui aliran air tanah. Faktor hidrogeologi, jenis tanah, kedalaman muka air tanah, serta konstruksi sumur turut memengaruhi tingkat pencemaran yang terjadi (Harnani, 2019).

Logam besi (Fe) dan mangan (Mn) merupakan parameter kimia yang sering dijumpai pada air tanah dangkal, terutama pada kondisi lingkungan yang bersifat reduktif. Konsentrasi Fe dan Mn yang melebihi ambang batas tidak hanya menurunkan kualitas air secara estetika, seperti warna, rasa, dan bau, tetapi juga dapat berdampak terhadap kesehatan apabila digunakan secara terus-menerus. Berdasarkan Permenkes No 2 Tahun 2023, kadar maksimum besi (Fe) dan mangan (Mn) untuk air keperluan higiene dan sanitasi masing-masing ditetapkan sebesar 0,2 mg/L dan 0,1 mg/L. Wilayah operasi PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang merupakan salah satu kawasan pengembangan minyak bumi yang berdekatan dengan permukiman masyarakat. Berdasarkan hasil pengamatan awal di lapangan, beberapa sumur gali masyarakat menunjukkan kualitas air dengan warna kecoklatan dan berbau, yang mengindikasikan kemungkinan tingginya kandungan logam terlarut. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran akan potensi pencemaran air tanah dangkal akibat aktivitas pengeboran minyak bumi.

METODE

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini berupa kuantitatif dengan analisis laboratorium dan pemodelan spasial. Lokasi penelitian berada pada area pengeboran minyak bumi PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang. Pengambilan sampel dilakukan pada delapan titik sumur gali, yang terdiri atas satu sumur pantau perusahaan, tiga sumur pada radius sekitar 2 km dari area pengeboran, dan empat sumur di permukiman warga hingga radius sekitar 9 km. Sampel air dianalisis di laboratorium terakreditasi untuk menentukan konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn). Hasil pemeriksaan dibandingkan dengan PerMenkes Nomor 2 Tahun 2023. Selanjutnya, data konsentrasi logam diplot secara spasial dan dimodelkan menggunakan metode *interpolasi Inverse Distance Weighting* (IDW) dan *Kriging* dengan *Software* ArcGIS 10.8.

HASIL

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel air sumur dari delapan titik (A1–A8) yang berjarak hingga 10 km dari lokasi pengeboran minyak. Sumur A1 berada paling dekat (71,4 m), sementara yang lainnya tersebar hingga lebih dari 7 km. Data bulanan dari PT. Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang menunjukkan bahwa kadar besi (Fe) pada sumur A1 secara konsisten melebihi baku mutu (maks. 0,2 mg/L), dengan rata-rata sekitar 4,2 mg/L sebelum difilter (SNI 6989.58:2008).

Tabel 1
Karakteristik Sumur Gali

No.	Sampel	Jarak (m)	Dinding Sumur	Jenis Tanah
1	A1	71,4	Polongan Cor	Tanah Merah
2	A2	743,42	Batu Bata	Tanah Merah
3	A3	900,88	Batu Bata	Tanah Gambut
4	A4	880,54	Batu Bata	Tanah Gambut
5	A5	7671,41	Polongan Cor	Tanah Merah
6	A6	7681,47	Polongan Cor	Tanah Merah
7	A7	7929,65	Batu Bata	Tanah Merah
8	A8	8152,92	Batu Bata	Tanah Merah

Sumber: data olahan

Aktivitas pengeboran berjarak 71,4 m dari sumur pantau A1 dengan kondisi tanah merah dan konstruksi dinding polongan cor. Pada radius 1 km ditetapkan tiga titik pemantauan (A2–A4), dengan tanah merah pada A2 serta tanah gambut pada A3 dan A4, seluruhnya berdinding batu bata. Pada area permukiman berjarak ±7,5 km ditetapkan empat titik pemantauan (A5–A8) dengan kondisi tanah merah, menggunakan konstruksi polongan cor pada A5 dan A6 serta batu bata pada A7 dan A8.

Tabel 2
Hasil Uji Air Sumur Gali

No	Bulan	Satuan	Kadar Besi (Fe)		Baku Mutu
			Sebelum di Filter	Setelah di Filter	
1	Januari	Mg/L	4,24	0,99	0,2
2	Februari		4,30	0,96	
3	Maret		4,11	0,98	
4	April		4,25	1,00	
5	Mei		4,15	0,98	
6	Juni		4,12	0,99	

7	Juli	4,10	0,90
8	Agustus	4,23	0,91
9	September	4,26	0,93
10	Oktober	4,24	0,94
11	November	4,28	0,94
12	Desember	4,22	0,98

Sumber: PT. Pertamina

Berdasarkan Tabel 2 menunjukan bahwa kadar besi (Fe) pada titik A1 telah melalui proses pengolahan untuk menurunkan konsentrasi logam tersebut. Konsentrasi tertinggi tercatat pada bulan Februari sebesar 4,30 mg/L, kemudian berhasil direduksi hingga mencapai 0,96 mg/L, yang menunjukkan efektivitas proses pengolahan yang diterapkan, hal ini menunjukkan bahwa kandungan besi (fe) pada sumur pantau (A1) telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukan terjadinya pencemaran air sumur gali yang di sebabkan aktivitas pengeboran minyak (Kasanah. 2021).

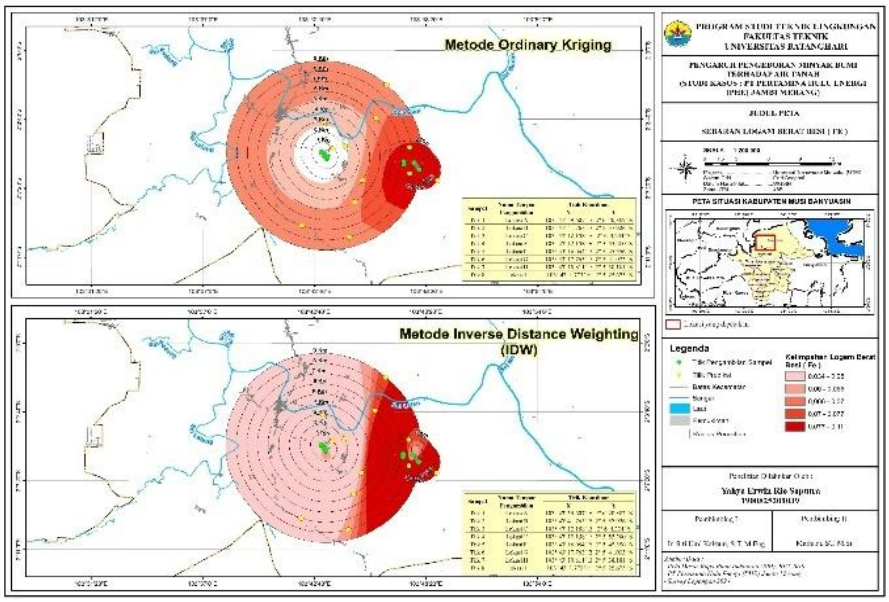
Tabel 3
Hasil Uji Air Sumur Tanah Dangkal

No	Sampel	Satuan	Besi (Fe)	Baku Mutu	Mangan (Mn)	Baku Mutu
1	A1	Mg/L	0,1094	0,2	0,0846	0,1
2	A2		0,0647		0,0223	
3	A3		0,1005		0,0750	
4	A4		0,0775		0,0022	
5	A5		0,0672		0,0147	
6	A6		0,0493		0,0487	
7	A7		0,0430		0,0376	
8	A8		0,0544		0,0324	

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel 3, kandungan besi (Fe) tertinggi pada air sumur gali teridentifikasi pada titik A1 dan A3. Tingginya kadar Fe pada titik A1 dipengaruhi oleh jarak sumur yang relatif dekat dengan aktivitas pengeboran, yaitu sekitar 71,4 meter. Selain itu, karakteristik tanah berupa tanah merah serta konstruksi dinding sumur dari cor beton berperan dalam membatasi pergerakan pencemar sehingga memengaruhi kondisi kualitas air tanah. Sementara itu, kandungan mangan (Mn) tertinggi pada air sumur gali juga ditemukan pada titik A1 dan A3. Pada titik A1, tingginya kadar Mn berkaitan dengan kedekatan lokasi sumur terhadap aktivitas pengeboran dengan jarak yang sama, yaitu sekitar 71,4 meter, serta kondisi tanah merah yang menyebabkan waktu pergerakan pencemar relatif lebih lama. Struktur dinding sumur yang terbuat dari cor beton turut memengaruhi proses infiltrasi pencemar ke dalam air tanah. Adapun pada titik A3, tingginya kandungan Mn dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sumur yang berada pada kawasan tanah gambut serta konstruksi dinding sumur yang menggunakan batu bata, sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi logam dalam air tanah.

Hasil pemodelan spasial menunjukkan adanya perbedaan pola warna dan nilai prediksi antara metode interpolasi IDW dan Kriging pada peta sebaran besi (Fe) di sekitar area pengeboran. Pada metode IDW, zona berwarna merah muda dengan kelas konsentrasi 0,034–0,06 cenderung mendominasi wilayah permukiman yang menjadi lokasi pengambilan sampel, sedangkan zona berwarna merah dengan intensitas lebih tinggi merepresentasikan konsentrasi Fe yang lebih besar, khususnya pada kelas 0,077–0,11 yang berada di bagian timur wilayah penelitian atau pada kisaran jarak 1–5 km dari PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang. Sementara itu, hasil interpolasi Kriging memperlihatkan zona berwarna putih dengan kelas konsentrasi 0,034–0,06 yang tersebar di kawasan permukiman warga pada jarak sekitar 2 km dari perusahaan, serta zona berwarna merah pekat yang menunjukkan konsentrasi Fe tertinggi di area yang berdekatan langsung dengan PT Pertamina Hulu Energi (PHE) Jambi Merang, yaitu pada jarak sekitar 2 meter dari lokasi aktivitas perusahaan.



Sumber: data olahan

Gambar 1
Model Sebaran Besi (Fe) Metode *IDW* dan Ordinary *Kr*

Tabel 4
Hasil Penurunan Kadar Pencemaran Air sumur Gali Variasi II

No	Keterangan	RMSE Kriging	RMSE IDW
1	Besi (Fe) Warga	0,020	0,026
2	Besi (Fe) PT Pertamina	1,482	1,580
Total		1,502	1,606

Sumber: data olahan

Berdasarkan Tabel4, nilai RMSE metode Kriging pada parameter Besi (Fe) baik di lokasi warga (0,020) maupun PT Pertamina (1,482) lebih kecil dibandingkan metode IDW, masing-masing sebesar 0,026 dan 1,580, sehingga total RMSE Kriging (1,502) juga lebih rendah daripada IDW (1,606), yang menunjukkan bahwa metode Kriging memberikan tingkat kesalahan prediksi yang lebih kecil dan memiliki akurasi interpolasi yang lebih baik dalam memodelkan sebaran Besi (Fe).

SIMPULAN

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa konsentrasi besi (Fe) pada air tanah dangkal berkisar antara 4–5 mg/L pada beberapa titik pengamatan, sementara konsentrasi mangan (Mn) mencapai hingga 1,74 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Konsentrasi logam yang tinggi terutama ditemukan pada sumur yang berlokasi lebih dekat dengan area pengeboran minyak bumi. Pemodelan sebaran spasial menggunakan metode IDW dan Kriging memperlihatkan pola konsentrasi logam yang menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber aktivitas pengeboran. Area dengan konsentrasi Fe dan Mn tertinggi cenderung terkonsentrasi di sekitar lokasi operasi migas, yang mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas pengeboran terhadap kualitas air tanah dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

Afni. 2020. Pencemaran air tanah akibat aktivitas pertambangan minyak bumi. *Jurnal Lingkungan*.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 6989.58:2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah.

Handayani, W. K., 2019. Sebaran dan Potensi Air Tanah Dangkal di Perbukitan Dome Sanggiran dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Masyarakat. *Skripsi*,Universitas Negeri Semarang.

Harnani. 2019. Dampak Pencemaran Minyak Bumi Akibat Pengeboran Ilegal Berdasarkan Uji Fisika-Kimia Air. (Studi Kasus : Kec. Keluang Kab. Musi Banyuasin Sumatera Selatan). *Seminar Nasional AVoER XI,* Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Kasanah. 2021. Analisis Kualitas Air Tanah Menggunakan Metode Indeks Pencemaran di Kecamatan Maduran Kabupaten Lamongan. *Tugas Akhir*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Muryani. (2012). Pengaruh kebocoran bahan bakar terhadap kualitas air tanah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.

Permenkes Nomor 2 tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan